



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

PANDUAN

CAPSTONE DESIGN/ PROJECT

RESEARCH CENTER

2023

(halaman ini sengaja dikosongi)



PANDUAN
CAPSTONE DESIGN/ PROJECT

Tim Kurikulum ITS

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2023

	INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER Kampus ITS, Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111 Telepon: (031) 5994251 URL www.its.ac.id	Nomor: 2.3.8.3
	PANDUAN <i>CAPSTONE DESIGN/ PROJECT</i>	Rev.: - Hal.: 133

PANDUAN CAPSTONE DESIGN/PROJECT

Penulis:

Tim Kurikulum ITS

Editor:

R. Darmawan

Desain Sampul dan Tata Letak:

Nadiyah Salsabil Zahidah dan Trinetta Ayumi Lucianto

Catatan Penggunaan:

Buku PANDUAN CAPSTONE DESIGN/PROJECT ini dapat direproduksi atau disimpan dalam bentuk apapun misalnya dengan cara fotokopi, pemindaian (scanning), maupun cara-cara lain dengan izin dari Direktorat Pascasarjana dan Pengembangan Akademik ITS.

Hak Cipta:

© 2023 pada Direktorat Pascasarjana dan Pengembangan Akademik ITS Dilindungi Undang-Undang

Disclaimer:

Buku ini merupakan PANDUAN CAPSTONE DESIGN/PROJECT (edisi 2) yang dipersiapkan oleh Tim Kurikulum ITS dalam rangka penerapan Kurikulum ITS 2023 – 2028 dan Program MB – KM di ITS serta pemenuhan lembaga akreditasi. Panduan ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak dibawah koordinasi Direktorat Pascasarjana dan Pengembangan Akademik ITS, dan dipergunakan dalam tahap perancangan hingga pelaksanaan Kurikulum ITS 2023 – 2028. Panduan ini bersifat dinamis yang senantiasa diperbaiki, diperbaharui, dan dimutakhirkan sesuai dengan kondisi, situasi, dinamika kebutuhan dan kebijakan yang berkembang. Masukan dari berbagai kalangan sangat diharapkan guna meningkatkan kualitas buku panduan ini.

(halaman ini sengaja dikosongi)

KATA PENGANTAR

Mata Kuliah *Capstone Design/ Project* merupakan mata kuliah puncak dari pengalaman mahasiswa sarjana/ sarjana terapan yang wajib ada di prodi bidang teknik dan infokom di ITS. Pengalaman mahasiswa tersebut untuk menciptakan *blueprint* dalam hal inovasi desain dalam bidang teknik/ infokom. Mahasiswa diharapkan mampu memanfaatkan ilmu dari mata kuliah yang telah dipelajari di semester – semester sebelumnya. MK *Capstone Design/ Project* merupakan mata kuliah yang mengimplementasikan *project* desain, dimana keberadaan MK kategori ini merupakan syarat yang wajib dipenuhi. Beberapa lembaga akreditasi mensyaratkan proses *engineering* dilakukan dengan benar, yaitu dihasilkannya suatu luaran pada perancangan/ pembuatan suatu produk.

MK *Capstone Design/ Project* dalam kurikulum ITS untuk prodi bidang teknik dan infokom merupakan mata kuliah yang digunakan sebagai sarana dalam mengukur kemampuan meliputi kemampuan merencanakan dan mengeksekusi sebuah proyek, kemampuan mendefinisikan dan menyelesaikan masalah/proyek dalam bidang keteknikan yang bersifat kompleks melalui alternatif desain secara optimal dan efektif dalam batasan dan persyaratan yang realistis, kemampuan bekerja dalam tim, dan kemampuan berkomunikasi.

Dalam implementasinya, di tingkat institusi diperlukan adanya panduan supaya MK yang terkategori *Capstone Design/ Project* yang merupakan bagian kurikulum program studi di ITS dapat mengikuti kaidah yang benar. Serta dalam pelaksanaan MK *Capstone Design/ Project* di semua program studi khususnya bidang teknik dan infokom di lingkungan ITS dapat berjalan dengan lancar dan terarah.

Surabaya, Juli 2023

Tim Kurikulum ITS

Pengarah : **Rektor ITS**
Wakil Rektor Bidang Akademik dan Kemahasiswaan

Penanggung Jawab : **Direktur Pascasarjana dan Pengembangan Akademik**

Tim Penyusun

Dr.Eng. Ir. R. Darmawan, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.

Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T.

Dr. Ir. Syamsul Arifin, MT

Dr. Ir. Wirawan, DEA

Ira Mutiara Anjasmara, S.T., M.Phil., Ph.D.

Prof. Nurul Widiastuti, M.Si, Ph.D.

Silvianita, ST, M.Sc., Ph.D

Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng.

Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D.

Prof. Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T., IPM.

Dr.rer.nat. Bintoro Anang Subagyo, S.Si.

Dr. Ir. Susy Budi Astuti, M.T.

Prof. Dr.Eng. Siti Machmudah, S.T., M.Eng.

Dr. Didik Khusnul Arif, M.Si.

Siti Nurkhamidah, S.T., M.S., Ph.D

DAFTAR ISI

IDENTITAS DOKUMEN	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	3
I.1.1 Pengertian Umum	7
I.1.2 Pengertian Khusus	7
I.2 Tujuan	8
I.3 Manfaat	8
I.4 Ketentuan MK <i>Capstone Design/ Project</i> di ITS	8
I.5 Penyelenggara MK <i>Capstone Design/ Project</i>	10
I.5.1 Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem (FTIRS)	10
1. Teknik Mesin	10
2. Teknik Kimia	10
3. Teknik Pangan	12
4. Teknik Fisika	14
5. Teknik Sistem dan Industri	15
6. Teknik Material	17
I.5.2 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan (FTSPK)	18
1. Teknik Sipil	19
2. Teknik Geomatika	20
3. Teknik Geofisika	21
4. Teknik Lingkungan	22
I.5.3 Fakultas Teknologi Kelautan (FTK)	25
1. Teknik Perkapalan	25
2. Teknik Kelautan	28

3. Teknik Sistem Perkapalan	30
4. Teknik Transportasi Laut	33
5. Teknik Lepas Pantai	34
I.5.4 Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas (FTEIC).....	36
1. Teknik Biomedik	36
2. Teknologi Informasi	37
3. Sistem Informasi	38
4. Inovasi Digital	39
5. Teknik Komputer.....	40
6. Rekayasa Perangkat Lunak	41
7. Rekayasa Kecerdasan Artifisial.....	44
8. Teknik Informatika	45
9. Teknik Elektro.....	47
10. Teknik Telekomunikasi	49
I.5.5 Fakultas Vokasi (FV)	53
1. D4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi	53
2. D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur	55
3. D4 Teknologi Rekayasa Otomasi.....	58
4. D4 Teknologi Rekayasa Instrumentasi	60
5. D4 Teknologi Rekayasa Kimia Industri	61
6. D4 Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan Bangunan Sipil..	62
7. D4 Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Air.....	66
8. D4 Statistika Bisnis	70
I.5.6 Fakultas Kesehatan dan Kedokteran	72
1. Teknologi Kedokteran	72
I.5.7 Fakultas Sains dan Analitika Data (FSAD)	74
1. Sains Data.....	74
2. Sains Aktuaria.....	75

I.6 Daftar Kode MK <i>Capstone Design/ Project</i> Pada Kurikulum Program Studi di ITS Tahun 2023 – 2028	77
BAB II METODE PEMBELAJARAN DALAM <i>CAPSTONE DESIGN</i>	80
II.1 Definisi Project Based Learning	82
II.2 Tahapan Metode PjBL.....	82
II.3 Metode PjBL	84
II.4 <i>Project</i> dan <i>Project Based Learning</i>	85
BAB III IMPLEMENTASI MATA KULIAH <i>CAPSTONE DESIGN</i>	87
III.1 Hirarki <i>Cluster</i> Organisasi Mata Kuliah	89
III.2 Karakteristik <i>Capstone Design/ Project</i>	89
III.3 Lima Elemen <i>Kemampuan</i>	90
III.4 Pelaksanaan <i>Capstone Design Project</i>	91
III.5 Langkah-langkah <i>Capstone Design/ Project</i>	91
III.6 Luaran <i>Capstone Design/ Project</i>	91
III.7 <i>Best Practices Capstone Design/ Project</i>	92
III.8 Topik dalam MK <i>Capstone Design/ Project</i>	92
III.9 Cara Menentukan MK <i>Capstone Design/ Project</i>	93
III.10 Cara Mengukur Kemampuan Pada Peta Kompetensi di Kurikulum Prodi .	98
BAB IV ANALISIS CPL DAN RPS MK <i>CAPSTONE DESIGN</i>	52
IV.1 Analisis CPL	103
IV.2 Rencana Pembelajaran Semester.....	103
BAB V PENUTUP	115
DAFTAR REFERENSI.....	xiii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Metode Rekayasa (Engineering Method)	5
Gambar 2 Siklus Penambangan Data	70
Gambar 3 Tahapan Metode PjBL	82
Gambar 4 Tahapan Metode PjBL	83
Gambar 5 Metode PjBL	84
Gambar 6 Perbedaan antara Project dan Project Based Learning.....	86
Gambar 7 Hirarki Cluster Organisasi Mata Kuliah	89
Gambar 8 Elemen Capstone Design/ Project	90
Gambar 9 Langkah-langkah Capstone Design/ Project.....	91
Gambar 10 Pengukuran CPL MK Capstone Design	95
Gambar 11 Contoh mencocokkan SO dengan CPL.....	95
Gambar 12 Pemetaan CPL di Tiap Semester	97
Gambar 13 Contoh MK SPO 4 sks	98
Gambar 14 Peta Kompetensi Pada Kurikulum	99
Gambar 15 Contoh Peta Kompetensi	99
Gambar 16 Analisis Pada CPL	103
Gambar 17 Format Rencana Pembelajaran Semester	104
Gambar 18 Contoh RPS Departemen Teknik Kimia ITS	114

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Ketrampilan Insinyur di Masa Datang (Duarte, 2020)	6
Tabel 2 Best Practice Capstone Design/ Project	92
Tabel 3 Topik dalam MK Capstone Design/ Project	92
Tabel 4 Topik dalam MK Capstone Design/ Project (lanjutan)	92
Tabel 5 Student Outcomes	93
Tabel 6 CPL yang dibebankan pada MK	94

The background of the slide features a grayscale photograph of a large, multi-story university building with a prominent central tower and a tiled roof. In the foreground, a fountain with several water jets is visible. The entire image is overlaid with a semi-transparent dark blue layer. Decorative elements include large, colorful geometric shapes (triangles and polygons) in shades of blue and orange, some with white outlines, positioned around the edges of the slide. The text is centered on the slide.

BAB I

DEFINISI DAN PENJELASAN UMUM

REKTORAT

(halaman ini sengaja dikosongi)

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Paradigma pendidikan tinggi telah berubah, yaitu bagaimana memenuhi kebutuhan masyarakat akan praktisi yang kompeten, dimana mereka siap menghadapi tantangan multifase tentang kemajuan teknologi yang cepat, serta perubahan ekonomi dunia saat ini. Upaya ITS di dalam pergeseran paradigma tersebut yang dikenal sebagai “Pendidikan Berbasis *Outcomes*” (OBE), khususnya pada bidang ilmu “Sains – Teknologi – *Engineering* dan Matematika” (STEM) untuk memberikan keseimbangan dan perspektif baru, maka dilakukan evaluasi kurikulum, dan disiapkan perangkat pembelajaran yang diperlukan untuk dapat digunakan oleh program studi dalam rangka menghasilkan lulusan yang berkompeten. Kompetensi lulusan akan dicapai dengan berbagai cara, diantaranya adalah memperkuat pandangan global mahasiswa, memperluas landasan intelektualnya, dan memberikan pengalaman kepada mereka untuk berkomunikasi dengan jelas, membantu mereka mengembangkan keterampilan berpikir kreatif dan kritis. Selain itu, melatih mahasiswa untuk mampu memecahkan masalah nyata, menciptakan komunitas dan pemikir yang terlibat, memperkuat tanggung jawab dan nilai budaya dan etika, mengajak mereka untuk memprediksi dampak sains, dan teknologi pada masyarakat.

Sebagai institusi pendidikan, ITS menyiapkan perangkat yang dapat digunakan oleh mahasiswa maupun dosen, di dalam rangka beraktifitas dalam pembelajaran untuk meraih beberapa kemampuan secara sekaligus melalui mata kuliah (MK). Apa dan bagaimana dosen bersama mahasiswa dapat berkolaborasi dengan industri dan masyarakat. Pada saat fokus masyarakat terhadap pendidikan kita bergeser, begitu pula fokus dan filosofi sistem pendidikan perlu ada pergeseran. Dengan mempertimbangkan pergeseran global menuju inovasi dan perkembangan teknologi, mahasiswa yang menjalani perkuliahan sampai dinyatakan lulus sebagai seorang sarjana teknik, perlu dibekali dengan berbagai bentuk dan aktifitas pembelajaran, melalui perkuliahan di kelas, pembelajaran di laboratorium, kerja praktek atau magang di industri, mengerjakan tugas proyek baik secara mandiri maupun secara berkelompok di dalam tugas akhir mereka, atau bekerja sama dalam suatu kelompok di dalam proyek *capstone*.

Capstone Project adalah mata kuliah yang pertama kali diperkenalkan di perguruan tinggi di Amerika Serikat pada pertengahan abad 20 dan

selanjutnya merupakan bagian penting dari kurikulum untuk bidang rekayasa dan teknologi. Tidak hanya di negara tersebut tetapi juga menyebar luas ke berbagai negara-negara lain di dunia. Di perguruan tinggi di Eropa, MK *capstone* dinamakan *Module Capstone*. Mata kuliah yang dikategorikan sebagai *Capstone Project* merupakan salah satu syarat untuk akreditasi pendidikan bidang teknik dan infokom.

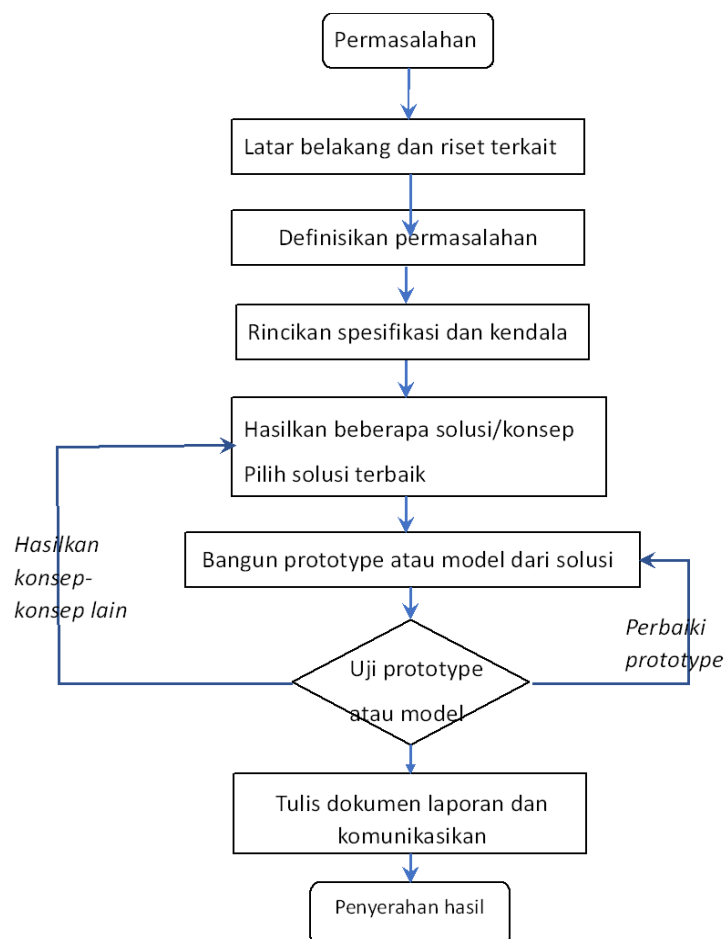
Pada saat ini lembaga akreditasi nasional yaitu Lembaga Akreditasi Mandiri (LAM) Teknik dan LAM Infokom, maupun badan akreditasi internasional bidang teknik, diantaranya adalah *Indonesian Accreditation Board for Engineering Education* (IABEE), *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET) mensyaratkan MK *Capstone* sebagai syarat wajib. Dalam MK tersebut mahasiswa secara kolaboratif melakukan proyek yang memerlukan penerapan pengetahuan yang telah diperoleh pada semester sebelumnya, untuk memecahkan masalah di dunia nyata. Untuk memahami tujuan dan aspek-aspek penting dalam *Capstone Project*, dikutip dari dokumen ABET, tentang desain rekayasa (*engineering design*) sebagai berikut:

“Desain rekayasa adalah suatu proses untuk merancang sebuah sistem, komponen, atau proses supaya memenuhi kebutuhan dan spesifikasi yang diinginkan yang masih memenuhi persyaratan (*constraints*) tertentu. Hal ini adalah proses pembuatan keputusan yang iteratif dan kreatif, dimana sains dasar, matematika dan sains rekayasa diterapkan untuk mengubah sumber daya menjadi solusi. Desain rekayasa melibatkan identifikasi dari peluang, mengembangkan kebutuhan, melakukan analisa dan sintesa, menghasilkan beberapa solusi, mengevaluasi solusi terhadap kebutuhan, mempertimbangkan resiko, dan melakukan *trade off* untuk tujuan mendapatkan solusi dengan kualitas tinggi pada kondisi tertentu. Sebagai gambaran, contoh dari persyaratan yang mungkin adalah aksesibilitas, estetika, kode, kemampuan menyusun (*constructability*), biaya, ergonomi, kemampuan untuk dilanjutkan, kedayagunaan, interoperabilitas, pertimbangan hukum, kemampuan untuk dipelihara, kemampuan untuk difabrikasi, kemampuan untuk dipasarkan, kebijakan, regulasi, jadwal, standar, keberlanjutan, dan ketermanfaatan.”

Selain berbagai aspek di atas, terkait khususnya bidang rekayasa (*engineering*), mahasiswa juga perlu memahami metode dan langkah-langkah yang perlu diambil secara sistematis dalam melakukan kegiatan-kegiatan

dalam bidang rekayasa. Sebagai contoh, pada Gambar 1 ditunjukkan sebuah diagram alir yang menggambarkan langkah-langkah dalam bidang rekayasa, mulai dari mendefinisikan permasalahan sampai ke penyerahan solusi, termasuk di dalamnya tahapan umpan balik iteratif (Nassersharif, 2022).

Di lain pihak, pada konteks yang lebih besar dan terkait dengan isu-isu penting di dunia saat ini dan di masa datang, seorang insinyur (sarjana teknik) pada saat masuk di dunia kerja perlu dibekali dengan berbagai tuntutan dan kebutuhan yang relevan dengan perkembangan di masyarakat. Sejumlah lembaga internasional dalam bidang pendidikan telah menetapkan berbagai ketrampilan yang harus dimiliki seorang insinyur, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1 Metode Rekayasa (*Engineering Method*)

Tabel 1 Ketrampilan Insinyur di Masa Datang (Duarte, 2020)

Organisasi	Kuat di latar belakang teknik-saintifik	Interdisipliner	Bekerja di tim yang kompleks	Meningkatkan kualitas hidup untuk semua	Penggunaan sumber daya global yang rasional	Tanggung jawab sosial	Tanggung jawab lingkungan	Mengembangkan masyarakat yang berkelanjutan	Teknologi ramah lingkungan	Tanggung jawab kultural
UNESCO	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
ENAE	√	√	√	√		√	√	√		√
ABET	√					√	√	√	√	√
NAE	√			√	√	√	√	√	√	√

Keterangan

- ENAE: *European Network for Accreditation of Engineering Education*
- NAE: *National Academy of Engineering* (NAE) (USA)

Berbagai aspek yang penting di atas, dapat diakomodasi dalam kurikulum, khususnya dalam pelaksanaan mata kuliah *capstone*, misalnya untuk mengidentifikasi permasalahan yang akan dijadikan topik dan sumber ide. Topik *capstone* bisa datang dari industri, organisasi atau komunitas dari luar kampus, atau dari ide yang diusulkan oleh mahasiswa atau

dari dosen pembimbing. Jika dari industri, biasanya didukung dengan dana atau dukungan dalam bentuk lain, misal perangkat, fasilitas pengukuran dan fabrikasi.

I.1.1 Pengertian Umum

Capstone Design/ Project secara linguistik berarti pencapaian puncak (batu teratas dalam sebuah struktur) yaitu 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.

Proyek *capstone* dapat diwujudkan dengan mata kuliah yang mengaplikasikan *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 *project based* berbasis kelompok (*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 Design/ Project didefinisikan oleh ABET sebagai PUNCAK dari pengalaman mahasiswa sarjana, untuk menciptakan *blueprint* dalam hal inovasi desain teknik. Mahasiswa diharapkan mampu memanfaatkan ilmu dari mata kuliah yang telah dipelajari sebelumnya. ABET mensyaratkan proses *engineering* dilakukan dengan benar, yaitu dihasilkannya suatu perancangan pada pembuatan suatu produk. MK *Capstone Design/ Project* merupakan mata kuliah yang mengimplementasikan *project* desain.

I.1.2 Pengertian Khusus

MK *Capstone Design/ Project* dalam kurikulum ITS untuk program studi bidang Teknik dan Infokom, merupakan 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, dan (v) komunikasi.

I.2 Tujuan

Tujuan *Capstone Design/ Project* antara lain:

1. 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 (seorang *engineer*), *start up* dan *enterpreneur* dibidang teknologi.

I.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 di abad 21 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.

I.4 Ketentuan MK *Capstone Design/ Project* di ITS

1. MK puncak dari MK Inti di kurikulum Program Studi.

2. MK yang mempunyai karakteristik perancangan (*design*) atau *project*.
3. MK harus ada relevansi dengan Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi.
4. Peletakan MK dilaksanakan paling rendah pada semester 6 (enam).
5. Jumlah sks paling sedikit 3 (tiga) sks.
6. Jumlah MK paling sedikit 1 (satu) MK dan paling banyak 4 (empat) MK.
7. Penyusun Rencana Pembelajaran Semester (RPS) harus dilakukan oleh Tim Rumpun Mata Kuliah (RMK) Program Studi.
8. Pelaksanaan MK dapat dilaksanakan dalam 1 (satu) semester dan atau dalam semester yang berbeda.
9. Pembimbing utama berasal dari dosen di Departemen mahasiswa.
10. Pembimbing pendamping dapat berasal dari dosen luar Departemen mahasiswa di ITS atau praktisi.
11. Pembimbing yang terlibat paling sedikit 1 (satu) orang dosen.
12. Evaluasi MK wajib dilaksanakan berdasarkan: proposal, laporan kemajuan dan laporan akhir/ luaran.
13. Luaran dapat berupa *prototype*, *software*, dan spesifikasi hasil perancangan (*design*) atau *project*.
14. Luaran dapat dicatatkan sebagai hak kekayaan intelektual/ di-HAKI-kan.
15. MK dapat dikonversikan dari bentuk kegiatan pembelajaran lain yang luarannya setara dengan memenuhi kesamaan paling sedikit 80% CPMK dan memenuhi evaluasi serta luaran.
16. MK dilaksanakan secara berkelompok dimana jumlah mahasiswa paling sedikit 2 (dua) orang.
17. Sumber pembiayaan pelaksanaan, dapat berasal dari mahasiswa, Departemen, atau mitra (dalam negeri atau luar negeri).

Catatan:

Bagi Program Studi yang mengacu lembaga akreditasi LAM Infokom, MK *Capstone Project* merupakan MK selain MK Tugas Akhir. Sedangkan bagi Program Studi yang mengacu lembaga akreditasi LAM Teknik, MK *Capstone Design* dapat berupa MK Tugas Akhir yang berbasis *design* (bukan berbasis riset).

I.5 Penyelenggara MK *Capstone Design/ Project*

Fakultas yang mengelola Program Studi dalam mengemban visi keilmuan yang menyelenggarakan MK *Capstone*, terdiri dari 6 fakultas teknik dan 1 fakultas *science*, yaitu: (i) Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem (FTIRS), (ii) Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan (FTSPK), (iii) Fakultas Teknik Elektro dan Informatika Cerdas (FTEIC), (iv) Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), (v) Fakultas Vokasi (FV), (vi) Fakultas Kesehatan dan Kedokteran (FKK), dan (vii) Fakultas Sains dan Analitika Data (FSAD). Contoh spesifikasi dan profil dari MK yang diselenggarakan pada Program Studi di masing-masing Fakultas di atas dijelaskan sebagai berikut.

I.5.1 Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem (FTIRS)

1. Teknik Mesin

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Mesin adalah MK *Capstone II* yang terletak di semester VI (melibatkan 7 RMK).

MK *Capstone 2* (2 sks - TM234602)

Mata kuliah *Capstone 2* merupakan kelanjutan dari MK *Capstone 1*. Hasil pelaksanaan kuliah *Capstone 1*, berupa gambar teknik, dilanjutkan dengan realisasinya berupa prototype peralatan, baik peralatan sesuai desain maupun dalam skala kerja. Dalam pelaksanaannya mahasiswa dapat menentukan proses pengerjaan (manufaktur), estimasi biaya pengerjaan (RAB), membuat perencanaan penyelesaian (manajemen *project*) dan dapat melakukan tindakan mitigasi jika pada pelaksanaannya tidak sesuai dengan perencanaan.

Bahan Kajian:

1. Perencanaan produksi
2. Teknik produksi dan permesinan komponen
3. Manajemen proyek
4. Laporan proyek
5. Rencana anggaran biaya dan perencanaan biaya produk
6. Rancang bangun

2. Teknik Kimia

Mata Kuliah (MK) *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Kimia adalah Tugas Desain Pabrik Kimia (5 sks) yang terletak di semester VIII. MK ini melibatkan semua RMK yang ada di Prodi Sarjana Teknik Kimia. Selain itu, MK ini adalah muara dari semua MK yang ada di struktur kurikulum Prodi Sarjana. Oleh karena itu, semua MK

yang ada distruktur kurikulum mensupport MK *Capstone Design* ini, baik itu MK yang ada disemester 1.

MK Tugas Desain Pabrik Kimia (5 sks - TK234801)

Mata kuliah ini memberikan tugas kepada mahasiswa tentang perancangan pabrik kimia berdasarkan ilmu-ilmu teknik kimia meliputi latar belakang pendirian pabrik, seleksi dan uraian proses, flow diagram proses, perhitungan neraca massa dan neraca energi, spesifikasi peralatan, preliminary HAZOP dan analisa dampak lingkungan serta perhitungan analisa ekonomi. Mahasiswa diharapkan mempunyai kompetensi untuk mendesain suatu industri/pabrik, yaitu mengolah bahan baku menjadi produk melalui proses fisika atau biologi atau kimia dengan memperhatikan faktor lingkungan dan keselamatan serta mempunyai nilai ekonomi lebih. Metode pembelajaran yang dilakukan meliputi belajar mandiri dan literature survey, diskusi (interaksi dengan dosen), presentasi dan ujian.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa mampu memilih data-data dasar sebagai latar belakang dalam perancangan pabrik kimia
2. Mahasiswa mampu menyeleksi proses yang digunakan dalam perancangan pabrik kimia
3. Mahasiswa mampu menghitung neraca masa, neraca energi untuk setiap arus pada proses perancangan pabrik kimia
4. Mahasiswa mampu menghitung spesifikasi untuk masing-masing peralatan pada proses perancangan pabrik kimia
5. Mahasiswa mampu melakukan analisa ekonomi pada perancangan pabrik kimia
6. Mahasiswa mampu merancang pabrik kimia dengan memanfaatkan ilmu-ilmu teknik kimia
7. Mahasiswa mampu menyusun laporan tugas desain pabrik kimia sesuai dengan kaidah-kaidah keilmiahan
8. Mahasiswa mampu mempresentasikan dan menjelaskan hasil tugas desain pabrik kimia dalam sidang tugas desain pabrik kimia

Bahan Kajian:

1. Latar Belakang pendirian pabrik kimia
 - a. Tinjauan Pasar Produk

- b. Teknologi Produksi dan Seleksi Proses
- 2. Data Dasar Perancangan
 - a. Ketersediaan dan Kualitas Bahan Baku
 - b. Penentuan Kapasitas
 - c. Penentuan Lokasi dan Ketersediaan Utilitas
- 3. Uraian Proses Terpilih
 - a. Diagram Balok (*Block Diagram*)
 - b. Diagram Alir Proses (*Process Flow Diagram*)
 - c. Uraian Proses
- 4. Perhitungan Neraca Massa dan Energi
 - a. Neraca Massa dan Energi
 - b. Kebutuhan Panas dan Power
- 5. Daftar dan Harga Peralatan
 - a. Daftar Peralatan
 - b. Daftar dan Harga Peralatan
 - c. Tata Letak Pabrik Secara Garis Besar (POT PLAN)
 - d. *Piping & Instrumentation Diagram* (P&ID) alat utama dan *Preliminary HAZOP*
- 6. Analisa Ekonomi
 - a. Asumsi-asumsi
 - b. Perhitungan CAPEX dan OPEX
 - c. Perhitungan NPV, IRR, POT, Cash Flow, Sensitifitas terhadap IRR
 - d. Aspek Sosial dan Lingkungan

3. Teknik Pangan

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Pangan adalah MK Tugas Desain Pabrik Pangan yang terletak di semester VIII sebesar 6 sks.

MK Tugas Desain Pabrik Pangan (6 sks - TP234801)

Pada mata kuliah ini mahasiswa akan mendesain sebuah pabrik pangan mulai dari:

Tahap kesatu: penentuan latar belakang pendirian pabrik, potensi pasar produk yang akan diproduksi, penentuan kapasitas pabrik berdasarkan data ekspor, impor, produksi, maupun konsumsi produk dan tentunya disesuaikan dengan ketersediaan bahan baku.

Tahap ke dua: mahasiswa akan melakukan seleksi proses untuk proses produksi berdasarkan beberapa aspek penilaian.

Tahap ke tiga: mahasiswa harus membuat diagram alir proses terpilih dan menjelaskan uraian prosesnya beserta jaminan keamanan pangan yang meliputi *Good Manufacturing Practice* (GMP) dan *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP).

Tahap ke empat: Mahasiswa melakukan identifikasi sumber bahan baku, baik bahan baku utama maupun tambahan meliputi produsen dan standar kualitas bahan baku dari segi izin edar dan halal.

Tahap ke lima: Mahasiswa melakukan perhitungan neraca massa dan neraca energi agar bisa dilakukan spesifikasi peralatan dan kebutuhan energi dari pabrik yang di desain.

Tahap ke enam: Mahasiswa akan mendesign *Piping and Instrumentation Diagram* (P&ID) dan melakukan analisa *Hazard and Operability Study* (HAZOP).

Tahap ke tujuh sebagai tahap terakhir: Mahasiswa melakukan analisa ekonomi untuk melihat apakah pabrik yang telah didesain layak dari segi ekonomi dengan memperhatikan beberapa parameter seperti: *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Pay Out Time* (POT), dan juga perlu dianalisa sensitivitas terhadap IRR.

Mata kuliah *Capstone Design* diletakkan di semester VIII karena MK tersebut merupakan puncak dari hampir semua MK yang telah di ambil di semester I-VII. Berikut beberapa MK utama yang menunjang MK *Capstone Design*: Neraca Massa dan Energi, Keamanan Pangan, Mutu Pangan, Desain Alat Industri Pangan, Perancangan Proses Pangan, dan beberapa mata kuliah lainnya. MK *Capstone Design* ini merupakan *Project Based Learning* yang dikerjakan secara berkelompok oleh dua orang mahasiswa dan dikerjakan selama satu semester. Untuk evaluasi penilaian terdiri dari progress dan sidang pabrik, serta ujian komprehensif yang harus sudah diambil dan lulus sebagai prasyarat untuk mengikuti sidang pabrik. Output dari MK *Capstone Design* ini adalah laporan pabrik yang dapat digunakan sebagai dasar perancangan *Feasibility Study* dalam mendesain atau membuat pabrik pangan.

Capaian Pembelajaran MK :

1. Mahasiswa mampu memilih data-data dasar untuk menyusun latar belakang pembuatan pabrik (C3)
2. Mahasiswa mampu menentukan kapasitas produksi dan menyeleksi lokasi pabrik dan proses produksi (C3, C4)
3. Mahasiswa mampu membuat diagram proses terpilih (PFD), P&ID, dan analisa HAZOP (C4)
4. Mahasiswa mampu menyusun jaminan keamanan pangan (C6)
5. Mahasiswa mampu menghitung neraca massa, neraca energi, dan spesifikasi peralatan, dan menyimpulkan kelayakan ekonomi suatu perusahaan (C3, C5)

Bahan Kajian:

1. Latar Belakang pendirian pabrik kimia
2. Penentuan kapasitas pabrik
3. Seleksi proses
4. Diagram alir proses
5. Uraian Proses dan Jaminan Keamanan Pangan meliputi GMP dan HACCP
6. Identifikasi sumber bahan baku meliputi produsen dan standar kualitas bahan baku (izin edar dan halal)
7. Perhitungan neraca massa dan energi
8. Spesifikasi peralatan
9. P&ID dan HAZOP
10. Analisa Ekonomi

4. Teknik Fisika

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Fisika terdiri dari 1 MK, yaitu MK Proyek Rekayasa Interdisiplin yang terletak di semester VII. MK ini melibatkan 5 RMK yang ada pada kurikulum Prodi Sarjana Teknik Fisika.

MK Proyek Rekayasa Interdisiplin (3 sks - TF234701)

MK ini baru dimunculkan di kurikulum 2023/2028. Pada MK ini mahasiswa menerapkan materi yang telah didapatkan dari MK setiap bidang minat yang dikelompokkan dalam 5 RMK untuk mendesain suatu proyek yang bersifat interdisiplin teknik fisika. Tujuan dari MK ini adalah membekali mahasiswa untuk menyelesaikan permasalahan nyata rekayasa secara sistem

dalam sebuah tim. Proyek kelas akan bervariasi setiap tahun ajaran. Dalam menyelesaikan proyek ini, mahasiswa akan dibekali konsep manajemen proyek dan ekonomi teknik dengan melibatkan narasumber dari alumni.

Bahan Kajian:

1. Konsep berpikir sistem.
2. Proses perancangan teknik.
3. Prosedur perancangan teknik.
4. Analisis sistem relevan dan analisis hambatan.
5. Analisis biaya dan tekno ekonomi pengambilan keputusan multi kriteria.
6. Perancangan solusi.
7. Rancangan implementasi.
8. Laporan perencanaan proyek.

5. Teknik Sistem dan Industri

Mata Kuliah *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Industri adalah Mata Kuliah Perencanaan Industri yang terletak di semester VII sebesar 3 sks.

Mata Kuliah Perencanaan Industri (3 sks - TI234734)

Pada Mata Kuliah (MK) ini mahasiswa secara berkelompok akan merancang sebuah bisnis atau perusahaan baru, dimulai dari pemilihan produk (*tangible*) sampai dengan desain produksi dan distribusinya serta pengaturan manajerial lainnya. Ada beberapa produk yang bisa dipilih mahasiswa yaitu :

1. Produk yang dirancang oleh mahasiswa.
2. Produk UMKM Mitra.
3. Produk rancangan *Science Technopark* (STP) ITS.
4. Dan lain-lain sesuai dengan fokus produk pada semester berjalan.

Mahasiswa diminta untuk menentukan ide produk yang akan dikembangkan dengan melakukan identifikasi pasar dengan menghitung *unfulfilled demand*, *Voice of Customer*, dan analisis kompetitor. Setelah mendapatkan produk terpilih, mahasiswa akan merancang *Bill of material Tree* (*BOM Tree*). *BOM Tree* yang telah dirancang akan digunakan untuk menentukan *strategic forecasting*. Perancangan Bisnis dan Strategi dilakukan dengan merancang visi,

misi, dan strategi bisnis dengan beberapa metode seperti analisis SWOT dan *Quantitative Strategic Planning Matrix* (QSPM). Selain menyusun strategi bisnis, mahasiswa juga diminta untuk strategi pemasaran. Setelah itu, mahasiswa akan melakukan Perancangan Sistem Produksi yang meliputi identifikasi alternatif lokasi pabrik dengan menggunakan factor objektif dan factor subjektif, *make or buy decision*, analisis kapasitas produksi dan penentuan mesin serta fasilitas *material handling* yang akan digunakan dalam proses produksi, identifikasi tata letak pabrik dan analisis kebutuhan biaya investasi bangunan dan fasilitas serta kebutuhan sumber daya manusia dalam sistem produksi. Selanjutnya, mahasiswa akan melakukan perencanaan proses produksi & *inventory* dan perencanaan sistem logistic dan distribusi yang terdiri dari perencanaan *sales & operation*, *inventory*, penentuan metode dan jaringan distribusi, identifikasi lokasi *warehouse*, penentuan moda transportasi, rute kendaraan dan biaya distribusi serta biaya *warehouse*. Untuk meningkatkan kualitas dalam system produksi agar lebih komprehensif, mahasiswa akan melakukan perancangan *quality assurance*, dimulai dari identifikasi karakteristik produk (*critical-to-quality*), karakteristik kualitas, perencanaan *quality monitoring* dan merancang *quality document*. Setelah itu, mahasiswa akan melakukan perencanaan struktur organisasi dan manajemen sumberdaya manusia yang meliputi identifikasi struktur organisasi yang sesuai, identifikasi jumlah kebutuhan personel, merancang *job description*, *job specification*, *job competence* dan rekomendasi kompensasi pegawai. Selain itu, mahasiswa juga diminta Sistem Manajemen Kinerja dan merancang *Key Performance Indicator* (KPI) Perusahaan dan Departemen/Divisi. Tahap terakhir adalah melakukan studi kelayakan dalam hal finansial/ekonomi, untuk melihat apakah bisnis yang telah dirancang layak dari segi ekonomi dengan memperhatikan beberapa parameter seperti: *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback period* (PP) dan juga perlu dilakukan *supplementary analysis* seperti analisis sensitivitas dan analisis risiko.

Mata kuliah *Capstone Design* diletakkan di semester VII karena MK tersebut merupakan mata kuliah jangkar yang menggabungkan pemahaman mahasiswa dari hampir semua MK yang telah di ambil di

semester I-VII. Berikut beberapa MK utama yang menunjang MK *Capstone Design*:

1. Perancangan dan Pengembangan Produk.
2. Proses Manufaktur.
3. Sistem Manufaktur.
4. Teknik Pengendalian Kualitas.
5. Manajemen Organisasi dan Sumber Daya Manusia.
6. Ekonomi Teknik.
7. Manajemen Strategi.
8. Manajemen Kinerja.
9. *Production Planning & Inventory Control*.
10. *Supply Chain Management*.
11. Perancangan Fasilitas.
12. Dan beberapa mata kuliah lainnya.

MK *Capstone Design* ini merupakan *Project Based Learning* yang dikerjakan secara berkelompok oleh 4-5 orang mahasiswa dan dikerjakan selama satu semester. Untuk evaluasi penilaian terdiri dari penilaian progress modul, nilai modul, dan presentasi tengah semester dan presentasi akhir semester. Output dari MK *Capstone Design* ini adalah laporan yang dapat digunakan sebagai dasar perancangan *Feasibility Study* dalam merancang bisnis.

Bahan Kajian:

1. Perancangan dan Pengembangan Produk.
2. Perancangan Bisnis dan Strategi.
3. Perancangan Sistem Produksi.
4. Perencanaan dan Pengendalian Produksi & *Inventory*.
5. Perencanaan Sistem Logistik dan Distribusi.
6. Perancangan *Quality Assurance*.
7. Perencanaan Struktur Organisasi dan Manajemen Sumberdaya Manusia.
8. Perencanaan dan Analisis Keuangan.

6. Teknik Material

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Material adalah MK Disain Proses Industri yang terletak di semester VII. MK tersebut melibatkan keseluruhan RMK yang ada di Prodi (melibatkan 6 RMK).

MK Desain Proses Industri (3 sks - TL234735)

Mata kuliah ini berisi segala hal yang berkaitan dengan desain proses industri. Mata kuliah ini berisi ilmu pengetahuan dan teknologi untuk memproduksi material. secara *preliminary*, tahapan perancangan suatu industri meliputi penentuan konsep desain, penentuan basis desain, pembuatan konsep desain yang mungkin, pengujian kecocokan, evaluasi ekonomi, optimasi dan seleksi, pembuatan *block diagram*, pembuatan *process flow diagram*, pembuatan *layout* industri, organisasi industri, penentuan desain detail dan seleksi *equipment*, *procurement*, *construction* dan operasi. Sehingga diharapkan mahasiswa mampu menerapkan konsep-konsep desain proses industri dalam perancangan industri di bidang teknik material dan metalurgi. Untuk mencapai tujuan tersebut maka strategi pembelajaran yang dilakukan adalah kuliah di kelas, pemberian tugas kelompok dan presentasi tugas besar.

Bahan Kajian:

1. Pengenalan desain proses industri dan Aplikasinya di bidang Material dan Metalurgi
2. Alur desain industri proses
3. Latar belakang penentuan pembangunan industri
4. *Block Diagram*
5. Penggunaan neraca massa dan energi dalam desain proses industry
6. *Process Flow Diagram* (PFD)
7. Penentuan supporting equipment
8. Penentuan spesifikasi alat secara kuantitatif berdasarkan standar keteknikan (ASME dan AWS untuk pengelasan, ASTM dan JIS untuk karakterisasi material, AFS untuk pengecoran, AISI-SAE-ASM untuk klasifikasi material, ASNT untuk NDT dan ANSI untuk *safety*)
9. Utilitas industri proses
10. Analisa keekonomian

I.5.2 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan (FTSPK)

MK *Capstone Design* di Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan diselenggarakan di 4 Prodi Sarjana, yaitu Teknik Sipil, Teknik Lingkungan, Teknik Geomatika, dan Teknik Geofisika. Jumlah MK di masing-masing Prodi bervariasi antara 1 sampai 2 MK. MK *Capstone Design* melibatkan seluruh RMK yang ada di setiap Prodi.

1. Teknik Sipil

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Sipil terdiri dari 2 MK, yaitu MK Perancangan Struktur Bangunan Gedung (3 sks) yang terletak di semester VI (melibatkan 3 RMK) dan MK Perancangan Jalan dan Jembatan (3 sks) yang terletak di semester VII (melibatkan 4 RMK).

a. MK Perancangan Struktur Bangunan Gedung (3 sks - CS234601)

Mata kuliah ini berisi konsep filosofi perancangan struktur, *open frame*, dan konsep *strong column weak beam*, *preliminary design* struktur bangunan gedung SRPMK, desain elemen struktur pelat, balok anak, dan tangga, analisis struktur yang meliputi pemodelan, pembebanan, pengecekan kebenaran analisis serta *output* pemodelan, desain penulangan portal struktur utama *open frame yaitu* balok, kolom, dan join balok kolom (JBK), perencanaan lingkup proyek dan perhitungan volume pekerjaan, perhitungan produktivitas dan estimasi durasi tiap aktivitas, hubungan antar aktivitas dan merencanakan penjadwalan proyek, menghitung harga satuan tiap aktivitas dan menyusun, perencanaan biaya proyek, kurva biaya-waktu proyek dan laporan perencanaan proyek.

Bahan Kajian:

1. Konsep filosofi perancangan struktur, *open frame*, dan konsep *Strong Column Weak Beam*.
2. *Preliminary design* struktur bangunan gedung SRPMK.
3. Desain elemen struktur pelat, balok anak, dan tangga.
4. Analisis struktur yang meliputi pemodelan, pembebanan, pengecekan kebenaran analisis serta *output* pemodelan.
5. Desain penulangan portal struktur utama *open frame yaitu* balok, kolom, dan join balok kolom (JBK).
6. Perencanaan lingkup proyek dan perhitungan volume pekerjaan.
7. Perhitungan produktivitas dan estimasi durasi tiap aktivitas.
8. Hubungan antar aktivitas dan merencanakan penjadwalan proyek.
9. Menghitung harga satuan tiap aktivitas dan menyusun perencanaan biaya proyek.
10. Kurva biaya-waktu proyek.
11. Laporan perencanaan proyek.

b. MK Perancangan Jalan dan Jembatan (3 sks - CS 234701)

Perancangan Jalan dan Jembatan merupakan mata kuliah yang berisi mengenai morfologi sungai dan topografi di lokasi jembatan, menentukan muka air banjir dan memprediksi kedalaman *scouring*, desain alinemen vertikal jalan raya, merencanakan pelat lantai kendaraan dan gelagar memanjang, menganalisis penampang balok beton pratekan dan desain *layout* kabel prategang dan perencanaan pondasi bangunan bawah.

Pengerjaan dilakukan dengan waktu:

- Hidroteknik (1 minggu)
- Transport (2 minggu)
- Struktur (8 minggu)
- Geoteknik (5 minggu)

Bahan Kajian:

1. Morfologi sungai dan topografi di lokasi jembatan.
2. Menentukan muka air banjir dan memprediksi kedalaman *scouring*.
3. Desain alinemen vertikal jalan raya.
4. Merencanakan pelat lantai kendaraan dan gelagar memanjang.
5. Menganalisis penampang balok beton pratekan.
6. Desain *layout* kabel prategang dan perencanaan pondasi bangunan bawah.

2. Teknik Geomatika

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Geomatika adalah MK Kemah Kerja yang terletak di semester VI. MK tersebut melibatkan keseluruhan RMK yang ada di Prodi.

MK Kemah Kerja (4 sks - CM234631)

Mata kuliah Kemah Kerja merupakan salah satu mata kuliah aplikatif yang ada di Jurusan Teknik Geomatika. Maksudnya adalah mata kuliah ini merupakan aplikasi dari beberapa mata kuliah yang sudah didapatkannya sampai di semester 5. Yang diharapkan dari mata kuliah kemah kerja ini adalah mahasiswa mendapatkan pengalaman secara nyata di lapangan (dengan kondisi lapangan sebenarnya) dari suatu kegiatan pemetaan yang mengintegrasikan beberapa mata kuliah baik itu dengan menggunakan metode terestris maupun yang lain pada suatu daerah dan waktu yang sudah tertentu.

Dengan demikian mahasiswa mampu mengumpulkan data secara langsung dengan metode terestris (*total station*), *extra* terestris (GPS), *remote sensing*, *interview* (toponimi), mengolah data dan menganalisa hasil pengukuran. Selain itu mahasiswa juga diharapkan mampu membuat peta secara lengkap dan akurat serta mampu menyajikan dalam bentuk laporan berupa buku dan presentasi hasil. Kemah Kerja ini juga merupakan bentuk pengabdian masyarakat (PPM) Jurusan Teknik Geomatika, dimana hasil akhir dari kemah kerja ini berupa peta yang bisa digunakan oleh desa / wilayah yang dijadikan objek pemetaan.

Bahan Kajian:

1. Metode pemahaman Kerangka Acuan Kerja (KAK), survei pendahuluan dan proposal teknis pelaksanaan.
2. Metode pembuatan desain jaring kerangka kontrol horisontal dan kerangka kontrol vertikal dan distribusi *Ground Control Point* (GCP) sesuai wilayah masing-masing.
3. Metode pengukuran secara terestris, ekstraterestris, fotogrametri (wahana UAV), dan penginderaan jauh.
4. Metode desain kuisioner.
5. Metode pengolahan data survey terestris, ekstraterestris, fotogrametri (wahana UAV), dan penginderaan jauh.
6. Survei nama rupabumi dan toponimi.
7. Kartografi dan penyajian peta potensi desa.
8. Metode control kualitas dan validasi.

3. Teknik Geofisika

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Geofisika adalah MK Kuliah Lapangan Terpadu 2 yang terletak di semester VII sebesar 4 sks.

MK Kuliah Lapangan Terpadu 2 (4 sks - CF234723)

Mata kuliah ini adalah sebagai *capstone* dimana mahasiswa mendapatkan pengalaman lapangan dalam implementasi dan manajemen eksplorasi geofisika dan eksplorasi geologi yang didapatkan dari pembelajaran mata kuliah-mata kuliah sebelumnya mulai dari perencanaan, akuisisi data, pemrosesan dan interpretasi data geologi-geofisika sehingga pemahaman dasar tentang konsep/prinsip dasar eksplorasi dan teknik yang efektif dan efisien

dalam mencapai waktu dan target eksplorasi. Kegiatan dilakukan dalam kerja kelompok (*Collaboration/Group Based Project*) untuk sebuah problem kebumian (*Problem Based Learning*) sehingga siswa dapat berpikir kritis dan melatih bertanggungjawab terhadap pekerjaan kelompok dan individu untuk mencapai tujuan bersama.

Berikut beberapa MK Inti yang menunjang MK *Capstone Design*: Eksplorasi Seismik, Eksplorasi Geolistrik, Eksplorasi Elektromagnetik, dan Eksplorasi Gaya Berat dan Magnetik. Asesmen penilaian menggunakan rubrik yang terdiri atas presentasi dan laporan kemajuan, presentasi dan laporan akhir, *Individual Test-Written Assessment/Quiz*. MK *Capstone-Kuliah Lapangan Terpadu 2* bersifat tematik dan dikemas dalam bentuk Pengabdian Kepada Masyarakat sehingga MK ini bersifat kemitraan dan menjawab permasalahan/membantu kegiatan yang dihadapi mitra. Output dari MK *Capstone Design-Kuliah Lapangan Terpadu 2* ini adalah laporan, rekomendasi kepada mitra atas tujuan permasalahan yang telah didiskusikan di awal kegiatan serta diseminasi publikasi atau artikel.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mampu mengimplementasikan Metode Eksplorasi Geologi secara prosedural mulai dari konsep dasar, pengambilan/akuisisi data, pemrosesan data, dan pemodelan untuk menyelesaikan masalah kebumian secara mendalam.
2. Mampu menganalisis dan mengorganisasi data mulai dari merencanakan, mengumpulkan, mengolah data dan menginterpretasi hasilnya secara logis, sistematis, mandiri dan bertanggungjawab.

Bahan Kajian:

1. Observasi dan pemetaan geologi.
2. Pemetaan geofisika : Desain survey, pemrosesan, dan interpretasi/analisis metode eksplorasi geofisika: Metode Seismik, Metode Gaya Berat dan Magnetik, Metode Geolistrik, Metode Elektromagnetik.

4. Teknik Lingkungan

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Lingkungan adalah MK Desain Infrastruktur Lingkungan Berkelanjutan yang terletak di semester VII sebesar 4 sks.

MK Desain Infrastruktur Lingkungan Berkelanjutan (4 sks - CL234702)

Mata kuliah ini adalah *Capstone Design* dari kurikulum Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan. Pada mata kuliah ini, mahasiswa akan mengaplikasikan konsep pembangunan infrastruktur lingkungan secara terpadu dengan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan saat ini dan masa depan. Infrastruktur lingkungan yang didesain meliputi sistem penyediaan air minum, sistem pengelolaan air limbah, sistem pengelolaan sampah, dan pengelolaan kualitas udara. Hasil desain berupa *preliminary design* yang dilengkapi dengan rencana pelaksanaan proyek (anggaran biaya dan jadwal), analisis kelayakan investasi, dan rencana penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja serta Lingkungan (K3-L). Lingkup wilayah yang didesain dapat berupa perkotaan kecil, kawasan permukiman kampung, kawasan permukiman real estate, baik perencanaan wilayah yang baru maupun penataan wilayah yang sudah ada.

Mata kuliah ini diselenggarakan dengan metoda praktik secara berkelompok (2 mahasiswa) di bawah bimbingan dosen pengampu.

Mata kuliah *Capstone Design* diletakkan di semester VII karena MK tersebut merupakan puncak dari hampir semua MK yang telah diambil di semester I-VI. Berikut beberapa MK utama yang menunjang MK *Capstone Design*:

Pencemaran Udara dan Teknologi Pengendalian Emisi, Sistem Distribusi Air Minum, Sistem Penyaluran Air Limbah, Sistem Drainase Perkotaan, Unit Operasi, Unit Proses, Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum, Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Limbah, Perencanaan Pengelolaan Sampah, Perencanaan Tempat Pemrosesan Akhir.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mampu merencanakan dan melaksanakan proyek infrastruktur lingkungan permukiman secara terintegrasi
2. Mampu mengatasi permasalahan lingkungan di kawasan permukiman dan/atau perkotaan

3. Mampu menyajikan alternatif desain infrastruktur lingkungan permukiman dan memilih alternatif yang optimal dan efektif berdasarkan norma, standar, prosedur, dan kriteria
4. Mampu bekerja dalam tim secara efektif dan memberikan solusi atas konflik dalam teamwork
5. Mampu mengkomunikasikan hasil pelaksanaan proyek dalam bentuk lisan dan tulisan, dan menunjukkan kemampuan intrapersonal

Bahan Kajian:

Materi / bahan kajian MK, secara rinci, dengan penulisan secara berurut:

1. Pengantar desain infrastruktur lingkungan berkelanjutan
2. Analisis kondisi wilayah eksisting
3. Analisis kebutuhan infrastruktur lingkungan
4. Desain infrastruktur lingkungan (preliminary design) sesuai hasil analisis kebutuhan, meliputi:
 - a. unit air baku dan unit produksi air minum (sumur, pengolahan, reservoir);
 - b. jaringan pipa air minum, jaringan penyaluran air limbah (sewerage), jaringan penyaluran air hujan (drainase);
 - c. sistem pengolahan air limbah domestik dan rencana pemulihan lingkungan tercemar;
 - d. sistem pengumpulan, pengangkutan, dan pemrosesan akhir sampah;
 - e. taman kota/kawasan dan fasilitas olah raga berwawasan lingkungan, termasuk fasilitas pemantauan kualitas udara.
5. Rencana Anggaran Biaya pembangunan infrastruktur lingkungan
6. Penyusunan jadwal pelaksanaan pembangunan infrastruktur lingkungan (kurva S, *network planning*, *precedence*, dan lain-lain)
7. Rencana implementasi peraturan Kesehatan dan Keselamatan Kerja serta Lingkungan (K3-L), termasuk mitigasi bencana
8. Presentasi hasil desain.

I.5.3 Fakultas Teknologi Kelautan (FTK)

1. Teknik Perkapalan

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Perkapalan ada 4, yaitu MK Desain Kapal, MK Perencanaan Produksi Kapal, MK Desain Konstruksi Kapal yang terletak di semester VI dengan 3 sks, dan MK Tugas Akhir yang terletak di semester VIII sebesar 6 sks.

a. MK Desain Kapal (3 sks - MN234407)

Pada mata kuliah ini mahasiswa diberi tugas untuk membuat sebuah desain kapal mulai dari proses penentuan ukuran utama kapal, perhitungan teknis, hingga pembuatan desain rencana garis dan rencana umum salah satu jenis kapal (*general cargo, tanker, atau bulk carrier*). Tahapan penyelesaian mata kuliah ini meliputi:

- i. Permintaan *owner/operator*; meliputi jenis muatan/kapal, kapasitas angkut (ton atau satuan lain), Tonase (optional), kecepatan dinas dan percobaan, sarat maksimum (jika ada), klasifikasi yang dipakai, kapal pembanding dan persyaratan lain yang sesuai;
- ii. Regresi ukuran kapal; untuk kapal pembanding (perkiraan *payload*, perkiraan radius pelayaran, regresi ukuran utama terhadap *payload*;
- iii. Pemeriksaan persyaratan teknis dan regulasi; *resistance and propulsion*, pemilihan motor induk dan *gearbox* (jika diperlukan) dan perkiraan panjang kamar mesin, *lightweight* dan *deadweight*, perkiraan KG dan LCB bagian maupun gabungan, tonnage kapal, perkiraan berat dan titik berat, pemeriksaan volume dan/atau banyaknya container/ kendaraan penumpang, syarat dan trim, *intact stability* menurut SOLAS 1974, persyaratan MARPOL 73/78, lambung timbul menurut *International Load Line Convention* 1960, tonase kapal menurut *International Convention on Tonnage Measurement of Ships* 1966, perkiraan harga kapal dan biaya operasi;
- iv. *Lines plan*; pemeriksaan bentuk *lines plan* di haluan dan buritan, pemeriksaan displasemen, LCB, semua koefisien, setengah sudut masuk, luas penampang bulb;
- v. *General arrangement*; pemeriksaan kapasitas ruang muat, pemeriksaan luas berbagai ruangan (akomodasi dll) menurut

Maritime Labour Conventions and Recommendations 1994 no. 92, 133, 140 dan 141 dan lainnya dari ILO, tangga naik dan turun, terutama ke Kamar Mesin.

b. MK Desain Konstruksi Kapal (3 sks - MN234501)

Mata Kuliah ini membahas tentang aplikasi teori pada perancangan struktur kapal. Mata Kuliah ini menjadi dasar pengetahuan dan ketrampilan yang harus dimiliki bagi seorang *Naval Engineer* yang bekerja di sebuah industri perkapalan. Dalam mata kuliah ini mahasiswa akan belajar tentang aplikasi sistem konstruksi kapal khususnya di bagian penampang tengah (*midship section*), kamar mesin, sekat ceruk haluan, rencana profil, kekuatan memanjang kapal. Pokok bahasan dalam mata kuliah ini meliputi sistem konstruksi; beban dan konstruksi alas, lambung dan geladak kapal pada bagian ceruk buritan, kamar mesin, bagian tengah, ceruk haluan dan salah satu sekat; konstruksi penampang melintang dan rencana konstruksi, massa dan titik pusat kapal kosong; distribusi beban, gaya lintang, momen lengkung, dan tegangan normal.

c. MK Perencanaan Produksi Kapal (3 sks - MN 234603)

Pada mata kuliah ini, mahasiswa akan diberikan tugas secara terstruktur terkait pembuatan kurva Bonjean dan perhitungan peluncuran kapal, kemudian dilanjutkan dengan tugas membagi blok kapal dan berat blok kapal, membuat gambar 3D gambar salah satu blok kapal, membuat gambar kerja, menghitung *list of material*, menghitung kebutuhan jam orang dan menentukan kebutuhan *main equipment*. Pokok bahasan dalam mata kuliah ini meliputi:

1. Kurva Bonjean: perhitungan, pembuatan kurva, skala kurva bonjean.
2. Peluncuran Kapal: perhitungan peluncuran periode I, II dan III; diagram peluncuran, kondisi peluncuran, kegagalan peluncuran.
3. Blok *Division* Kapal: *Crane capacity*, ukuran pelat kapal, konstruksi kapal, panduan membagi blok kapal.
4. Metode Perhitungan Berat Kapal: perhitungan berat konstruksi, perhitungan titik berat konstruksi.
5. AutoCAD 3D *Modelling*.
6. *Bill of Material & Bill of Quantity: nesting, list of piece part, list of quantity*.

7. *Productivity & Scheduling*: efektif, efisiensi, utilitas, *duty cycle*, *productivity*, *scheduling*.
8. *Yard Main Equipment*: Bengkel preparation, bengkel fabrikasi, bengkel Assembly, *Erection facility*.

d. MK Tugas Akhir (6 sks - MN 234801)

Pada mata kuliah ini mahasiswa menyusun suatu karya ilmiah dari hasil penelitian atau sebuah desain dari ide-ide baru yang kreatif. Karya ilmiah yang disusun dari hasil penelitian maupun desain yang dibuat dari ide kreatif dimulai dari latar belakang, maksud dan tujuan dilaksanakannya penelitian maupun desain tugas akhir, obyek yang akan diteliti atau didesain, hingga didapatkan solusi dari suatu permasalahan yang diangkat dari penelitian yang dikerjakan atau didapatkan desain dari ide kreatif yang diusulkan.

Mata kuliah *Capstone Design* Tugas Akhir diletakkan di semester VIII karena MK tersebut memiliki beberapa MK prasyarat yaitu MK Desain Konstruksi Kapal (semester V) dan MK Metodologi Penelitian (semester VII). Untuk evaluasi penilaian terdiri dari ujian progress dan dan sidang akhir. Output dari MK *Capstone Design* Tugas Akhir ini adalah laporan Tugas Akhir dan hasil desain.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa mampu membentuk sikap mental ilmiah;
2. Mahasiswa mampu mengungkapkan gagasan baik dalam bentuk tulisan maupun lisan secara ilmiah;
3. Mahasiswa mampu mengidentifikasi dan merumuskan masalah penelitian atau desain yang berdasarkan rasional tertentu yang dinilai penting dan bermanfaat ditinjau dari beberapa aspek;
4. Mahasiswa mampu melaksanakan penelitian atau desain, mulai penyusunan, pelaksanaan, sampai pelaporan;
5. Mahasiswa mampu melakukan kajian secara kuantitatif dan/atau kualitatif, serta menyusun kesimpulan yang jelas;
6. Mahasiswa mampu mempresentasikan dan mempertahankan hasil Tugas Akhir dalam ujian lisan di hadapan tim penguji.

Bahan Kajian:

1. Latar Belakang penelitian atau rencana desain
2. Penentuan desain dan batasan masalah
3. Diagram alir proses

4. Proses penelitian dan/atau pembuatan desain
5. Penentuan solusi masalah
6. Pengambilan keputusan dan kesimpulan

2. Teknik Kelautan

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Kelautan adalah MK Perencanaan Sistem Infrastruktur Kelautan yang terletak di semester VI sebesar 3 sks.

MK Perencanaan Sistem Infrastruktur Kelautan (3 sks - MO234603)

Mata kuliah ini merupakan mata kuliah wajib yang dikerjakan secara kelompok agar mahasiswa mampu bekerjasama membuat perencanaan sistem kelautan. Mata kuliah ini mengintegrasikan beberapa muatan mata kuliah dan menggunakannya untuk menyelesaikan studi kasus yang dapat dipilih oleh tiap kelompok mahasiswa, dan dikerjakan selama satu semester dengan diakhir ujian presentasi di depan beberapa dosen penguji. Ruang lingkup materi mata kuliah meliputi perencanaan proyek, penentuan skala produksi dan skala sistem, proses bisnis atau produksi, perencanaan fasilitas pendukung, perancangan struktur penopang yang dapat terapung atau terpancang berdasarkan panduan *standard & code* yang dapat diambil dari tugas perancang sebelumnya, analisis konstruksi, mobilisasi dan instalasi dengan prinsip sistem operasi kelautan, perhitungan biaya konstruksi dan perawatan, analisis keekonomian, analisis keselamatan kerja, analisis dampak dan pengelolaan pencemaran.

Mata kuliah *Capstone Design* diletakkan di semester VI karena MK tersebut merupakan puncak dari hampir semua MK yang telah diambil di semester I-V. Berikut beberapa MK utama yang menunjang MK *Capstone Design*:

1. Teori Bangunan Apung
2. Perancangan Dasar Bangunan Apung
3. Hidrodinamika Bangunan Laut
4. Teknologi Migas dan Sumber Daya Kelautan
5. Ekonomi Teknik & Manajemen Proyek
6. Teknologi Produksi dan Perawatan Bangunan Laut
7. Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Terpadu

MK *Capstone Design* ini merupakan *Project Based Learning* yang dikerjakan secara berkelompok oleh tiga hingga empat orang mahasiswa dan dikerjakan selama satu semester. Untuk evaluasi penilaian terdiri dari asistensi progress, presentasi hasil akhir, serta pameran poster dan maket pada Pekan Konferensi Perencanaan Sistem Infrastruktur Kelautan (PSIK). Output dari MK *Capstone Design* ini adalah laporan akhir yang dapat digunakan sebagai dasar perancangan Feasibility Study sistem infrastruktur kelautan.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa mampu memahami konsep perencanaan proyek sistem infrastruktur kelautan;
2. Mahasiswa memahami konteks ekonomi/bisnis dan teknologi sistem infrastruktur kelautan yang direncanakan;
3. Mahasiswa mampu merencanakan proses produksi atau proses bisnis dan penentuan skala sistem infrastruktur kelautan;
4. Mahasiswa mampu merencanakan fasilitas pendukung untuk sistem infrastruktur kelautan;
5. Mahasiswa memahami panduan, standard & codes untuk perencanaan fasilitas pendukung dalam bentuk bangunan laut terpancang atau terapung;
6. Mahasiswa memahami komputasi kekuatan dari struktur bangunan laut terpancang atau terapung;
7. Mahasiswa merencanakan metode kontruksi, mobilisasi dan instalasi ;
8. Mahasiswa mampu menghitung nilai keekonomian yakni perhitungan biaya konstruksi dan perawatan;
9. Mahasiswa mampu merencanakan metode keselamatan kerja dari sistem infrastruktur kelautan;
10. Mahasiswa mampu melakukan analisis dampak dan pengelolaan pencemaran dari sistem infrastruktur kelautan sesuai regulasi dan kebijakan yang berlaku.

Bahan Kajian:

1. Penjelasan umum dan guideline pengerjaan proyek system infrastruktur kelautan
2. Konteks ekonomi/bisnis dan teknologi sistem infrastruktur kelautan yang direncanakan

3. Perencanaan proses produksi atau proses bisnis dalam system infrastruktur kelautan, dan penentuan skala system
4. Perencanaan fasilitas pendukung
5. Panduan, *standard & codes* dalam perencanaan bangunan laut terpancang atau terapung
6. Perencanaan dan penentuan ukuran utama, serta desain struktur terpancang atau terapung
7. Komputasi kekuatan lokal struktur pendukung utama
8. Komputasi respons struktur untuk sejumlah kondisi pembebanan dan eksitasi kombinasi beban lingkungan dari arus, angin dan gelombang
9. Analisis untuk menentukan operabilitas struktur sesuai dengan kriteria yang berlaku
10. Membuat gambar rencana sistem dan fasilitas utama serta Pendukung
11. Perencanaan metode konstruksi, mobilisasi dan instalasi
12. Perhitungan biaya konstruksi dan perawatan
13. Perencanaan keselamatan kerja
14. Analisis dampak dan pengelolaan pencemaran berdasarkan regulasi dan kebijakan yang berlaku.

3. Teknik Sistem Perkapalan

MK *Capstone Design* di Prodi Teknik Sistem Perkapalan adalah MK Desain 4 : Sistem Permesinan & Kelistrikan Kapal yang terletak di semester VIII sebesar 4 sks.

MK Desain 4 : Sistem Permesinan & Kelistrikan Kapal (4 sks - ME234701)

Pada mata kuliah ini mahasiswa merencanakan desain sistem permesinan dan sistem kelistrikan kapal. Pada perencanaan desain sistem permesinan mahasiswa mempelajari beberapa materi sebagai berikut:

- Jenis sistem perpipaan di kapal sesuai fungsi, dan aplikasinya di kapal.
- Aturan pemilihan ukuran, material, dan nomor schedule pipa yang sesuai dengan aturan badan klasifikasi kapal
- Perhitungan, penentuan spesifikasi peralatan, dan membuat keyplan pada sistem bilga dan sistem OWS

- Perhitungan, penentuan spesifikasi peralatan, dan membuat keyplan pada sistem ballast
- Perhitungan, penentuan spesifikasi peralatan, dan membuat keyplan pada sistem firemain
- Macam-macam system yang terkait dengan penunjang motor induk dan motor bantu
- Jenis bahan bakar pada motor induk dan motor bantu kapal, skema diagram system bahan bakar, serta mampu menganalisa dengan benar besaran yang dibutuhkan dalam perencanaan system bahan bakar di kapal
- Jenis minyak pelumas pada motor induk kapal, skema diagram system pelumas, serta akan mampu menganalisa dengan benar besaran yang dibutuhkan dalam perencanaan system pelumas di kapal
- Tipe sistem pendingin pada motor induk kapal, skema diagram system pendingin, serta akan mampu menganalisa dengan benar besaran yang dibutuhkan dalam perencanaan system pendingin di kapal
- Fungsi dan skema diagram sistem start dan udara tekan, serta akan mampu melakukan perhitungan dengan benar besaran yang dibutuhkan dalam perencanaan system start dan udara tekan
- Definisi dan aturan, skema diagram sistem domestic dan air ventilation
- Perencanaan dan penggambaran Engine Room Layout

Sedangkan untuk perencanaan desain sistem kelistrikan kapal mahasiswa mempelajari materi-materi sebagai berikut:

- Prinsip dasar untuk menghitung parameter-parameter pada sebuah sistem kelistrikan di kapal
- Perencanaan kebutuhan lampu dan stop kontak pada kapal
- Perencanaan kebutuhan emergency source of electrical power (ESEP) pada kapal
- Perencanaan kebutuhan main genset pada kapal
- Perencanaan wiring diagram untuk panel penerangan pada kapal
- Perencanaan wiring diagram untuk panel peralatan power, peralatan DC, serta wiring diagram MSB pada kapal

- Penggambaran one line diagram sistem kelistrikan kapal
Mata kuliah *Capstone Design* diletakkan di semester VII karena MK tersebut merupakan puncak dari:

- MK Desain, yaitu:
 - Desain 1: Rencana Garis (ME234307), 2 SKS, semester 3
 - Desain 2: Propeller & Sistem Perporosan (ME234407), 2 SKS, semester 4
 - Desain 3: Rencana Umum & Keselamatan (ME234506), 2 SKS, semester 5
- MK Penunjang Utama, yaitu :
 - Listrik Perkapalan (ME234502), 4 SKS, semester 5
 - Pengaturan Udara & Sistem Pendingin (ME234503), 3 SKS, semester 5
 - Sistem Perpipaian Kapal (ME234504), 3 SKS, semester 5

MK *Capstone Design* ini merupakan Project Based Learning yang dikerjakan secara individu dan dikerjakan selama satu semester. Untuk evaluasi penilaian terdiri dari progress dan sidang akhir, serta ujian komprehensif yang harus sudah diambil dan lulus sebagai prasyarat untuk mengikuti sidang akhir. Output dari MK *Capstone Design* ini adalah laporan desain sistem permesinan, kelistrikan kapal dan ruang kamar mesin.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Memahami konsep serta teori sistem permesinan sehingga mampu merancang sistem permesinan dengan mempertimbangkan ketentuan regulasi badan klasifikasi dan statutory.
2. Memahami konsep serta teori sistem kelistrikan sehingga mampu merancang sistem kelistrikan dengan mempertimbangkan ketentuan regulasi badan klasifikasi dan statutory.
3. Mampu mengambil keputusan secara mandiri dalam proses perancangan sistem permesinan dan kelistrikan Kapal, serta dapat menjelaskan hasil rancangan secara verbal dalam kelompok kerja.
4. Mampu membuat laporan secara mandiri dalam proses perancangan Sistem Permesinan dan Kelistrikan Kapal, yang terdiri dari: filosofi desain, detail perhitungan, dan spesifikasi teknis maupun gambar.

Bahan Kajian:

A. *Machinery system* terdiri dari 12 dokumen / filosofi desain, yaitu:

1. *List codes of Equipment*
2. *Bilge System*
3. *Oily-Water Bilge System*
4. *Ballast System*
5. *Fire Main System* *Fuel Oil System*
6. *Lubricating Oil System*
7. *Engine Cooling System*
8. *Compressed Air System*
9. *Domestic System*
10. *Engine Room Air Ventilation System*
11. *Engine Room Layout*

B. *Electrical* terdiri dari 8 dokumen / filosofi desain:

1. *Lightings and Electric Terminals*
2. *Communication and Navigation Equipments*
3. *Emergency Source of Electricity Power (ESEP)*
4. *Generator & Shore Connection*
5. *Wiring Diagram of Lighting Panel*
6. *Wiring Diagram of Power Panel*
7. *Wiring Diagram of Main Switch Board*
8. *One Line Diagram*

4. Teknik Transportasi Laut

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Transportasi Laut adalah MK Perencanaan Transportasi Laut yang terletak di semester VII.

MK Perencanaan Transportasi Laut (4 sks - MS234703)

- Tugas Perencanaan Transportasi Laut merupakan mata kuliah terapan dari bidang ilmu Bisnis Pelayaran, Manajemen Pelabuhan, Rekayasa Logistik dan Metode Pengambilan Keputusan.
- CPLMK: mahasiswa mampu merencanakan, memodelkan dan merancang transportasi laut secara terintegrasi (kapal, jaringan transportasi laut dan pelabuhan).

- Dalam pelaksanaannya mahasiswa akan dihadapkan pada suatu topik permasalahan terkini di bidang transportasi laut sehingga dituntut untuk memberikan alternatif solusi dari permasalahan tersebut.
- Mahasiswa dibagi dalam kelompok (2 mahasiswa per kelompok), masing – masing kelompok mendapatkan penugasan dengan variasi kapal, rute, volume muatan, dan sebagainya. Untuk selanjutnya mahasiswa harus menentukan jenis dan rute kapal optimum serta desain pola operasi dan fasilitas Pelabuhan.

5. Teknik Lepas Pantai

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Lepas Pantai adalah MK Tugas Akhir yang terletak di semester VIII sebesar 5 sks.

MK Tugas Akhir (5 sks - MP234838)

Pada mata kuliah ini mahasiswa mendesain sebuah Struktur Lepas Pantai dari data permasalahan Perusahaan *offshore*/Lepas Pantai yang didapat saat Kerja Praktek atau saat Magang atau saat yang lain yang dinyatakan cukup untuk diangkat sebagai judul Tugas Akhir. Dengan kelengkapan data permasalahan yang didapat menyangkut objek/struktur/bagian struktur, geomeri dari objek, material dari objek, fungsi objek, permasalahan yang ada, data lingkungan:kedalam perairan, kondisi dasar laut, angin, pasang surut, gelombang, arus dan data gempa setempat yang sesuai, maka mahasiswa dapat membuat proposal Tugas Akhir yang dilengkapi dengan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Manfaat, Batasan dari Proposal Tugas Akhir yang diusulkan untuk diuji oleh Tim Penguji pada ujian Proposal Tugas Akhir, lalu kemajuannya juga ada ujian oleh Tim Penguji kemajuan Tugas Akhir untuk mengetahui apakah ada kendala atau tidak dan bisa disarankan jalan keluarnya, dan pada akhirnya ada ujian akhir oleh Tim Penguji dari Tugas Akhir yang telah diselesaikan selama maksimal 2 semester. Tim Penguji oleh beberapa dosen penguji pada bidangnya dan minimal salah satu dosen pembimbing.

Mata kuliah *Capstone Design* diletakkan di semester VIII karena MK tersebut merupakan puncak dari hampir semua MK yang telah diambil di semester I-VII. Hampir semua mata kuliah yang menunjang

MK Capstone Design. *MK Capstone Design* ini merupakan *Project Based Learning* yang dikerjakan secara mandiri oleh seorang mahasiswa dan dibimbing oleh 1 atau 2 dosen pembimbing, serta dikerjakan selama satu semester atau dua semester. Untuk evaluasi penilaian terdiri dari ujian Proposal, ujian Progress dan ujian Akhir Tugas Akhir yang harus sebelumnya dilakukan Seminar yang diikuti oleh beberapa mahasiswa dan dosen pembimbingnya.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan dengan baik latar belakang permasalahan.
2. Mahasiswa mampu memahami konsep dan dapat dengan baik
 - a. Merumuskan masalah penelitian
 - b. Merumuskan tujuan penelitian
 - c. Merumuskan hipotesis target penelitian
3. Mahasiswa mampu melakukan gap analisis dari topic penelitian dengan melakukan kajian pustaka secara cukup
4. Mahasiswa mampu menentukan pendekatan ilmiah dan metode penelitian yang sesuai dengan perkembangan
5. Mahasiswa mampu melakukan analisis sesuai dengan metode penelitian
6. Mahasiswa mampu menarik kesimpulan secara ilmiah dari topic penelitian
7. Mahasiswa mampu menulis buku laporan tugas akhir sesuai kaidah penulisan ilmiah, mampu membuat jurnal bertaraf Nasional dan/ atau International untuk seminar/jurnal di tingkat Nasional/International

Bahan Kajian:

1. Latar Belakang dari kondisi perusahaan dan kondisi objek.
2. Rumusan Masalah.
3. Tujuan Tugas Akhir
4. Manfaat dari Penyelsaian
5. Batasan Masalah
6. Sistematika Penulisan
7. Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori
8. Diagram alir proses/ Metode Penelitian
9. Rencana *Schedule* Pengerjaan Tugas Akhir

10. Daftar Pustaka

I.5.4 Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas (FTEIC)

1. Teknik Biomedik

MK *Capstone Project* di Prodi Sarjana Teknik Biomedik adalah MK *Project Design* yang terletak di semester VI sebesar 4 sks.

MK Project Design (4 sks - EB234603)

Pada mata kuliah ini mahasiswa belajar untuk melakukan analisa dari *review* literatur yang berkaitan dengan disiplin ilmu Teknik Biomedik. (literatur *review* (sesuai dengan spesialisasi setiap mahasiswa) dalam bentuk jurnal, *book chapter*) kemudian melakukan rancangan awal usulan proyek berdasarkan *review* literatur (rancangan usulan proyek). Setelah usulan tersebut dibuat, kemudian mahasiswa melakukan perbaikan dan koreksi dari rancangan usulan proyek yang diperlukan (pembahasan rancangan usulan proyek). Dengan demikian, mahasiswa diharapkan memahami prinsip *entrepreneurship* dalam melakukan perancangan usulan proyek serta memaparkan hasil akhir dari usulan proyek yang dirancang.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa mampu melakukan analisa dari review literatur yang berkaitan dengan disiplin ilmu Teknik Biomedik.
2. Mahasiswa mampu melakukan rancangan awal usulan proyek berdasarkan *review* literatur.
3. Mahasiswa mampu melakukan perbaikan dan koreksi dari rancangan usulan proyek yang sudah dibuat.
4. Mahasiswa memahami prinsip *entrepreneurship* dalam melakukan perancangan usulan proyek.
5. Mahasiswa mampu memaparkan hasil akhir dari usulan proyek yang dirancang.

Bahan Kajian:

1. Literatur *review* (sesuai dengan spesialisasi setiap mahasiswa) dalam bentuk jurnal, *book chapter*
2. Rancangan usulan proyek
3. Pembahasan rancangan usulan proyek
4. *Entrepreneurship*
5. Paparan final proyek disain

2. Teknologi Informasi

MK *Capstone Project* di Prodi Sarjana Teknologi Informasi adalah MK ET234602 Pengembangan Sistem dan Teknologi Informasi (*Capstone Project*) yang terletak di semester VI sebesar 3 sks.

MK Pengembangan Sistem dan Teknologi Informasi (*Capstone Project*) (3 sks - ET234602)

Pada mata kuliah ini, mahasiswa mengembangkan system dan teknologi informasi mulai dari perencanaan kebutuhan dengan memperhatikan kebutuhan pengguna serta ketersediaan alternatif solusi yang ada, kemudian membuat perencanaan terpadu dan holistic terkait system dan teknologi informasi yang mengacu pada teknologi terkini serta solusi cerdas.

Perencanaan terpadu yang dilakukan mencakup perencanaan alur program, perencanaan basis data, perencanaan IoT atau embedded system jika terkait pembuatan alat, perencanaan layanan awan (*cloud computing services*), perencanaan pendekatan *machine learning* atau kecerdasan *artificial* atau *big data analysis*, serta perencanaan terkait pengamanan system (*cybersecurity*).

Mata kuliah Pengembangan Sistem dan Teknologi Informasi (*Capstone Project*) diletakkan di semester 6 pada kurikulum Sarjana Teknologi informasi sesuai dengan struktur kurikulum OBE ITS, yang memaksimalkan bahwa mata kuliah inti untuk pemenuhan CPL diselenggarakan pada semester 1 sampai dengan 5. Mata kuliah-mata kuliah yang menjadi tumpuan *Capstone Project* telah dijadwalkan pada semester 1-5, yaitu: ET234204 Sistem Basis Data (semester 2), ET234303 *Internet of Things* (semester 3), ET234306 Komunikasi Data dan Jaringan Komputer (semester 3), ET234305 Pemrograman Web (semester 3), ET234401 Manajemen Insiden Keamanan Siber, ET234403 Teknologi Komputasi Awan (semester 4), ET234404 *Big Data* dan *Data Lakehouse* (semester 4), ET234405 Kecerdasan Artifisial dan *Machine Learning* (semester 4), ET234406 Integrasi Sistem (semester 4), ET234502 Keamanan Web dan Aplikasi (semester 5), ET234504 Teknologi *Smartcity* (semester 5), dan ET234506 Pemrograman *Mobile* (semester 5).

Mata kuliah *Capstone Project* ini dapat mencakup proyek-proyek system dan teknologi yang lebih luas sesuai dengan kebutuhan

pengguna, yang dimungkinkan dengan telah diberikannya mata kuliah-mata kuliah berikut: ET234202 Enterprise, ET234501 Kriptografi, ET234503 Tata Kelola Teknologi Informasi, 5 ET234505 Strategi Optimasi Komputasi Awan. Bersamaan dengan pengambilan MK *Capstone Project*, mahasiswa juga mempelajari Interaksi Manusia Komputer, untuk perencanaan dan penerapan pengalaman pengguna yang baik.

Proses pembelajaran MK *Capstone Project* dilakukan dengan penugasan berkelompok atau melalui alih kredit kegiatan MBKM yang setara.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Proyek yang mengintegrasikan dan menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang telah dipelajari
2. Menghasilkan keluaran berupa sistem/aplikasi

Bahan Kajian:

1. Isu sosial dan praktik professional
2. Tata kelola Teknologi Informasi dan manajemen sumber daya
3. Identifikasi dan evaluasi risiko
4. Isu-isu lingkungan
5. Masalah etika, hukum, dan privasi
6. Hak milik intelektual
7. Kerja tim dan manajemen konflik

3. Sistem Informasi

MK *Capstone Project* di Prodi Sarjana Sistem Informasi terdiri dari 1 MK, yaitu MK SI *Capstone* 4 SKS yang terletak di semester VII.

MK SI Capstone (4 sks - ES234631)

SI *Capstone* adalah pembelajaran berbasis proyek dengan studi kasus di lingkungan sekitar yang mendorong mahasiswa menerapkan apa yang sudah dipelajari di Sistem Informasi. SI *Capstone* memberi kebebasan bagi mahasiswa untuk menyelesaikan masalah yang ada dengan pendekatan yang benar dan terstruktur. SI *Capstone* dilaksanakan secara mandiri tanpa mengabaikan aspek pembimbingan dalam mengerjakannya. Dalam mata kuliah ini mahasiswa diminta untuk menyelesaikan permasalahan berdasarkan pembelajaran yang telah dilakukan dari matakuliah Manajemen Proyek Tangkas, Perencanaan dan Pengembangan Perangkat Lunak

dsb, dengan solusi dan kreativitas yang dimiliki, akan tetapi mahasiswa diberikan kesempatan untuk berdiskusi dengan mentor atau narasumber yang bisa membantu memberikan arahan terkait solusi dari permasalahan yang dihadapi. Mahasiswa mendemonstrasikan hasil implementasi yang telah dilakukan.

Capaian Pembelajaran MK:

1. mempraktikkan pembelajaran manajemen proyek tangkas
2. mempraktikkan pembelajaran perencanaan dan pengembangan perangkat lunak
3. mengimplementasikan pembelajaran berbasis proyek dengan studi kasus di lingkungan sekitar
4. mendemonstrasikan hasil implementasi proyek yang telah dilakukan

Bahan Kajian:

1. Pembelajaran Matakuliah Manajemen Proyek Tangkas
2. Pembelajaran Matakuliah Perencanaan dan Pengembangan Perangkat Lunak

4. Inovasi Digital

MK *Capstone Project* di Prodi Sarjana Inovasi Digital terdiri dari 1 MK, yaitu MK Kewirausahaan & Inovasi Sosial 4 SKS yang terletak di semester VI.

MK Kewirausahaan & Inovasi Sosial (4 sks - EI234630)

Membantu wirausahawan sosial merevolusi model inovasi dibidang pendidikan, lingkungan, kemiskinan, perawatan kesehatan, keadilan social dan sejenisnya. Mata kuliah ini mengajak peserta untuk memahami secara mendalam tentang apa itu inovasi sosial dan bagaimana menjadi inovator sosial. Oleh karena itu, di akhir kuliah peserta ditantang untuk menciptakan ide-ide solusi masalah social yang membawa perubahan radikal di masyarakat.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mengkalkulasi faktor-faktor yang memfasilitasi inovasi sosial dan mempengaruhi munculnya usaha-usaha sosial
2. Menemukan keragaman konteks kelembagaan, struktur organisasi, opsi pendanaan, dan insentif individu
3. Menyusun strategi untuk mengatasi tantangan dalam praktik-praktik usaha sosial

4. Menemukan relevansi manfaat usaha sosial bagi Masyarakat

Bahan Kajian:

1. Jenis-jenis inovasi sosial
2. Jelajahi kewirausahaan sosial
3. *Design thinking* untuk inovasi sosial
4. Kanvas model bisnis sosial
5. Dampak sosial
6. Studi kasus tentang inovasi sosial

5. Teknik Komputer

MK *Capstone Project* di Prodi Sarjana Teknik Komputer adalah MK Proyek Telematika yang terletak di semester VI sebesar 4 sks.

MK Proyek Telematika (4 sks - EC234601)

Mata kuliah ini diletakkan pada Semester VI, menekankan pada konsep *Capstone* yang menggabungkan kompetensi yang sudah dikuasai dari mata kuliah pada semester I sampai semester V untuk membuat produk baik berupa software maupun hardware. Pada awal perkuliahan, mahasiswa dibagi kedalam kelompok- kelompok, kemudian setiap kelompok diminta untuk menyampaikan rencana pembuatan produk. Produk yang akan dibuat bisa diusulkan oleh kelompok atau dari industri, pemerintah atau pihak lain yang diundang khusus oleh dosen pengampu atau departemen. Selain penerapan bidang yang berelasi dengan Teknik Komputer, mata kuliah ini juga melatih mahasiswa untuk menerapkan teori manajemen proyek, meningkatkan kompetensi bidang desain dan kompetensi di bidang bisnis. Selain terkait hard skill, mahasiswa juga mendapatkan peningkatan soft skill berupa kemampuan komunikasi, bekerjasama dan melakukan *branding* sebuah produk, analisa ekonomi untuk melihat apakah produk yang dibuat layak dari sisi ekonomi untuk dikembangkan.

Model pembelajaran yang digunakan dalam mata kuliah ini lebih banyak berupa *Project Based Learning*, dan *Small Group Discussion*. Pemantauan proyek dilakukan setiap minggu perkuliahan yang dilakukan oleh beberapa dosen pengampu yang berasal dari laboratorium yang berbeda. Evaluasi dilakukan minimal 4 (empat) kali berupa 3 kali evaluasi progress pengerjaan proyek dan 1 kali evaluasi

akhir di pertemuan terakhir untuk menilai capaian terakhir dari proyek yang sudah dikerjakan.

Berikut adalah beberapa mata kuliah yang menunjang Proyek Telematika, diantaranya: Rangkaian Elektronika, Sistem Manajemen Basis Data, Jaringan Komputer, Sistem Mikroprosesor dan Mikrokontroller, Pengolahan Citra dan Video, Sistem Tertanam, Desain dan Aplikasi *Internet of Things*, Sekuriti Sistem Komputer dan Pembelajaran Mesin.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip dan praktik dalam membuat produk atau sistem yang terkait teknologi Telematika.
2. Mahasiswa mampu mengintegrasikan dan/atau menerapkan apa yang dipelajari di pendidikan umum mereka dan mata kuliah mayor/minor (dan ko-kurikuler) kegiatan, sebagaimana mestinya).
3. Mahasiswa mampu mengimplementasikan proyek untuk memecahkan masalah rekayasa menggunakan teknologi Telematika
4. Mahasiswa dipersiapkan untuk terus belajar, masa depannya, capaian secara akademik dan/atau profesional, dan peran mereka sebagai anggota dari berbagai komunitas.
5. Mahasiswa mampu mengkomunikasikan bagaimana kontribusi Proyek *Capstonenya*.

Bahan Kajian:

1. Elektronika dan Sistem Tertanam
2. Sistem Manajemen Basis Data
3. Jaringan dan Sekuriti Komputer
4. Pengolahan Citra dan Video
5. *Internet of Things*
6. Kecerdasan Artifisial

6. Rekayasa Perangkat Lunak

MK *Capstone Project* di Prodi Sarjana Rekayasa Perangkat Lunak adalah MK Proyek Perangkat Lunak yang terletak di semester VI sebesar 4 sks.

MK Proyek Perangkat Lunak (4 sks - ER234601)

Mata kuliah "Proyek perangkat Lunak" merupakan puncak perjalanan perkuliahan mahasiswa program studi Rekayasa Perangkat Lunak. Dalam mata kuliah ini, mahasiswa menerapkan pengetahuan

dan keterampilan yang telah mereka kembangkan selama masa studinya untuk menyelesaikan proyek besar di bidang rekayasa perangkat lunak. *Capstone Project* ini berupa pengembangan suatu produk perangkat lunak yang menjadi solusi bagi permasalahan yang relevan di dunia nyata.

MK Proyek Perangkat Lunak ini merupakan *Project Based Learning* yang dikerjakan secara berkelompok oleh empat orang mahasiswa dan dikerjakan selama satu semester di bawah bimbingan dosen. MK ini memberikan kesempatan mahasiswa untuk menerapkan prinsip, pendekatan, teknik, dan kakas bantu yang terbaik dalam proses pengembangan perangkat lunak untuk menghasilkan suatu produk dan artefak pendukungnya yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, serta telah mempertimbangkan semua aspek yang relevan terhadap lingkungan sistem dari produk perangkat lunak tersebut, serta mengevaluasi hasilnya. Solusi yang dirancang meliputi aspek-aspek terkait kelayakan, kebutuhan pengguna, perancangan, dan implementasi produk perangkat lunak.

Mata kuliah Proyek Perangkat Lunak diletakkan di semester VI karena MK tersebut merupakan puncak dari hampir semua MK yang telah di ambil di semester I-V. Berikut beberapa MK utama yang menunjang MK Proyek Perangkat Lunak: Pengembangan Perangkat Lunak, Dasar Pemrograman, Sistem Basis Data, Struktur Data, Pemrograman Berorientasi Obyek, Rekayasa Kebutuhan, Pemrograman Web, Perancangan Perangkat Lunak, Pemrograman Perangkat Bergerak, Interaksi Manusia dan Komputer, Arsitektur Perangkat Lunak, Pemrograman Berbasis Kerangka Kerja, Evolusi Perangkat Lunak, Pengujian Perangkat Lunak, Kualitas Perangkat Lunak, dan Manajemen Proyek Perangkat Lunak, serta yang relevan. Output dari MK Proyek Perangkat Lunak ini dapat berupa produk yang telah dideploy, baik dalam platform web, desktop, perangkat bergerak, sistem benam, ataupun yang lain.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa mampu mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh selama program studi Teknik Informatika untuk merancang dan mengembangkan solusi kreatif dan inovatif.

2. Mahasiswa mampu menilai implikasi etis dan sosial dari desain mereka.
3. Mahasiswa dapat berkolaborasi secara efektif dalam tim, berkomunikasi dengan baik, dan berkolaborasi dalam proyek desain yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, seperti klien, pengguna, dan tim teknis.
4. Mahasiswa mampu mengimplementasikan desain mereka ke dalam produk atau solusi yang nyata, serta mampu mengevaluasi kinerja dan efektivitasnya berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.
5. Mahasiswa dapat menjelaskan, mempertahankan, dan mengkomunikasikan secara efektif ide dan solusi desain mereka melalui presentasi lisan dan dokumen tertulis kepada berbagai audiens, termasuk rekan sejawat, pengajar, dan klien.

Bahan Kajian:

1. Dasar Pengembangan Perangkat Lunak (*Software Development Fundamental*, SDF, BK-5). *Software Development Fundamental* (SDF) mencakup seluruh proses dalam pengembangan perangkat lunak, mengidentifikasi seluruh konsep dan keahlian yang harus dikuasai oleh seorang perekayasa perangkat lunak. Konsep dan keahlian tersebut meliputi perancangan dan analisis algoritma, konsep pemrograman, struktur data, dan metode serta kakas bantu pengembangan perangkat lunak. *Software Development Fundamental* meliputi konsep dan keahlian yang secara alamiah dapat ditemukan dalam area pengetahuan berorientasi obyek.
2. Rekayasa Perangkat Lunak (*Software Engineering*, SE, BK-6). Rekayasa perangkat lunak adalah disiplin yang berkaitan dengan penerapan teori, pengetahuan, dan praktik untuk secara efektif dan efisien membangun sistem perangkat lunak yang andal yang memenuhi kebutuhan pelanggan dan pengguna. Disiplin ini berlaku untuk sistem skala kecil, menengah, dan besar.
3. *Social and Professional Issues* (SP, BK-7). Hasil dalam SP ini mencerminkan pergeseran dalam dekade terakhir menuju pemahaman kekayaan intelektual yang terkait dengan kekayaan intelektual digital dan manajemen hak digital, kebutuhan akan kesadaran global, dan perhatian yang semakin besar terhadap privasi di era digital.

7. Rekayasa Kecerdasan Artifisial

MK *Capstone Project* di Prodi Sarjana Rekayasa Kecerdasan Artifisial adalah MK *Capstone Design* yang terletak di semester VI sebesar 4 sks.

MK *Capstone Design* (4 sks - EA234601)

Pada mata kuliah ini mahasiswa secara berkelompok akan membangun dan menguji sistem, komponen, atau rekayasa yang dirancang sesuai kebutuhan pemangku kepentingan. Proyek desain dipilih dari permasalahan yang dapat bersumber dari mahasiswa, dosen dan industri. Proyek yang bersumber dari industri akan lebih diutamakan karena paling sesuai untuk mahasiswa mencapai tujuan MK *Capstone Design* ini. Proses pembelajaran meliputi (dan tidak terbatas pada): komunikasi, penulisan laporan, diagram visual, proses desain (spesifikasi kebutuhan atau tujuan aplikasi, evaluasi desain, implementasi, *usability*, *maintainability*, dampak ekonomi dan sosial, dsb), penyusunan proposal, estimasi, manajemen dan penjadwalan proyek. Hasil atau luaran yang diharapkan meliputi (dan tidak terbatas pada): susunan organisasi kelompok, proposal desain, implementasi proses desain, penjadwalan dan manajemen proyek, desain *user interface* (UI), telaah desain, simulasi dan ujicoba desain, dokumentasi, presentasi oral dan laporan tertulis dari proyek yang telah selesai dibangun.

Mata kuliah *Capstone Design* diletakkan di semester VI karena MK tersebut merupakan puncak dari hampir semua MK yang telah di ambil di semester I-V. Berikut beberapa MK utama yang menunjang MK *Capstone Design*: Konsep Pengembangan dan Perancangan Perangkat Lunak, Interaksi Manusia dan Komputer, Visualisasi Informasi, dan beberapa mata kuliah lainnya.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa mampu mengidentifikasi permasalahan yang belum terpecahkan sebelumnya dan menjelaskan dengan detail definisi permasalahan tersebut dengan riset pendukung
2. Mahasiswa mampu mengidentifikasi pengguna atau pemangku kepentingan serta dapat melengkapi definisi permasalahan sesuai identifikasi pengguna tersebut

3. Mahasiswa mampu merancang solusi berbasis RKA yang diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang diangkat
4. Mahasiswa mampu mengembangkan prototipe solusi yang diusulkan
5. Mahasiswa mampu melakukan pengujian dan analisa hasil pengujian prototipe yang dikembangkan
6. Mahasiswa mampu berkolaborasi dalam tim secara efektif dan berkomunikasi dengan baik dengan tim dan partisipan yang mewakili pengguna
7. Mahasiswa mampu menyusun laporan tugas *capstone design* sesuai dengan kaidah-kaidah keilmiahan
8. Mahasiswa mampu mempresentasikan dan menjelaskan hasil tugas *capstone design* kepada rekan sejawat, tim dosen pengajar, atau perwakilan pengguna.

Bahan Kajian:

1. Solusi berbasis AI yang memiliki ciri-ciri: *human-centered*, *robust*, *secure*, dan *scalable*
2. Etika dalam pengembangan solusi berbasis AI
3. Konteks bisnis untuk solusi berbasis AI
4. Metode komunikasi ilmiah (lisan dan tulisan)

8. Teknik Informatika

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknik Informatika adalah MK *Capstone Project* yang terletak di semester VI sebesar 3 sks.

MK *Capstone Project* (3 sks - EF234605)

Mata kuliah "*Capstone Project* Teknik Informatika" merupakan puncak perjalanan perkuliahan mahasiswa teknik informatika. Dalam mata kuliah ini, mahasiswa menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang telah mereka kembangkan selama masa studinya untuk menyelesaikan proyek besar di bidang keinformatikaan. *Capstone Project* ini dapat berupa pengembangan perangkat lunak, analisis data, desain sistem, atau solusi lainnya yang relevan.

MK *Capstone Design* ini merupakan *Project Based Learning* yang dikerjakan secara berkelompok oleh dua orang mahasiswa dan dikerjakan selama satu semester di bawah bimbingan dosen. MK ini memberikan kesempatan mahasiswa untuk mengidentifikasi masalah dunia nyata, merancang solusi yang inovatif, mengimplementasikan

idenya, dan mengevaluasi hasilnya. Solusi yang dirancang meliputi aspek aspek terkait perancangan dan implementasi perangkat lunak, kecerdasan artifisial, jaringan komputer, big data, dan games.

Mata kuliah *Capstone Design* diletakkan di semester VI karena MK tersebut merupakan puncak dari hampir semua MK yang telah diambil di semester I-V. Berikut beberapa MK utama yang menunjang MK *Capstone Design*: Big Data, Deep Learning, Arsitektur Perangkat Lunak, Keamanan Jaringan, Data Mining Sistem Enterprise, Game Cerdas, Realitas Virtual dan Augmentasi dan yang relevan. Output dari MK *Capstone Design* ini dapat berupa prototipe, KHI, dan laporan.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa mampu mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh selama program studi Teknik Informatika untuk merancang dan mengembangkan solusi kreatif dan inovatif
2. Mahasiswa mampu menilai implikasi etis dan sosial dari desain mereka
3. Mahasiswa dapat berkolaborasi secara efektif dalam tim, berkomunikasi dengan baik, dan berkolaborasi dalam proyek desain yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, seperti klien, pengguna, dan tim teknis
4. Mahasiswa mampu mengimplementasikan desain mereka ke dalam produk atau solusi yang nyata, serta mampu mengevaluasi kinerja dan efektivitasnya berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan
5. Mahasiswa mampu menyusun laporan tugas capstone project sesuai dengan kaidah-kaidah keilmiahan
6. Mahasiswa dapat menjelaskan, mempertahankan, dan mengkomunikasikan secara efektif ide dan solusi desain mereka melalui presentasi lisan dan dokumen tertulis kepada berbagai audiens, termasuk rekan sejawat, pengajar, dan klien.

Bahan Kajian:

1. Solusi berbasis kompetensi Teknik Informatika yang memiliki ciri-ciri: membawa kemajuan yang berfokus kepada kemanusiaan, handal dan scalable
2. Etika dalam pengembangan solusi berbasis teknologi

3. Aspek kewirausahaan dan bisnis pada solusi yang diterapkan
4. Penggunaan komunikasi ilmiah dalam konteks lisan dan tulisan.

9. Teknik Elektro

MK *Capstone Project* di Prodi Sarjana Teknik Elektro terdiri dari 1 MK, yaitu MK Proyek Rekayasa Elektro terletak di semester VI. MK Proyek Rekayasa Elektro didukung oleh 3 MK yang terdapat di semester sebelumnya, yaitu :

1. Elektronika Daya 3 SKS semester 5
2. Instrumentasi Sistem Kontrol 3 SKS semester 5
3. Teknologi *Internet of Things* 2 SKS semester 5

MK Proyek Rekayasa Elektro (4 sks - EE23460)

MK ini bertujuan untuk memberikan kemampuan kepada mahasiswa untuk menyelesaikan sebuah persoalan rekayasa yang kompleks yang mengikuti kaidah-kaidah penyelesaian desain *engineering* mulai dari mendesain, mencari solusi, membuat rencana pekerjaan termasuk waktu dan biaya, mengimplementasikan dan mengomunikasikan proyek rekayasa.

Bahan Kajian:

1. Pemilihan tema proyek dan penentuan tim proyek rekayasa.
2. Pembuatan proposal proyek termasuk teknik penyelesaian, waktu pelaksanaan, material, biaya, dan penentuan peran anggota tim proyek rekayasa.
3. Presentasi proposal proyek rekayasa.
4. Laporan kemajuan termasuk desain penyelesaian proyek dan presentasi rancangan penyelesaian proyek Presentasi dan uji awal rancangan penyelesaian proyek rekayasa.
5. Uji akhir rancangan penyelesaian proyek rekayasa.
6. Presentasi akhir rancangan dan penyelesaian proyek rekayasa.

Mata Kuliah Pendukung:

a. Elektronika Daya

Memperkenalkan mahasiswa pada sistem elektronika daya dan komponennya, ikhtisar sakelar semikonduktor daya, ulasan tentang rangkaian listrik dan magnetik, dan simulasi komputer umum yang digunakan dalam elektronika daya. Mahasiswa mempelajari topologi konverter daya dasar yang digunakan di sebagian besar aplikasi seperti penyearah dioda, konverter thyristor, konverter dc-dc mode sakelar

termasuk konverter dc-dc terisolasi, dan inverter dc-ac. Beberapa aplikasi konverter elektronik daya dibahas termasuk strategi kontrolnya. Untuk memahami aspek praktis konverter elektronika daya, mahasiswa juga mempelajari aspek desain seperti rugi-rugi switching, desain induktor dan trafo, rangkaian penggerak, rangkaian snubber, dan kontrol termal perangkat switching semikonduktor. Sesi laboratorium dilakukan untuk memberi pengalaman praktikal dalam pengukuran dan perancangan konverter.

Bahan Kajian:

1. Sistem dan topologi konverter elektronika daya,
2. Pensaklaran semikonduktor,
3. *Phase control*,
4. *Switch mode*.

b. Instrumentasi Sistem Kontrol

Mata kuliah ini membahas tentang konsep penerapan sistem instrumentasi terkait pengukuran, variabel proses, transduser, pemilihan sensor, karakteristik dalam pengaplikasian berbagai macam sensor (mekanik, optik, thermal, lainnya), rangkaian pengkondisi sinyal konverter.

Bahan Kajian:

1. Pengenalan Sistem Instrumentasi (*Introduction to Instrumentation System*).
2. Pengenalan Sistem Kontrol Proses (*Introduction to Process Control System*).
3. Piping and Instrumentation Diagram (P&ID) (*Piping and Instrumentation Diagram (P&ID)*).
4. *Analog Signal Conditioning (Analog Signal Conditioning)*.
5. *Digital Signal Conditioning (Digital Signal Conditioning)*.
6. Jenis-jenis sensor (*Types of Sensors*).
7. Transmisi dan Komunikasi (*Transmission and Communication*).
8. Kontrol Otomatis (*Automatic Control*).
9. Jenis-jenis Aktuator (*Types of Actuators*).
10. Element kontrol Akhir (*Final Control Element*)

c. Teknologi Internet of Things

Mata kuliah ini meliputi konsep, sejarah dan perkembangan terkini dari teknologi *Internet of Things* (IoT) yang menjadi pilar dalam

transformasi digital dalam berbagai sektor. Selain itu, dalam mata kuliah ini dibahas tentang elemen dan arsitektur sistem IoT. Teknologi IoT tidak terlepas dari jenis protokol komunikasi dan standar yang berlaku hingga pengenalan *cloud* dan *dashboard*. Pada akhir perkuliahan diharapkan peserta dapat merancang sistem IoT sederhana untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dalam bentuk purwarupa dan aplikasi berbasis web. Dalam merancang sistem perlu diperhatikan juga tantangan yang mungkin muncul hingga isu *cybersecurity*.

Bahan Kajian:

1. Pengenalan, konsep, sejarah dan perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT).
2. Arsitektur sistem IoT dan elemen pendukungnya.
3. Protokol komunikasi dan standar yang berlaku dalam sistem IoT.
4. Teknologi basis data dan platform penunjang IoT.
5. Penggunaan *Cloud* dalam sistem IoT.
6. Jenis perangkat dan sistem akuisisi data dalam aplikasi IoT.
7. Pengenalan jenis-jenis dashboard dan aplikasi berbasis web.
8. Studi kasus aplikasi teknologi IoT.
9. Tantangan dan isu keamanan

10. Teknik Telekomunikasi

MK *Capstone Project* pada Program Studi Sarjana Teknik Telekomunikasi diselenggarakan melalui MK Proyek Rekayasa Elektro yang terletak di Semester VI. Pelaksanaan MK Proyek Rekayasa Elektro ini didukung dengan mata kuliah lainnya yang meliputi:

1. Sistem Komunikasi (4 SKS) pada Semester IV.
2. Teknologi *Internet of Things* (2 SKS) pada Semester V.
3. Rekayasa Internet (3 SKS) pada Semester V.
4. Antena dan Propagasi Radio (4 SKS) pada Semester V.

MK Proyek Rekayasa Elektro (4 sks - EE234602)

MK ini bertujuan untuk memberikan kemampuan kepada mahasiswa untuk menyelesaikan sebuah persoalan rekayasa yang kompleks yang mengikuti kaidah-kaidah penyelesaian desain *engineering* mulai dari mendesain, mencari solusi, membuat rencana

pekerjaan termasuk waktu dan biaya, mengimplementasikan dan mengomunikasikan proyek rekayasa.

Bahan Kajian:

1. Pemilihan tema proyek dan penentuan tim proyek rekayasa.
2. Pembuatan proposal proyek termasuk teknik penyelesaian, waktu pelaksanaan, material, biaya, dan penentuan peran anggota tim proyek rekayasa.
3. Presentasi proposal proyek rekayasa.
4. Laporan kemajuan termasuk desain penyelesaian proyek dan presentasi rancangan penyelesaian proyek.
5. Presentasi dan uji awal rancangan penyelesaian proyek rekayasa.
6. Uji akhir rancangan penyelesaian proyek rekayasa.
7. Presentasi akhir rancangan dan penyelesaian proyek rekayasa

Mata Kuliah pendukung:

a. Sistem Komunikasi

Mata Kuliah Sistem Komunikasi membahas tentang perancangan sistem transmisi sinyal pesan (data) dalam format analog dan digital menggunakan sinyal/ gelombang pembawa dengan tujuan agar sinyal pesan analog/digital dapat dikirim melewati media transmisi (dengan gangguannya berupa interferensi dan filtering) dan gangguan berupa sinyal noise dan membahas perancangan teknik demodulasi dan deteksi sinyal pesan kembali dengan kemungkinan error sekecil mungkin dengan memperhatikan kriteria perancangan yaitu daya dan *bandwidth* yang efisien serta kompleksitas perangkat yang rendah.

Bahan Kajian:

1. Konsep Sistem Komunikasi Analog dan Digital.
2. Konsep Transmisi Ideal.
3. Konsep modulasi dan demodulasi amplitudo.
4. Konsep perhitungan kinerja sistem komunikasi analog dalam lingkungan AWGN.
5. Konsep konversi sinyal pesan analog menjadi sinyal pesan digital.

6. Konsep penerima optimum sinkron/koheren sistem komunikasi digital: Penerima *Matched Filter* dan korelator, detektor *maximum likelihood*.
7. Konsep ruang sinyal dan representasi set sinyal berdurasi terbatas, dan prosedur *Gram-Schmidt* untuk mendapatkan sinyal basis orthonormal.
8. Konsep perancangan penerima koheren dan pemancar untuk sistem komunikasi digital biner.
9. Konsep simulasi dari sistem komunikasi digital biner menggunakan *software* Matlab.
10. Konsep perancangan penerima koheren dan pemancar untuk sistem komunikasi digital M-ary.
11. Konsep simulasi dari sistem komunikasi digital Biner dan M-ary menggunakan *software* Matlab.
12. Konsep perhitungan kinerja BER sistem komunikasi digital biner.
13. Konsep perhitungan kinerja SER dan BER sistem komunikasi digital M-ary.
14. Konsep perhitungan rapat spektral sinyal modulasi linier dan teknik *pulse-shaping* dan teknik koding.
15. Konsep pengiriman sinyal modulasi digital dengan *bandwidth* terbatas dan terbebas inter-simbol interferensi (ISI) menggunakan filtering *Nyquist* dan konsep ekualisasi kanal untuk menurunkan ISI karena pengaruh kanal tak-ideal.

b. Teknologi *Internet of Things*

Mata kuliah ini meliputi konsep, sejarah dan perkembangan terkini dari teknologi *Internet of Things* (IoT) yang menjadi pilar dalam transformasi digital dalam berbagai sektor. Selain itu, dalam mata kuliah ini dibahas tentang elemen dan arsitektur sistem IoT. Teknologi IoT tidak terlepas dari jenis protokol komunikasi dan standar yang berlaku hingga pengenalan *cloud* dan dashboard. Pada akhir perkuliahan diharapkan peserta dapat merancang sistem IoT sederhana untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dalam bentuk purwarupa dan aplikasi berbasis web. Dalam merancang sistem perlu diperhatikan juga tantangan yang mungkin muncul hingga isu *cybersecurity*.

Bahan Kajian:

1. Pengenalan, konsep, sejarah dan perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT)
2. Arsitektur sistem IoT dan elemen pendukungnya
3. Protokol komunikasi dan standar yang berlaku dalam sistem IoT
4. Teknologi basis data dan platform penunjang IoT
5. Penggunaan *Cloud* dalam sistem IoT
6. Jenis perangkat dan sistem akuisisi data dalam aplikasi IoT
7. Pengenalan jenis-jenis dashboard dan aplikasi berbasis web
8. Studi kasus aplikasi teknologi IoT
9. Tantangan dan isu keamanan

c. Rekayasa Internet

Mata kuliah ini memberikan pengenalan akan konsep dasar teknologi internet dan web termasuk arsitektur, protokol dan aplikasi. Materi kuliah meliputi: Pengantar sejarah internet dan layanan Internet, dasar-dasar jaringan, protokol TCP / IP (pengalamatan, *routing* dan *transport*), pemrograman jaringan, pemrograman web, layanan web, server web dan keamanan Internet.

Bahan Kajian:

1. Konsep Teknologi Internet, Protokol dan layanan internet.
2. Konsep IP.
3. Arsitektur dan Topologi Jaringan.
4. Protokol Routing.
5. Teknik analisis kinerja jaringan.
6. Aplikasi Teknologi Internet.

d. Antena dan Propagasi Radio

Mata kuliah Antena dan Propagasi Radio mempelajari konsep radiasi gelombang elektromagnetik dari antena, parameter-parameter antena, antena kawat, antena pita lebar, antenna *patch*, dan antena *array*, serta mekanisme propagasi gelombang radio, redaman propagasi, dan disain link radio.

Bahan Kajian:

1. Integral radiasi
2. Parameter antena
3. Antena kawat
4. Antena pita lebar

5. Antena *patch*
6. Antena *array*
7. Perambatan gelombang di ruang bebas
8. Pembiasan oleh lapisan atmosfer
9. Pantulan
10. Difraksi
11. Efek Hujan
12. *Surface wave* dan *Ionospheric wave*
13. *Noise* dan link budget

I.5.5 Fakultas Vokasi (FV)

1. D4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi

MK *Capstone Design* di Prodi Teknologi Rekayasa Konversi Energi adalah MK Proyek Akhir yang terletak di semester VIII sebesar 5 sks.

MK Proyek Akhir (5 sks - VN231837)

Pada mata kuliah ini mahasiswa melakukan proses rancang bangun peralatan teknologi tepat guna (TTG) berbasis konversi energi dan ramah lingkungan (*renewable energy*) yang dilengkapi dengan sistem kendali berbasis *Internet of Things (IoT)*.

- **Penentuan latar belakang**

Mahasiswa menentukan latar belakang berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat dan/atau DUDI didukung dengan berbagai macam referensi terkait.

- **Potensi dan ketersediaan sumberdaya/bahan baku**

Mahasiswa menggali potensi dan sumberdaya/bahan baku sebagai alternatif solusi dari permasalahan yang dihadapi.

- **Penentuan spesifikasi (unjuk kerja) dan *preliminary design***

Mahasiswa menentukan spesifikasi awal dari komponen dan/atau peralatan yang akan dirancang sebagai dasar untuk melakukan proses perhitungan, simulasi, dan analisis.

- **Pembuatan diagram alir**

Mahasiswa menentukan diagram alir proses pengerjaan proyek akhir mulai dari persiapan, pengerjaan, pengujian, analisis, hingga kesimpulan. Diagram alir ini menjadi panduan pengerjaan Proyek Akhir secara sistematis dan terstruktur.

- **Melakukan perhitungan, simulasi, dan analisis**

Mahasiswa melakukan perhitungan dan simulasi terhadap hasil perancangan. Selanjutnya, mahasiswa melakukan pembahasan dan analisis terhadap hasil perhitungan dan atau simulasi tersebut.

- **Gambar kerja hasil perancangan**

Mahasiswa membuat gambar teknik berdasarkan hasil perhitungan, simulasi, dan analisis.

- **Pembuatan dan perakitan *prototype***

Mahasiswa mewujudkan *prototype* melalui proses manufaktur dan perakitan produk sesuai dengan gambar teknik yang dihasilkan.

- **Pengujian**

Mahasiswa melakukan pengecekan komponen-komponen dan pengujian unjuk kerja *prototype*. Selanjutnya melakukan umpan balik untuk perbaikan

- **Luaran**

Luaran hasil proyek akhir bisa berupa:

- Buku laporan dan *Prototype*
- Publikasi dalam bentuk: Jurnal/Seminar/HAKI/Paten

Mata kuliah *Capstone Design* diletakkan di semester VIII karena MK tersebut merupakan puncak dari semua MK Prodi yang telah diambil di semester I-VII. Berikut beberapa MK utama yang menunjang MK *Capstone Design*: Menggambar Teknik, Menggambar Mesin, *Computer Aided Drawing*, Teknik Kendaraan Ringan 1 dan 2, Elemen Mesin 1 dan 2, *Green Vehicle*, Metode Komputasi, Sistem Pengendalian, Penulisan ilmiah dan beberapa mata kuliah lainnya. MK *Capstone Design* ini merupakan *Project Based Learning* yang dikerjakan secara mandiri atau secara berkelompok dan dikerjakan selama satu semester. Evaluasi penilaian meliputi: proses selama penyelesaian proyek akhir, hasil produk, buku laporan, presentasi dalam sidang proyek akhir, dan publikasi.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa mampu menyusun latar belakang berdasarkan data-data dan referensi sebagai dasar menentukan permasalahan dan tujuan proyek akhir.

2. Mahasiswa mampu menentukan studi pustaka dan literatur yang sesuai dengan permasalahannya.
3. Mahasiswa mampu membuat diagram alir yang bisa mencerminkan langkah-langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.
4. Mahasiswa mampu membuat metodologi yang tepat untuk permasalahan proyek akhir
5. Mahasiswa mampu membuat gambar sket prototype yang dapat digunakan sebagai dasar perhitungan dan pemilihan komponen.
6. Mahasiswa mampu melakukan perencanaan, perhitungan dan simulasi.
7. Mahasiswa mampu membuat gambar kerja, melakukan perakitan prototype yang dilengkapi dengan sistem kendali.
8. Mahasiswa mampu melakukan pengujian prototype.
9. Mahasiswa mampu membuat buku laporan dan mempresentasikan dalam sidang proyek akhir.
10. Mahasiswa mampu mempublikasikan karya ilmiah hasil proyek akhir dalam bentuk: Jurnal/Seminar/HAKI/Paten.

Bahan Kajian:

1. *Humanity & Social Science*
2. *Science and Math*
3. *Renewable Energy*
4. *Electronic, control and informatic*
5. *Engineering Science*
6. *Product Design*
7. *Material Science*
8. *Energy Conversion*
9. *Manufacturing*

2. D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur

MK *Capstone Design* di Prodi Teknologi Rekayasa Manufaktur adalah MK Proyek Akhir yang terletak di semester VIII sebesar 5 sks.

MK Proyek Akhir (5 sks - VM231838)

Pada mata kuliah ini mahasiswa diwajibkan untuk mampu melakukan dan mengkaji proses desain dari sebuah ide menjadi sebuah desain maupun model, dengan didukung teknologi perangkat lunak *3D design and simulaton* dengan mempertimbangkan proses

manufaktur, K3L dan *cost of production*. Mahasiswa juga dituntut untuk mampu melakukan dan mengkaji *manufacturing process and construction technology*, mulai dari memproduksi sebuah *part, assembly* hingga proses produksi. Mahasiswa dituntut untuk dapat memiliki pengetahuan *concurrent engineering* untuk melakukan proses perakitan yang baik dan benar sesuai dengan standar atau *best practice* yang ada. Di samping itu, mahasiswa juga mengkaji proses manufaktur yang modern dan *practical* sesuai dengan desain yang sudah direncanakan didukung dengan teknologi baru, antara lain CNC, CAM, dan *Additive Manufacturing*. Berikut merupakan tahapan yang harus dilakukan oleh mahasiswa.

- **Penentuan latar belakang**

Mahasiswa menentukan latar belakang berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat dan/atau DUDI didukung dengan berbagai macam referensi terkait.

- **Potensi dan ketersediaan sumberdaya/bahan baku**

Mahasiswa menggali potensi dan sumberdaya/bahan baku sebagai alternatif solusi dari permasalahan yang dihadapi.

- **Penentuan spesifikasi (unjuk kerja) dan *preliminary design***

Mahasiswa menentukan spesifikasi awal dari komponen dan/atau peralatan yang akan dirancang sebagai dasar untuk melakukan proses perhitungan, simulasi, dan analisis.

- **Pembuatan diagram alir**

Mahasiswa menentukan diagram alir proses pengerjaan proyek akhir mulai dari persiapan, pengerjaan, pengujian, analisis, hingga kesimpulan. Diagram alir ini menjadi panduan pengerjaan Proyek Akhir secara sistematis dan terstruktur.

- **Melakukan perhitungan, simulasi, dan analisis**

Mahasiswa melakukan perhitungan dan simulasi terhadap hasil perancangan. Selanjutnya, mahasiswa melakukan pembahasan dan analisis terhadap hasil perhitungan dan atau simulasi tersebut.

- **Gambar kerja hasil perancangan**

Mahasiswa membuat gambar teknik berdasarkan hasil perhitungan, simulasi, dan analisis.

- **Pembuatan dan perakitan *prototype***

Mahasiswa mewujudkan prototype melalui proses manufaktur dan perakitan produk sesuai dengan gambar teknik yang dihasilkan.

- **Pengujian**

Mahasiswa melakukan pengecekan komponen-komponen dan pengujian unjuk kerja prototype. Selanjutnya melakukan umpan balik untuk perbaikan

- **Luaran**

Luaran hasil proyek akhir bisa berupa:

a. Laporan, detail drawing, dan/atau prototype.

b. Publikasi dalam bentuk: Jurnal/Seminar/HAKI/Paten

Mata kuliah *Capstone Design* atau Proyek Akhir diletakkan di semester VIII karena MK tersebut merupakan puncak dari hampir semua MK yang telah di ambil di semester I-VII. Berikut beberapa MK utama yang menunjang MK *Capstone Design*: Proses Manufaktur, Teknologi Pembentukan, Teknologi Pengecoran, Teknologi Pengelasan, CAD-CAE, CNC, CAD-CAM, Tool Design, *Additive Manufacturing*, Manajemen Operasional, Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan, Perencanaan Produk dan Ekonomi Teknik.

MK *Capstone Design* ini merupakan *Project Based Learning* yang dapat dikerjakan baik secara individu atau berkelompok beberapa orang mahasiswa dengan satu topik besar dan dikerjakan selama satu semester. Untuk evaluasi penilaian terdiri dari seminar proposal, progress, dan sidang akhir yang dilaksanakan dan penilaian bersifat individu sesuai dengan topik masing-masing. Output dari MK *Capstone Design* ini adalah laporan Proyek Akhir yang dapat dijadikan sebahai acuan perencanaan, perancangan, proses produksi, assembly, dan unjuk kerja dari suatu komponen, assembly, dan/atau peralatan.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa mampu menyusun latar belakang berdasarkan data-data dan referensi sebagai dasar menentukan permasalahan dan tujuan proyek akhir.
2. Mahasiswa mampu menentukan studi pustaka dan literatur yang sesuai dengan permasalahannya.

3. Mahasiswa mampu membuat diagram alir yang bisa mencerminkan langkah-langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.
4. Mahasiswa mampu membuat metodologi yang tepat untuk permasalahan proyek akhir
5. Mahasiswa mampu membuat gambar sket prototype yang dapat digunakan sebagai dasar perhitungan dan pemilihan komponen.
6. Mahasiswa mampu melakukan perencanaan, perhitungan dan simulasi.
7. Mahasiswa mampu membuat gambar kerja, melakukan perakitan prototype yang dilengkapi dengan sistem kendali.
8. Mahasiswa mampu melakukan pengujian prototype.
9. Mahasiswa mampu membuat buku laporan dan mempresentasikan dalam sidang proyek akhir.
10. Mahasiswa mampu mempublikasikan karya ilmiah hasil proyek akhir dalam bentuk: Jurnal/Seminar/HAKI/Paten.

Bahan Kajian:

1. *Fundamental Knowledge*
2. *Fundamental mechanical*
3. *Material*
4. *Managerial*
5. *Technological Aspect*
6. *Manufacturing*

3. D4 Teknologi Rekayasa Otomasi

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi adalah MK Proyek 4: Digitalisasi Industri yang terletak di semester 7 sebesar 4 sks,

a. MK Proyek 4: Digitalisasi Industri (4 sks - VE230727)

Mata kuliah ini memberikan pengetahuan dan pemahaman tentang digitalisasi pada industri manufaktur dan proses, sistem enterprise di industri, penerapan kecerdasan buatan pada manufaktur, penerapan *flexible manufacturing system* dengan penerapan teknologi informasi untuk otomasi industri di era Revolusi Industri 4.0. Mata kuliah ini merupakan *Capstone Design* yang

ditunjang oleh mata kuliah pada semester 7, yang meliputi Sistem Kontrol Lanjut dan Industrial *Internet of Things*.

Capaian Pembelajaran:

1. CPMK-1 Mampu memahami konsep digitalisasi pada industri manufaktur dan proses
2. CPMK-2 Mampu memahami dan menerapkan kecerdasan buatan pada industri manufaktur atau proses dan memahami *flexible manufacturing system*
3. CPMK-3 Mampu memahami dan menerapkan sistem enterprise di industri
4. CPMK-4 Mampu memahami dan menerapkan teknologi informasi untuk otomasi industri

Bahan Kajian:

1. Digitalisasi
2. *Intelligent Manufacturing*
3. *Flexible Manufacturing System*
4. *Enterprise System*

MK Proyek Akhir (6 sks - VE230831)

Mata kuliah ini adalah proses pelaksanaan pemecahan masalah riil di industri yang sesuai dengan kaidah ilmiah dalam suatu kerangka penelitian dan dengan dokumentasi ilmiah yang baik dan benar.

Capaian Pembelajaran MK:

1. CPMK-1 Mampu bekerja dalam tim dan berkomunikasi dengan baik dalam sebuah *project*
2. CPMK-2 Mampu mengelola dan melaksanakan *project* yang diterapkan di industri
3. CPMK-3 Mampu melakukan analisis masalah yang ada di industri
4. CPMK-4 Mampu merancang dan menerapkan solusi terhadap masalah pada industri secara ilmiah
5. CPMK-5 Mampu melaksanakan *project* dengan memperhatikan aspek lingkungan dan keberlanjutan

Bahan Kajian:

1. Penulisan Ilmiah dan Metode Penelitian
2. Identifikasi Masalah
3. Kajian Pustaka

4. Orisinalitas

4. D4 Teknologi Rekayasa Instrumentasi

MK *Capstone Design* di Prodi D4 Rekayasa Teknik Instrumentasi adalah MK Projek Akhir 2 yang terletak di semester VIII sebesar 6 sks.

MK Projek Akhir 2 (6 sks – VI190836)

MK Projek Akhir 2 merupakan salah satu tahapan proses pembangunan kompetensi melalui Pendidikan Terbimbing sebagai tahap akhir proses belajar mengajar (PBM) di PT Vokasi yaitu membentuk *Body Of Knowledge* (BOK) seorang *Instrument Engineer* dalam hal *Engineering Design*, *Engineering Construction*, *Engineering Analysis* dan *Engineering Report*. MK Projek akhir akan mendidik TA Wan untuk dapat melihat sebuah permasalahan dibidang sistem pengukuran, sistem pengendalian dan safety system beserta sebab musababnya melalui Study Pustaka untuk dapat menginspirasi TA Wan dalam membuat ide perbaikan terhadap karya penelitian sejenis yang telah ada terlebih dahulu agar nampak *Novelty* nya. Ide dipergunakan sebagai dasar perancangan (*Engineering Design*), dan hasil rancangan akan dijadikan dasar untuk pengadaan komponen berdasarkan spesifikasi dari dokumen hasil engineering design. Selanjutnya komponen akan dirangkai menjadi sebuah system sesuai *design engineering* dan untuk mengetahui kinerja dari setiap komponen serta kinerja sistem secara keseluruhan, TA wan akan melakukan uji kinerja (*Engineering Analysis*). Hasil uji kinerja selanjutnya akan disusun menjadi sebuah laporan ilmiah (*Engineering Report*).

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa mampu mengetahui kelemahan dan kekurangan sistem instrumentasi yang telah ada
2. Mahasiswa mampu merancang (*Engineering Design*) salah satu sistem Instrumentasi (sistem pengukuran, sistem pengendalian dan *safety system*)
3. Mahasiswa mampu melakukan pembuatan (*Engineering Construction*) sistem Instrumentasi
4. Mahasiswa mampu melakukan uji kinerja per komponen dari sistem instrument yang dibuat, guna mengetahui kinerjanya (spesifikasi nya).

5. Mahasiswa mampu melakukan uji kinerja sistem secara keseluruhan, guna mengetahui kinerjanya (apakah sudah sesuai dengan Tujuan TA)
6. Mahasiswa mampu membuat laporan ilmiah.

Bahan Kajian :

1. Mencari Topik Projek Akhir
2. Melakukan Study Pustaka
3. Melakukan Study Literatur
4. Membuat Methodology Penelitian
5. Merancang sistem instrumentasi (sistem pengukuran, sistem pengendalian, *safety system*)
6. Melakukan *procurement* komponen sesuai spesifikasi rancangan
7. Melakukan pembuatan alat
8. Melakukan pengujian kinerja komponen alat yang akan dibuat
9. Melakukan pengujian kinerja alat apakah sudah sesuai dengan fungsinya

5. D4 Teknologi Rekayasa Kimia Industri

MK *Proyek Inovasi 3* Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri adalah MK yang terletak di semester VI sebesar 3 sks.

MK Proyek Inovasi 3 (3 sks - VK231606)

Kuliah proyek inovasi 3 berisikan tentang menciptakan produk kimia atau teknologi unit proses melalui pengalaman perencanaan dan perancangan suatu produk atau teknologi. Pada bagian ini akan dilakukan perwujudan produk atau teknologi yang siap untuk dipasarkan melalui evaluasi tingkat kesiapan teknologi. Kuliah ini akan dilengkapi dengan pengetahuan tentang hak kekayaan intelektual sebagai bentuk pencapaian akhir dari mata kuliah proyek inovasi 3 ini. Diakhir semester akan diadakan pameran karya inovasi dengan menampilkan produk, prototype serta infografisnya.

Mata kuliah *Capstone Design* diletakkan di semester VI karena MK tersebut merupakan puncak dari hampir semua MK yang telah diambil di semester I-V dan diharapkan mahasiswa menguasai core disiplin Teknik Kimia Industri sebelum magang yang dilaksanakan pada semester VII.

Berikut beberapa MK utama yang menunjang MK *Capstone Design*: Neraca Massa, Bahan Konstruksi dan Korosi, Neraca Energi,

Termodinamika Teknik Kimia, Teknik Reaksi Kimia 1, Teknik Reaksi Kimia 2, Bejana dan Alat Penukar Panas, Proses Pemisahan dan Peralatan, Sintesa Proses dan Sistem Utilitas Pabrik. MK Capstone Design ini merupakan Project Based Learning yang dikerjakan secara berkelompok oleh dua orang mahasiswa dan dikerjakan selama satu semester. Evaluasi yang dilakukan antara lain progress produk inovasi yang dipilih, pameran produk inovasi. Output dari MK Capstone Design ini adalah PFD rancangan desain pabrik kimia, prototipe alat, maket pabrik, serta HKI yang ditampilkan dalam karya produk inovasi vokasi pada akhir MK.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mampu memahami dan menerapkan perencanaan dan pengembangan produk hingga terciptanya produk atau teknologi unit proses
2. Mampu menggunakan tools dan metode atau prosedur sistematis dalam bentuk proyek bersama tim untuk mewujudkan gagasan menjadi produk kimia atau teknologi unit proses
3. Mampu memahami konsep dan tahapan hak kekayaan intelektual
4. Mampu mengkomunikasikan gagasan inovasi secara lisan dan tertulis dengan menggunakan tools dan media yang inovatif

Bahan Kajian:

1. Perencanaan dan Pengembangan produk
2. Komunikasi gagasan lisan dan tertulis
3. Tingkat Kesiapan Teknologi
4. Desain Pabrik
5. Hak kekayaan intelektual
6. Pameran Proyek inovasi

6. D4 Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan Bangunan Sipil

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Terapan Teknik Sipil adalah MK Proyek DED Jembatan yang terletak di semester VI sebesar 4 sks.

MK Proyek DED Jembatan (4 sks - VC231632)

Dokumen *Engineering Design* (DED) untuk proyek jembatan meliputi berbagai aspek yang diperlukan untuk perencanaan, desain, dan konstruksi jembatan. Proyek ini merupakan simulasi dari

permasalahan desain yang umumnya akan dihadapi oleh konsultan pada desain jembatan. Berikut adalah beberapa hal yang termasuk dalam Dokumen DED proyek jembatan dan akan diselesaikan oleh tim mahasiswa. Dokumen ini mencakup deskripsi lengkap proyek, termasuk lokasi jembatan, tujuan proyek, serta parameter dasar seperti panjang, lebar, dan jenis jembatan yang akan dibangun. Pra desain jembatan merupakan langkah awal dalam DED untuk memastikan bahwa proyek jembatan sesuai ketentuan umum secara teknis, ekonomis, dan lingkungan. Bagian yang sangat penting dari DED adalah desain struktural, yang mencakup perencanaan dan desain struktur jembatan, pemilihan bahan konstruksi, perhitungan struktural, dan desain pondasi. Selain itu, DED mencakup desain geoteknik, penentuan lokasi dan posisi jembatan yang sesuai dengan alur sungai, analisis tanah, pemilihan jenis pondasi yang sesuai, desain lalu lintas untuk keselamatan, desain drainase, rencana pelaksanaan konstruksi, spesifikasi teknis, anggaran biaya proyek, rencana keamanan, dan perencanaan pemeliharaan jembatan. Dalam proyek jembatan, DED adalah dokumen yang memastikan bahwa jembatan tersebut akan dibangun dengan aman, efisien, dan sesuai dengan semua persyaratan teknis dan peraturan yang berlaku. Proses DED biasanya melibatkan banyak ahli, termasuk ahli struktur, geoteknik, ahli lalu lintas, dan lainnya. Dalam hal ini anggota tim mahasiswa akan membuat organisasi utk berbagi tugas dan bermain peran sesuai dengan keahlian masing-masing.

Mata kuliah *Capstone Design* diletakkan di semester VI karena MK tersebut merupakan puncak dari sebagian besar MK yang telah diambil di semester I-V. Mata kuliah yang mendukung *capstone* desain ini mencakup berbagai bidang yang relevan dengan Mekanika Tanah dan rekayasa konstruksi, termasuk Mekanika Bahan, Teknologi Beton dan Bahan Bangunan, Rekayasa Lalu Lintas dan Perkerasan Jalan, Mekanika Teknik Statis Tak Tentu, Desain Elemen Struktur Beton, Desain Elemen Struktur Baja, Dinamika Struktur dan Rekayasa Kegempaan, Analisa Struktur Bangunan Sipil dan BIM 3D, Geometrik Jalan Raya, Rekayasa Pondasi, Rekayasa Struktur Gedung Beton, Rekayasa Struktur Bangunan Baja, Teknologi Pelaksanaan dan Alat Berat Konstruksi, Struktur Komposit, Durabilitas dan Degradasi

Material Bangunan, Manajemen Konstruksi dan RAB, Rekayasa Jembatan, Struktur Beton Pracetak dan Pratekan, Evaluasi dan Rehabilitasi Struktur Bangunan Sipil. Matakuliah tersebut mencakup 4 (empat) rumpun mata kuliah yaitu rumpun Transportasi dan Geoteknik, Struktur dan Material Gedung, Manajemen Pelaksanaan Konstruksi, dan Hidroteknik dan Surveying.

MK *Capstone Design* ini merupakan *Project Based Learning* yang dikerjakan secara berkelompok oleh lima orang mahasiswa dan dikerjakan selama satu semester. MK ini sangat erat dengan CPL Prodi Teknik Sipil, dengan lima elemen penilaian kemampuan diantaranya *Project planning*, *Problem/project definition*, *Engineering design*, *Teamwork* dan *Communication skills*.

Capaian Pembelajaran MK:

Berikut adalah lima capaian pembelajaran yang diharapkan untuk mata kuliah "Desain Elemen Struktur Jembatan" (DED Jembatan):

1. Pemahaman tentang Desain Jembatan: Mahasiswa diharapkan memiliki pemahaman yang kuat tentang prinsip-prinsip desain jembatan, termasuk pemilihan bahan, perhitungan struktural, dan desain pondasi. Mereka harus mampu mengintegrasikan pengetahuan ini dalam perencanaan jembatan yang efisien dan aman.
2. Kemampuan Menggunakan Perangkat Lunak Desain: Mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan praktis dalam menggunakan perangkat lunak desain seperti AutoCAD, SAP2000, atau perangkat lunak lain yang relevan dalam konteks perencanaan dan desain jembatan. Mereka harus mampu mengaplikasikan pengetahuan teknis mereka dalam lingkungan virtual.
3. Pemahaman Terhadap Aspek Lingkungan dan Keamanan: Mahasiswa harus memahami dampak lingkungan dari proyek jembatan dan kemampuan untuk merencanakan langkah-langkah mitigasi yang sesuai. Mereka juga harus memahami prinsip-prinsip keselamatan dalam konstruksi dan operasi jembatan.
4. Kemampuan Berkolaborasi dalam Tim: Proyek desain jembatan seringkali melibatkan tim multidisiplin. Mahasiswa harus mampu berkolaborasi dengan baik dalam tim, berkomunikasi efektif, dan

mengintegrasikan kontribusi mereka dengan kontribusi anggota tim lainnya.

5. Kemampuan Menyusun Dokumen Desain yang Komprehensif: Mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan untuk menyusun dokumen Engineering Design (DED) yang komprehensif dan rinci. Ini mencakup kemampuan untuk menjelaskan konsep desain, menggambarkan spesifikasi teknis, menyusun rencana konstruksi, dan merinci estimasi biaya proyek dengan akurat.

Luaran MK:

Berikut Dokumen Laporan Perencanaan Jembatan, Dokumen Gambar *Detail Engineering Design* (DED), Dokumen perhitungan volume dan Kurva S (BIM 4D), Dokumen rancangan umum metode pelaksanaan dan keselamatan kerjanya.

Bahan Kajian:

1. Desain Struktural Jembatan: Ini mencakup pemahaman tentang prinsip-prinsip desain struktural jembatan, pemilihan bahan konstruksi yang sesuai, dan perhitungan struktural yang diperlukan untuk memastikan keamanan dan stabilitas jembatan.
2. Desain Geoteknik: Materi ini membahas analisis tanah dan pemilihan jenis pondasi yang tepat untuk jembatan.
3. Desain Lalu Lintas: Pemahaman tentang desain geometri jalan, standar keselamatan lalu lintas, dan faktor-faktor yang mempengaruhi aliran lalu lintas di sekitar jembatan. Ini termasuk perencanaan lebar jalan, dan tikungan.
4. Desain Drainase: Materi ini melibatkan perencanaan sistem drainase yang efektif untuk mencegah kerusakan jembatan akibat air hujan atau banjir.
5. Teknologi Perangkat Lunak Desain: Pemahaman tentang penggunaan perangkat lunak desain seperti AutoCAD, SAP2000, BIM Tekla/Revit atau program desain lainnya yang relevan dalam pengembangan rencana dan model jembatan.
6. Aspek Lingkungan dan Keamanan: Materi ini melibatkan pemahaman tentang dampak lingkungan secara umum dari proyek jembatan dan langkah-langkah mitigasi yang sesuai. Selain itu, mencakup aspek keamanan baik dalam konstruksi maupun operasi jembatan.

Manajemen Proyek dan Biaya: Pemahaman tentang bagaimana merencanakan dan mengelola proyek konstruksi jembatan, termasuk jadwal, pengelolaan risiko, dan estimasi biaya proyek yang akurat.

7. D4 Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Air

MK *Capstone Design* di Prodi Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Air adalah MK Proyek Terintegrasi yang terletak di semester VIII sebesar 6 sks.

MK Proyek Terintegrasi (6 sks - VC231679)

Pada mata kuliah ini mahasiswa mendesain suatu struktur sipil keairan. Struktur sipil keairan mencakup bangunan pengendali, pengatur dan, pengukur. Desain struktur dimaksimalkan dalam memenuhi 5 pilar sumber daya air, yaitu mencakup konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, pengendalian daya rusak air, sistem informasi sumber daya air (SISDA), dan peranan masyarakat dan swasta dalam pengelolaan SDA.

Mahasiswa akan melakukan proses analisis terkait Hidrologi dan Hidraulika struktur. Analisis hidrologi mencakup hujan dan debit rancangan yang digunakan untuk sebagai dasar penentuan dimensi struktur dengan mempertimbangkan perilaku hidraulika akibat struktur dan stabilitas bangunan. Pada analisis hidraulika mahasiswa harus mampu memahami regime aliran pada struktur mencakup dampak struktur terhadap lingkungan sekitar (secara hidraulika), dan fenomena hidraulika yang terjadi pada struktur seperti kavitasi, aliran getar, dan perubahan nilai Froude.

Selain itu mahasiswa perlu merencanakan lokasi (site) rencana bangunan yang paling layak dengan mempertimbangkan keandalan ketersediaan debit (untuk struktur pengambilan seperti bendung, dan bendungan), potensi daya rusak air yang kecil, perimbangan keuntungan intangible seperti reduksi banjir pada dengan dibangunnya struktur sungai atau suatu jaringan drainase atau keuntungan peningkatan produksi tani dengan bendung, keamanan struktur secara stabilitas dan geoteknik, dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Kemudian mahasiswa melakukan orientasi lapangan dengan survei lapangan untuk mendapat gambaran terkait lokasi lapangan.

Dari lokasi tersebut mahasiswa dapat mengidentifikasi dan mengetahui apa yang mereka akan mereka desain serta permasalahan yang perlu diselesaikan secara sumber daya air meliputi kondisi topografi, debit eksisting, penelusuran jejak banjir, pengukuran debit sesaat, dan kondisi social ekonomi sekitar. Mahasiswa juga diarahkan untuk akab/terbiasa dengan pendekatan model seperti menggunakan software *Hec-ras* pada pemodelan terkait hidraulika, *Hec-HMS* untuk model hidrologi, *Plaxis* dan/atau *Geostudio* untuk Stabilitas, *Mike21* untuk morfologi muara dan/atau Pantai, *Tekla Structures* dan *Revit* untuk model BIM, dan *SWMM* untuk simulasi jaringan drainase.

Tahap terakhir adalah melakukan analisa Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk melihat nilai dari suatu project. Pada tahap ini mahasiswa mempertimbangkan harga suatu struktur terhadap efektifitas nya dalam menyelesaikan banjir atau struktur pengambilan seperti irigasi dan PLTMH. Mahasiswa menyajiakan beberapa alternatif dengan memepertimbangkan dampak keuntungan dari masing-masing alternatif, kemudahan pelaksanaan, dan harga dari project tersebut. Selain itu mahasiswa perlu untuk mendesain rencana dan metode pekerjaan terkait implementasi struktur tersebut.

Mata kuliah *Capstone Design* diletakkan di semester VI karena MK tersebut diharapkan akan menjadi bekal sebelum menempuh kegiatan magang pada semester VII. Dimana mahasiswa akan langsung berinteraksi dengan dunia proyek yang memerlukan kemampuan analisis yang baik dan didukung kemampuan pengambilan keputusan yang cepat dan tepat serta kedisiplinan yang tinggi. Mata kuliah pendukung *Capstone Design* pada semester sebelum nya (semester I – V) mencakup hampir semua mata kuliah Pemodelan Hidologi, Hidraulika Saluran Terbuka, Manajemen Konstruksi, dan beberapa mata kuliah pendukung lainnya. MK *Capstone Design* ini merupakan *Project Based Learning* yang dikerjakan secara berkelompok oleh lima orang mahasiswa dan dikerjakan selama satu semester. Output dari MK *Capstone Design* ini adalah laporan Detail Engineering Design (DED) yang dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan stakeholder terkait untuk *Feasibility Study* dalam mengambil suatu kebijakan.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa memahami latar belakang permasalahan lapangan dan memahami data-data dasar yang diperlukan dalam perencanaan struktur keairan;
2. Mahasiswa mampu memahami acuan peraturan yang berlaku dalam perencanaan struktur keairan; (note SNI banjir, SNI desain bendung, ect)
3. Mahasiswa mampu melakukan membuat alternatif desain pada site dan memilih alternatif terbaik dengan mempertimbangkan
4. Mahasiswa mampu menganalisis hidrologi debit rancangan dimulai dari analisis data hujan, hujan desain/rancangan, debit rancangan, dan kalibrasi debit rancangan;
5. Mahasiswa mampu menganalisis fenomena hidraulika pada struktur, dan dampak struktur pada lokasi rencana;
6. Mahasiswa mampu merencanakan dimensi struktur yang aman secara struktur, hidraulika, dan geoteknik dengan memperimbangkan harga bangunan yang paling rendah dengan mempertimbangkan stabilitas secara kemanan struktur dan geoteknik pada bangunan rencana;
7. Mahasiswa mampu menyajikan hasil analisis dari setiap aspek desain dengan pendekatan model numerik seperti Hec-Ras, Hec-HMS, Mike, SMS untuk analisis hidrologi dan hidraulika. Sedangkan untuk stabilitas struktur dan geoteknik menggunakan pendekatan software seperti Geostudio, Sap2000, Plaxis, dan lain sebagainya.
8. Mahasiswa mampu menyusun gambar detail dalam bentuk Detail Engineering Design (DED) yang dilengkapi dengan model BIM;
9. Mahasiswa mampu menghitung rencana anggaran biaya (RAB) mengacu pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) lokasi rencana;
10. Mahasiswa mampu menyusun laporan desain dalam bentuk laporan Detail Engineering Design (DED) sesuai dengan kaidah perencanaan dan keilmiahan. Dan mahasiswa mampu mempresentasikan dan menjelaskan hasil desain rencana.

Luaran MK:

Berikut Dokumen Laporan Perencanaan Struktur Keairan, Dokumen Gambar Detail Engineering Design (DED), Dokumen perhitungan volume dan Kurva S (BIM sampai 4D), Dokumen rancangan umum metode pelaksanaan dan keselamatan kerjanya.

Bahan Kajian:

1. Desain Hidrologika mencakup pemahaman tentang prinsip-prinsip desain hidrologi dan hidraulika, penentuan debit rancangan struktur, debit pengambilan yang dikaji berdasarkan ketersediaan/keandalan debit sungai, penentuan dimensi struktur yang tidak mengganggu kondisi eksisting sungai (seperti backwaater dan gerusan) dan dapat memenuhi kebutuhan air serta, perhitungan struktural yang diperlukan untuk memastikan keamanan dan stabilitas struktur.
2. Desain Geoteknik: Materi ini membahas analisis tanah untuk desain pemilihan jenis pondasi, stabilitas rembesan (seepage), dan stabilitas lereng (pada lokasi lereng sungai).
3. Desain Struktur: Pemahaman tentang prinsip-prinsip stabilitas struktur, pemilihan bahan konstruksi yang sesuai, dan perhitungan struktur yang diperlukan untuk memastikan keamanan dan stabilitas struktur.
4. Teknologi Perangkat Lunak Desain: Pemahaman tentang penggunaan perangkat lunak desain seperti AutoCAD, Arcgis, Hec-RAS, Hec-HMS, SMS, Mike 21, Geostudio, Plaxis, SAP2000, BIM Tekla/Revit atau program desain lainnya yang relevan dalam pengembangan rencana desain struktur sumber daya air.
5. Aspek Lingkungan dan Keamanan: Materi ini melibatkan pemahaman tentang dampak lingkungan secara umum dari proyek keairan dan langkah-langkah mitigasi yang sesuai. Selain itu, mencakup aspek keamanan baik dalam konstruksi maupun saat mulai beroperasi.
6. Manajemen Proyek dan Biaya: Pemahaman tentang bagaimana merencanakan dan mengelola proyek konstruksi, termasuk jadwal, pengelolaan risiko, dan estimasi biaya proyek yang akurat.

8. D4 Statistika Bisnis

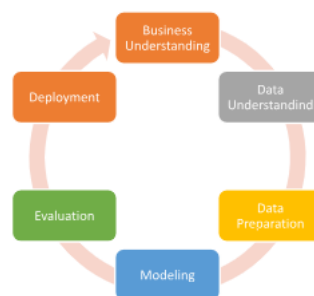
MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Terapan Statistika Bisnis adalah MK Proyek Analitik yang terletak di semester VI sebesar 2 sks.

MK Proyek Analitik (2 sks - VS231636)

Mata kuliah ini merupakan kulminasi kemampuan mahasiswa yang sudah diperoleh dari mata kuliah dari semester sebelumnya. Mata kuliah ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan kemampuan teknis mahasiswa dalam menyelesaikan masalah profesional di dunia industri. Selain itu, dalam mata kuliah ini juga terdapat substansi yang menekankan pada pembentukan sikap dan kepribadian mahasiswa pada saat berinteraksi dengan masyarakat, seperti etika, moral, keselamatan, konflik kepentingan dan dampak social.

Mata kuliah ini diimplementasikan pada mata kuliah Proyek Analitik dengan bobot 2 sks praktikum dan dialokasikan pada semester 6. Mahasiswa dapat mengerjakan *Capstone Project* secara berkelompok 2-3 orang.

Mata kuliah *Capstone Project* ini disusun dengan mendasarkan pada CRISP-DM. CRISP-DM merupakan *Cross-Industry Standard Process for Data Mining*, adalah cara yang terbukti di industri untuk memandu upaya penambangan data (*data mining*). Sebagai metodologi, ini mencakup deskripsi fase khas suatu proyek, tugas-tugas yang terlibat dengan setiap fase, dan penjelasan tentang hubungan antara tugas-tugas ini. Sebagai model proses, CRISP-DM memberikan



Gambar 2 Siklus Penambangan Data

1. *Business Understanding*

Berfokus pada pemahaman tujuan dan persyaratan proyek. Penting untuk menentukan tujuan bisnis dan menentukan kriteria

keberhasilan bisnis. Dengan kata lain, apa yang harus dicapai proyek dan pengukuran apa (KPI:s) yang akan menjadi proyek yang sukses

2. *Data Understanding*

Kedua berfokus pada mengidentifikasi, mengumpulkan, dan menganalisis kumpulan data yang digunakan dalam proyek. Ini termasuk mengumpulkan data awal, mendeskripsikan data, menjelajahi data, dan memverifikasi kualitas data.

3. *Data Preparation*

Selanjutnya adalah menyiapkan data untuk pemodelan; Ini melibatkan pemilihan dan pembersihan data yang relevan, membangun dan mendapatkan atribut baru yang akan membantu, dan mengintegrasikan data dari berbagai sumber. Pada dasarnya, pastikan bahan bakar (data) siap digunakan dalam model Anda.

4. *Modelling*

Terakhir, bangun dan evaluasi model. Seringkali, di sinilah Anda bisa menulis kode Anda dan mulai menggali kumpulan data dengan model Anda. Bangun dan evaluasi model yang berbeda berdasarkan beberapa teknik pemodelan yang berbeda. Ini berarti Anda perlu menentukan algoritma mana yang akan dicoba, menghasilkan desain pengujian, dan membagi data menjadi set pelatihan, pengujian, dan validasi

5. *Evaluation*

Fase evaluasi menilai model mana yang paling memenuhi bisnis dan langkah selanjutnya. Ini termasuk, mengevaluasi hasil dan meninjau proses untuk mencoba melihat apakah model memenuhi kriteria keberhasilan bisnis dan melihat apakah ada sesuatu yang diabaikan atau terlewatkan. Kemudian akhirnya, atur langkah dan tindakan selanjutnya yang harus diambil

6. *Deployment*

Langkah terakhir, persiapan hasil diatur dan diberikan kepada bisnis atau organisasi. Bergantung pada persyaratannya, fase penyebaran bisa semudah laporan atau serumit menerapkan proses penambahan data.

Capaian pembelajaran MK:

1. Mampu menerapkan metode statistika ke dalam prosedur untuk menyelesaikan masalah bisnis dengan memperhatikan

faktor industri, ekonomi, sosial, baik secara manual maupun dengan bantuan perangkat komputer;

2. Mampu meningkatkan kinerja mutu suatu proses melalui pengujian, pengumpulan data pengukuran obyek kerja, analisis dan pengelolaan serta interpretasi data sesuai prosedur dan standar;

Bahan Kajian:

1. Latar belakang masalah ekonomi, bisnis dan industri
2. Pengumpulan data
3. Visualisasi Data
4. Pemodelan
5. *Deployment*

I.5.6 Fakultas Kesehatan dan Kedokteran

1. Teknologi Kedokteran

MK *Capstone Design* di Prodi Sarjana Teknologi Kedokteran adalah MK Rehabilitasi Medik yang terletak di semester VII sebesar 3 sks.

MK Rehabilitasi Medik (3 sks - KT234719)

Pada mata kuliah ini mahasiswa akan diberikan pemahaman mendalam tentang proses pemulihan pasien yang mengalami berbagai jenis cedera fisik atau gangguan medis. Mata kuliah ini digunakan sebagai *Capstone Design* karena mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh selama studi dari semester I sampai dengan semester VI, sehingga mahasiswa dapat mengaplikasikan mereka secara praktis dalam skenario kehidupan nyata. Mahasiswa akan belajar tentang berbagai teknik rehabilitasi, evaluasi pasien, perencanaan program pemulihan yang sesuai, dan pemantauan perkembangan pasien.

Dalam *capstone design* mata kuliah Rehabilitasi Medik, mahasiswa akan dihadapkan pada tantangan nyata dalam merancang dan melaksanakan program rehabilitasi untuk pasien dengan kondisi yang beragam, seperti cedera tulang belakang, stroke, atau amputasi. Mereka akan bekerja dalam tim interdisipliner, berkolaborasi dengan fisioterapis, terapis okupasi, dan profesional kesehatan lainnya untuk memastikan bahwa pasien mendapatkan perawatan yang holistik. Selain itu, mahasiswa juga akan mempelajari aspek etika dan hukum

dalam rehabilitasi medik, termasuk hak pasien dan pedoman praktik yang berlaku.

Selain itu, mata kuliah ini juga mendorong mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan berkomunikasi yang kuat, karena mereka akan berinteraksi dengan pasien dan keluarganya serta menjelaskan program rehabilitasi dengan jelas. Dengan mengambil *capstone design* dalam mata kuliah Rehabilitasi Medik, mahasiswa akan siap untuk menjadi profesional kesehatan yang kompeten dan penuh perasaan, yang mampu membantu individu yang mengalami cedera atau gangguan medis untuk mencapai pemulihan yang optimal dan kembali ke kehidupan yang sehat dan produktif.

MK *Capstone Design* ini merupakan *Project Based Learning* yang dikerjakan secara berkelompok oleh dua orang mahasiswa dan dikerjakan selama satu semester. *Output* dari MK *Capstone Design* ini adalah laporan perancangan *Feasibility Study* dalam mendesain atau membuat sebuah alat teknologi kesehatan untuk rehabilitasi medik.

Capaian Pembelajaran MK:

1. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip dasar rehabilitasi medik
2. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip dasar pemeriksaan klinis dan evaluasi rehabilitasi medik
3. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip dasar rehabilitasi medik pada kelaianan spesifik
4. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip dasar ortotik
5. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip dasar prostetik
6. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip dasar pembuatan kursi roda
7. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip dasar alat bantu rehabilitasi mandiri
8. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip dasar modalitas elektroterapi

Bahan Kajian:

1. Prinsip dasar rehabilitasi medik, pemeriksaan klinis dan evaluasi
2. Prinsip dasar rehabilitasi medik pada kelainan spesifik
3. Mobilitas dan pola berjalan

4. Ortotik dan prostetik
5. Pembuatan kursi roda
6. Alat bantu rehabilitasi mandiri
7. Modalitas elektroterapi

I.5.7 Fakultas Sains dan Analitika Data (FSAD)

1. Sains Data

MK *Capstone Design Project* di Prodi Sarjana Sains Data adalah MK Proyek Sains Data yang dirancang untuk diadakan pada semester VI sebesar 4 sks.

a. MK Proyek Sains Data (4 sks - SD234601)

Proyek Sains Data merupakan mata kuliah *Capstone Project* yang diberikan kepada mahasiswa Prodi Sarjana Sains Data, Departemen Statistika FSAD ITS pada semester 6. MK ini didesain untuk mengelola sebuah proyek bisnis secara berkelompok. Mata kuliah ini dikemas dalam 4 sks dengan lima materi utama, yaitu: 1) Konsep inovasi bisnis, meliputi metode pengembangan inovasi bisnis (produk, proses produksi, layanan dan distribusi) sesuai dengan kebutuhan masyarakat dan perusahaan/institusi dengan tujuan untuk memperbesar jangkauan konsumen), 2) Berbagai metode pengembangan inovasi bisnis, 3) Berbagai jenis inovasi bisnis, 4) Manajemen Inovasi, dan 5) Perencanaan Bisnis dan Bisnis Digital. Pelaksanaan mata kuliah ini terdiri atas empat kegiatan, yaitu: kuliah tatap muka, kuliah tamu dari praktisi, tugas proyek perencanaan Inovasi Bisnis berupa produk dan/atau layanan Sains Data, dan gelar hasil penyusunan perencanaan inovasi bisnis di bidang Sains Data. Dalam penyusunan perencanaan inovasi bisnis di bidang Sains Data akan dilakukan pembimbingan dan presentasi hasil.

Bahan Kajian:

1. Konsep inovasi bisnis, meliputi metode pengembangan inovasi bisnis (produk, proses produksi, layanan dan distribusi) sesuai dengan kebutuhan masyarakat dan perusahaan/institusi dengan tujuan untuk memperbesar jangkauan konsumen).
2. Berbagai metode pengembangan inovasi bisnis.
3. Berbagai jenis inovasi bisnis.
4. Manajemen Inovasi.
5. Perencanaan Bisnis dan Bisnis Digital.

2. Sains Aktuaria

MK *Capstone Project* di Prodi Sarjana Sains Aktuaria adalah MK Konsultasi Aktuaria yang terletak di semester VII sebesar 3 sks.

MK Konsultasi Aktuaria (3 sks - SA 234703)

Pada mata kuliah ini mahasiswa akan merancang dan menjalani sebagai konsultan Aktuaria yang dimulai dengan membuat profil diri dan kelompok, media iklan untuk mencari klien, pemanfaatan jaringan yang sudah ada, mencari akar masalah aktuaria dari klien, mengukur tingkat risiko klien, mencari solusi terhadap masalah klien, mengkomunikasikan dan mempersuasi klien untuk menjalankan rancangan solusi, memantau pelaksanaan rancangan solusi, coaching terhadap solusi yang ditawarkan, dan evaluasi dan mungkin modifikasi untuk mencapai hasil yang optimal. Mata kuliah *Capstone Project* diletakkan di semester VII karena MK tersebut merupakan puncak dari hampir semua MK yang telah di ambil di semester I-VI. Berikut beberapa MK utama yang menunjang MK *Capstone Project*: Matematika Finansial, Matematika Finansial Lanjut, Aktuaria, Aktuaria Lanjut, Personal Finance, Corporate Finance, Komputasi Aktuaria, Simulasi Aktuaria, Manajemen Aktuaria dan MK lainnya. MK *Capstone Project* ini merupakan *Project Based Learning* yang dikerjakan secara berkelompok oleh tiga sampai dengan lima orang mahasiswa dan dikerjakan selama satu semester. Untuk evaluasi penilaian terdiri dari proposal, progress mingguan, presentasi, laporan akhir. Output dari MK *Capstone Project* ini adalah laporan solusi yang ditawarkan dan progres implementasi oleh klien dari solusi yang ditawarkan kelompok tersebut.

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah :

1. Mahasiswa mampu memilih memilih jenis investasi dan risikonya (C3)
2. Mahasiswa mampu menggunakan software computer untuk menyelesaikan masalah (C3, C4)
3. Mahasiswa mampu mencari akar masalah dari suatu paparan atau realitas yang dihadapi (C4)
4. Mahasiswa mampu memecahkan masalah Aktuaria dan/atau finansial yang ada di masyarakat (C6)

5. Mahasiswa mampu berkomunikasi secara lisan dan tertulis (C3, C5)
6. Mahasiswa mampu bekerja sama dalam kelompok untuk memecahkan masalah

Bahan Kajian :

1. Membuat CV dan portofolio
2. Komunikasi Verbal : Presentasi, Teknik Wawancara dan penggalan informasi, Persuasi, Negoisasi, Lobby, Pembuatan Laporan
3. Komunikasi non Verbal : Bahasa Tubuh, Micro Body Language (Mimik Wajah)
4. Teknik mengambil keputusan
5. Teknik Probing
6. Ekonomi
7. Akuntansi
8. Financial Mathematics
9. Investasi
10. Portofolio
11. Aktuaria
12. Asuransi
13. Komputasi
14. Manajemen Risiko
15. Teori Risiko

I.6 Daftar Kode MK *Capstone Design/ Project* Pada Kurikulum Program Studi di ITS Tahun 2023 – 2028

No	DEPARTEMEN	PROGRAM STUDI	MK <i>Capstone Design/ Project</i>		
			Kode MK	Nama MK	Bobot sks / Letak MK (Semester)
F-ELECTICS/ FTEIC					
1	Teknik Elektro	S1 Teknik Elektro	EE234602	Proyek Rekayasa Elektro	4 sks/ VI
2		S1 Teknik Telekomunikasi	EE234602	Proyek Rekayasa Elektro	4 sks/ VI
3	Teknik Informatika	S1 Teknik Informatika	EF234605	Capstone Project	3 sks/ VI
4		S1 Rekayasa Kecerdasan Artifisial	EA234601	Capstone Design	4 sks/ VI
5		S1 Rekayasa Perangkat Lunak	ER234601	Proyek Perangkat Lunak	4 sks/ VI
6	Teknik Komputer	S1 Teknik Komputer	EC234601	Proyek Telematika	4 sks/ VI
7	Teknik Biomedik	S1 Teknik Biomedik	EB234603	Project Design	4 sks/ VI
8	Teknologi Informasi	S1 Teknologi Informasi	ET234602	Pengembangan Sistem dan Teknologi Informasi (Capstone Project)	3 sks/ VI
9	Sistem Informasi	S1 Sistem Informasi	ES234631	SI Capstone	4 sks/ VII
10		S1 Inovasi Digital	EI234630	Kewirausahaan dan Inovasi Sosial	4 sks/ VI
F-CIVPLAN/ FTSPK					
11	Teknik Sipil	S1 Teknik Sipil	CS234601	Perancangan Struktur Bangunan Gedung	3 sks/ VI
12			CS234701	Perancangan Jalan dan Jembatan	3 sks/ VII
13	Teknik Lingkungan	S1 Teknik Lingkungan	CL234702	Desain Infrastruktur Lingkungan Berkelanjutan	4 sks/ VII
14	Teknik Geomatika	S1 Teknik Geomatika	CM234631	Kemah Kerja	4 sks/ VI
15	Teknik Geofisika	S1 Teknik Geofisika	CF234723	Kuliah Lapangan Terpadu 2	4 sks/ VII
F-INDSYS/ FTIRS					
16	Teknik Mesin	S1 Teknik Mesin	TM234602	Capstone II	2 sks/ VI

17	Teknik Kimia	S1 Teknik Kimia	TK234801	Tugas Desain Pabrik Kimia	5 sks/ VIII
18		S1 Teknik Pangan	TP234801	Tugas Desain Pabrik Pangan	6 sks/ VIII
19	Teknik Fisika	S1 Teknik Fisika	TF234701	Proyek Rekayasa Interdisiplin	3 sks/ VII
20	Teknik Sistem dan Industri	S1 Teknik Sistem dan Industri	TI234734	Perencanaan Industri	3 sks/ VII
21	Teknik Material dan Metalurgi	S1 Teknik Material	TL234735	Desain Proses Industri	3 sks/ VII
F-MARTECH/ FTK					
22	Teknik Perkapalan	S1 Teknik Perkapalan	MN234407	Desain Kapal	3 sks/ VI
23			MN234603	Perencanaan Produksi Kapal	3 sks/ VI
24			MN234501	Desain Konstruksi Kapal	3 sks/ VI
25			MN234801	Tugas Akhir	6 sks/ VIII
26	Teknik Sistem Perkapalan	S1 Teknik Sistem Perkapalan	ME234701	MK Desain IV : Sistem Permesinan dan Kelistrikan Kapal	4 sks/ VII
27	Teknik Kelautan	S1 Teknik Kelautan	MO234603	Perencanaan Sistem Infrastruktur Kelautan	3 sks/ VI
28		S1 Teknik Lepas Pantai	MP234838	Tugas Akhir	5 sks/ VIII
29	Teknik Transportasi Laut	S1 Teknik Transportasi Laut	MS234703	Perencanaan Transportasi Laut	4 sks/ VII
F-VOCATION/ F-VOKASI					
30	Teknik Mesin Industri	D4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi	VN231837	MK Proyek Akhir	5 sks/ VIII
31		D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur	VM231838	MK Proyek Akhir	5 sks/ VIII
32	Teknik Elektro Otomasi	D4 Teknologi Rekayasa Otomasi	VE230727	Digitalisasi Industri	4 sks/ VII
33			VE230831	Proyek Akhir	6 sks/ VIII
34	Teknik Kimia Industri	D4 Teknologi Rekayasa Kimia Industri	VK231606	Proyek Inovasi 3	3 sks/ VI
35	Teknik Instrumentasi	D4 Teknologi Rekayasa Instrumentasi	VI190836	Proyek Akhir 2	6 sks/ VIII
36	Teknik Infrastruktur Sipil	D4 Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan Bangunan Sipil	VC231632	Proyek DED Jembatan	4 sks/ VI
37	Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Air	D4 Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Air	VC231679	MK Proyek Terintegrasi	6 sks/ VIII

38	Statistika Bisnis	D4 Statistika Bisnis	VS231636	Proyek Analitik	2 sks/ VI
FKK					
39	Teknologi Kedokteran	S1 Teknologi Kedokteran	KT234719	Rehabilitasi Medik	3 sks/ VII
F-SCIENTICS/ FSAD					
40	Statistika	S1 Sains Data	SD234601	Proyek Sains Data	4 sks/ VI
41		S1 Sains Aktuaria	SA234703	Konsultasi Aktuaria	3 sks/VII



BAB II

METODE PEMBELAJARAN
DALAM
CAPSTONE DESIGN/PROJECT

(halaman ini sengaja dikosongi)

METODE PEMBELAJARAN DALAM CAPSTONE DESIGN/ PROJECT

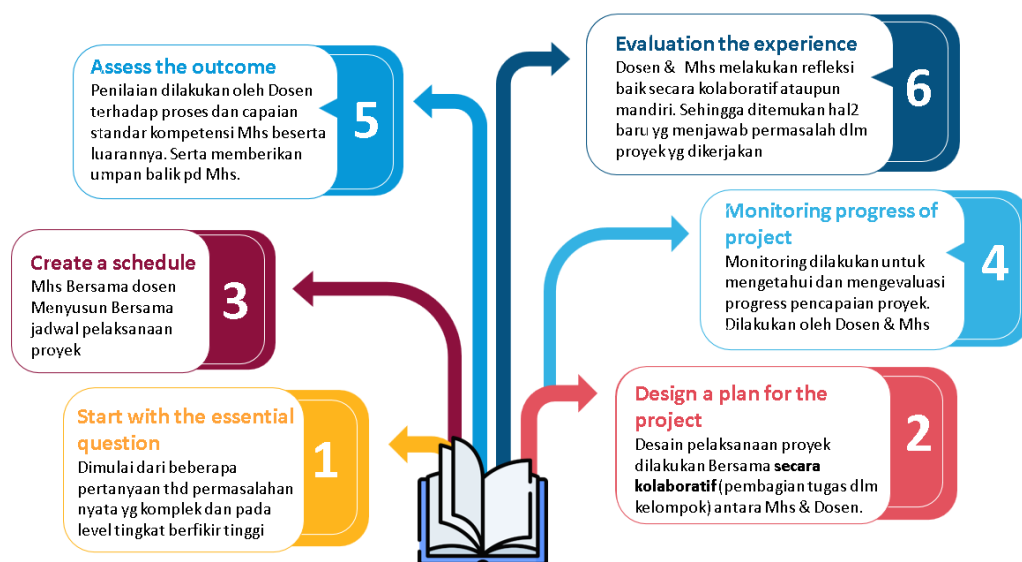
Mata Kuliah *Capstone Design/ Project* dalam pelaksanaannya menggunakan metode *Project Based Learning* atau disingkat dengan **PjBL**.

II.1 Definisi Project Based Learning

Project Based Learning (PjBL) adalah metode pembelajaran yang menggunakan proyek/kegiatan untuk menyelesaikan masalah – masalah nyata dan kompleks. Mahasiswa melakukan eksplorasi, merumuskan pertanyaan – pertanyaan, menggali informasi, melakukan penilaian, menginterpretasi, sintesis, dan analisis untuk menghasilkan berbagai bentuk hasil belajar. Pembelajaran Berbasis Proyek merupakan metode belajar yang menggali permasalahan nyata dalam sebuah proyek sebagai langkah awal dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalamannya dalam beraktifitas secara nyata. Peran dosen dalam PjBL ini adalah sebagai pendamping, motivator, dan fasilitator bagi mahasiswa.

II.2 Tahapan Metode PjBL

Tahapan Metode PjBL diilustrasikan ada 6 tahapan yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3 Tahapan Metode PjBL

Metode PjBL memiliki 6 (enam) tahapan metode sebagai berikut:

1. *Start with the essential question*

Dimulai dari beberapa pertanyaan terhadap permasalahan nyata yang kompleks dan pada level tingkat berfikir tinggi.

2. *Design a plan for the project*

Desain pelaksanaan proyek dilakukan bersama secara kolaboratif (pembagian tugas dalam kelompok) antara mahasiswa dan dosen.

3. *Create a schedule*

Mahasiswa menyusun bersama jadwal pelaksanaan proyek dan dikonsultasikan dengan dosen.

4. *Monitoring progress of the project*

Monitoring dilakukan untuk mengetahui dan mengevaluasi progress pencapaian proyek. Dilakukan oleh mahasiswa dan dosen. Mahasiswa melakukan presentasi.

5. *Assess the outcome*

Penilaian dilakukan oleh dosen dan mahasiswa terhadap proses dan capaian standar kompetensi mahasiswa beserta luarannya. Serta memberikan umpan balik pada mahasiswa.

6. *Evaluation the experience*

Mahasiswa dan dosen melakukan refleksi baik secara kolaboratif ataupun mandiri. Sehingga ditemukan hal-hal baru yang menjawab permasalahan dalam proyek yang dikerjakan.



Kriteria evaluasi:

50% (lima puluh persen) dari bobot nilai akhir harus berdasarkan kualitas partisipasi diskusi kelas (*case method*) dan/atau presentasi akhir pembelajaran kelompok berbasis proyek (*team base project*)

Gambar 4 Tahapan Metode PjBL

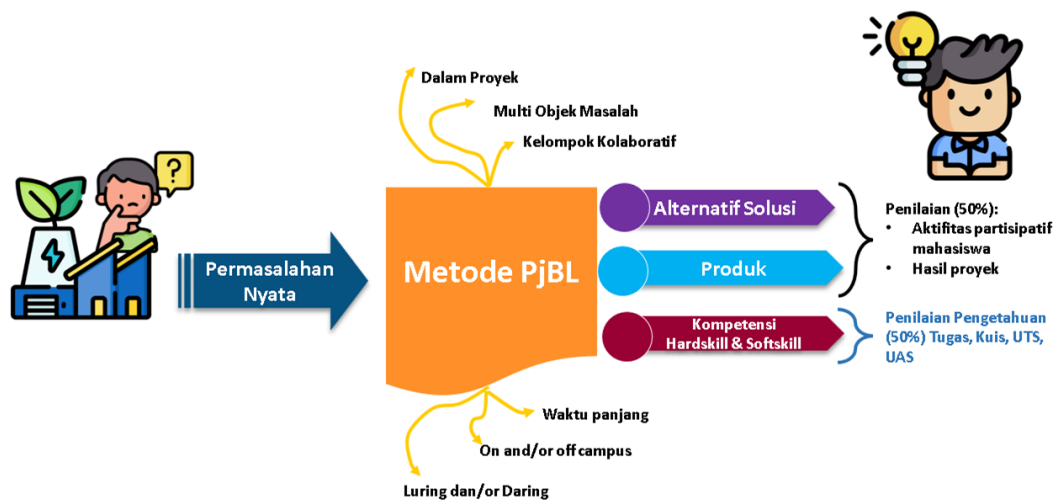
Tahapan - tahapan pada metode PjBL dijelaskan sebagai berikut:

1. Kelas dibagi menjadi kelompok lebih dari 1 (satu) mahasiswa untuk mengerjakan tugas bersama selama jangka waktu yang ditentukan.
2. Kelompok diberikan masalah nyata yang terjadi di masyarakat atau pertanyaan kompleks, lalu diberikan ruang untuk memuat rencana kerja dan model kolaborasi.

3. Setiap kelompok mempersiapkan presentasi / karya akhir yang ditampilkan di depan dosen, kelas, atau *audiens* lainnya yang dapat memberikan umpan balik yang konstruktif.
4. Dosen membina setiap kelompok selama periode pekerjaan proyek dan mendorong mahasiswa untuk berpikir kritis dan kreatif dalam kolaborasi.

II.3 Metode PjBL

Implementasi di dalam penyelenggaraan MK kategori *Capstone Design/ Project* dengan menggunakan metode Project Based Learning (PjBL). Ciri-ciri di dalam menggunakan PjBL diilustrasikan pada gambar di bawah ini. Harus ada permasalahan yang nyata di lapangan baik di masyarakat atau di industri. Permasalahan ini perlu diidentifikasi dengan cara menggunakan data dan menguasai konsep pengetahuan yang telah dimilikinya.



Gambar 5 Metode PjBL

Metode PjBL diawali dengan permasalahan nyata. Metode PjBL ini memiliki 6 ciri, yaitu: (i) masalah bersifat multi objek, (ii) penyelesaian masalah sebagai bentuk proyek, (iii) dilaksanakan secara kelompok yang bersifat kolaboratif, (iv) dapat dilaksanakan secara luring dan atau daring, (v) dapat dilaksanakan di dalam dan /atau di luar kampus (*on* dan atau *off campus*), dan (vi) penyelesaian proyek membutuhkan waktu yang panjang. Penggunaan metode PjBL menghasilkan 3 (tiga) luaran, yaitu:

1. Alternatif solusi
2. Produk
3. Kompetensi *Hardskill* dan *Softskill*

Penilaian terhadap aktifitas pembelajaran dengan bentuk PjBL, dapat dilakukan pada proses dan hasil aktifitas, sebagai contoh dengan berdasarkan 3 luaran tersebut, dilakukan penilaian atas setiap indikator pada hasil luaran.

1. Penilaian terhadap: Alternatif solusi

Bobot penilaian sebesar 50 %: meliputi aktifitas partisipatif mahasiswa dan hasil proyek.

2. Produk

Bobot penilaian 50 % yaitu meliputi aktifitas partisipatif setiap anggota dalam tim (mahasiswa) dan hasil proyek.

3. Kompetensi *Hardskill* dan *Softskill*

Bobot penilaian terhadap penguasaan pengetahuan 50% yang meliputi tugas, kuis, ETS, dan EAS.

II.4 Project dan Project Based Learning

A. Project:

- Tugas didasarkan pada arahan dari dosen dan diulang dari tahun ke tahun.
- Biasanya dilakukan secara individu.
- Dilakukan secara mandiri, seringkali di rumah.
- Berfokus pada produk, produk bahkan dapat disebut "proyek" dan
- Tidak otentik untuk dunia nyata atau untuk siswa Live.

(in english)

- *Supplemental to a unit;*
- *Task is based on following directions from the lecturer and is repeated year after year;*
- *Typically done individually;*
- *Done independently, often at home;*
- *Focused on the product; the product may even be called "the project"; and*
- *Not authentic to the real world or to students' Lives*

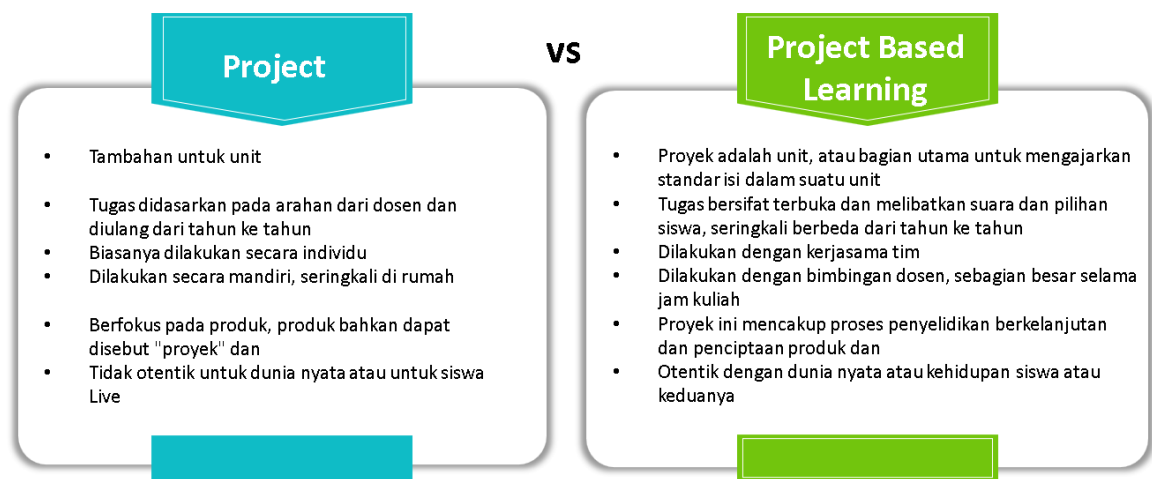
B. Project Based Learning

- Proyek adalah unit, atau bagian utama untuk mengajarkan standar isi dalam suatu unit.
- Tugas bersifat terbuka dan melibatkan suara dan pilihan siswa, seringkali berbeda dari tahun ke tahun.
- Dilakukan dengan kerjasama tim.

- Dilakukan dengan bimbingan dosen, sebagian besar selama jam kuliah.
- Proyek ini mencakup proses penyelidikan berkelanjutan dan penciptaan produk dan
- Otentik dengan dunia nyata atau kehidupan siswa atau keduanya.

(in english)

- *The project is the unit, or a major vehicle for teaching content standards within a unit;*
- *Task is open-ended and involves student voice and choice; often differs from year to year;*
- *Done in collaboration with a team;*
- *Done with lecturer guidance, much of it during lecture hours;*
- *The project includes a sustained inquiry process and the creation of a product; and*
- *Authentic to the real world or to students' lives, or both.*



Gambar 6 Perbedaan antara *Project* dan *Project Based Learning*

Pembelajaran berbasis proyek PjBL:

1. Dimulai dengan penugasan untuk melaksanakan satu atau lebih tugas yang mengarah pada produksi produk akhir (desain, model, perangkat, atau simulasi *computer*).
2. Puncak dari proyek adalah laporan tertulis dan/atau lisan yang meringkas prosedur yang digunakan untuk menghasilkan produk dan menyajikan hasilnya.

The background is a grayscale photograph of a multi-story library building with a central tower and many windows. The word 'PERPUSTAKAAN' is visible on the lower part of the building. Overlaid on the image are several large, colorful geometric shapes in shades of blue and orange, including triangles and polygons, some with thin white outlines.

BAB III

IMPLEMENTASI MATA KULIAH
CAPSTONE DESIGN/PROJECT

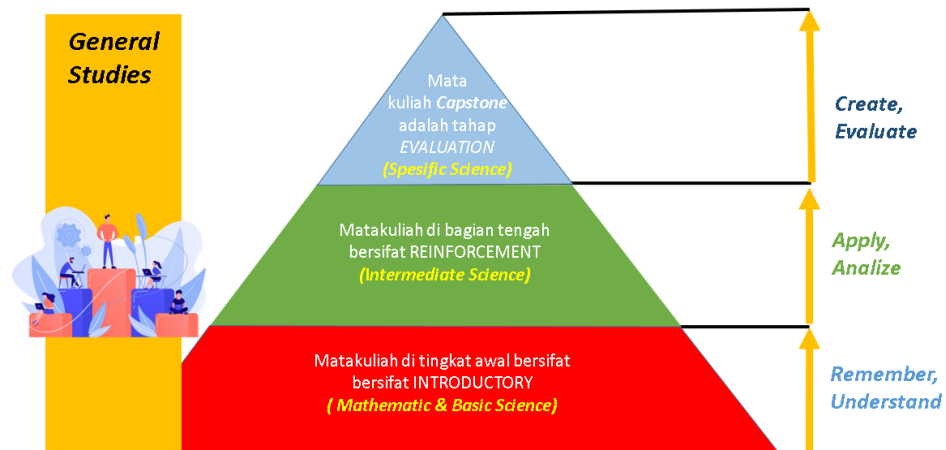
PERPUSTAKAAN

(halaman ini sengaja dikosongi)

IMPLEMENTASI MATA KULIAH *CAPSTONE DESIGN/ PROJECT*

III.1 Hirarki *Cluster Organisasi Mata Kuliah*

Dalam hirarki *cluster organisasi mata kuliah* dibagi menjadi tiga tingkatan, yaitu mata kuliah di tingkat awal yang bersifat *introductory*, mata kuliah di bagian tengah bersifat *reinforcement*, dan mata kuliah *capstone* adalah tahap *evaluation*.



Gambar 7 Hirarki Cluster Organisasi Mata Kuliah

III.2 Karakteristik *Capstone Design/ Project*

Karakteristik *Capstone Design/ Project* dapat dilihat sebagai berikut:

1. **MK wajib** dalam **program studi bidang teknik dan infokom** yang terakreditasi.
2. Memberikan pengalaman kepada mahasiswa tentang proyek teknik yang sifatnya terbuka dengan berbagai persyaratan dan kendala yang sifatnya realistis.
3. Memberikan pengalaman dan lingkungan yang sangat baik untuk: mengamati, mengembangkan, dan mendokumentasikan kompetensi profesional mahasiswa dan pencapaiannya dalam mendukung akreditasi program.
4. MK *Capstone Design/ Project* sebagai sarana di mana aspek non teknis serta teknis yang menyebabkan kesuksesan dalam karir teknik seseorang.
5. Melalui MK *Capstone Design/ Project* dimaksudkan untuk mengembangkan berbagai keterampilan mahasiswa, dalam rangka menjadi insinyur yang lebih baik.

Suatu pekerjaan proyek dalam masalah rekayasa di dunia nyata, sifatnya terbuka (sesuai dengan fakta), dan bersifat interdisipliner (jika memungkinkan) melalui:

1. Mengkaji materi yang berkorelasi dengan realisasi dan visualisasi rekayasa,
2. Memformulasikan / mendefinisikan masalah rekayasa dari visualisasi dan persyaratan fungsionalnya,
3. Merencanakan proyek,
4. Mendesain proses rekayasa,
5. Memilih alternatif solusi,
6. Menganalisis hasil alternatif solusi,
7. Mengidentifikasi resiko dan strategi dalam penanggulangan, dan
8. Pembuatan *prototype*.

III.3 Lima Elemen Kemampuan

Lima elemen kemampuan *Capstone Design/ Project* ditunjukkan gambar berikut:



Gambar 8 Elemen *Capstone Design/ Project*

Terdapat 5 elemen *Capstone Design/ Project* sebagai berikut:

1. *Project planning, Ability to plan and execute a project.*
2. *Problem/project definition, Ability to address an engineering situation.*
3. *Engineering design, Ability to find design alternatives and to select optimally and effectively within realistic requirements and constraints.*
4. *Team work skills, Ability to work within team building meeting skill, and conflict resolution.*
5. *Communication skills, Ability to communicate in writing and orally building the communication, presentation, and interpersonal skills.*

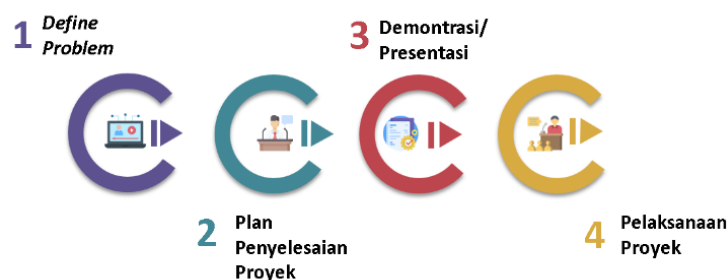
Catatan: Dalam implementasi MK yang dikategorikan *Capstone Design/ Project* harus memiliki keterkaitan dengan CPL Prodi yang memuat 5 elemen kemampuan (*Project planning, Problem/project definition, Engineering design, Team work skills, Communication skills*).

III.4 Pelaksanaan *Capstone Design Project*

Proses pelaksanaan proyek *capstone* dilaksanakan sebagai berikut:

1. Mahasiswa membentuk kelompok dengan anggota minimal 1 (Jumlah ini mengikuti buku panduan *team-based project* IKU 2021).
2. Mahasiswa memilih satu permasalahan yang ditawarkan.
3. Masing-masing mahasiswa memiliki *role* (peran) dalam kelompok. Peran yang dipilih harus sesuai dengan standar yang umum dalam bidang industri.

III.5 Langkah-langkah *Capstone Design/ Project*



Gambar 9 Langkah-langkah *Capstone Design/ Project*

Berikut langkah langkah dalam *Capstone Design/ Project*:

1. *Define Problem*
2. *Plan* menyelesaikan proyek
3. Demonstrasi/ presentasi
4. Pelaksaan proyek

III.6 Luaran *Capstone Design/ Project*

Luaran *Capstone Design/ Project* adalah dapat berbentuk purwarupa/ *prototype* maupun produk yang merupakan hasil dari proses *engineering*, terutama perancangan dalam proses *problem solving/* memecahkan masalah. Proses perancangan harus mengikuti kaidah merancang secara sistematis

seperti yang telah dipelajari pada mata kuliah sebelumnya. Pembuatan produk (luaran) melibatkan proses perancangan baik berupa simulasi, *software*, maupun *hardware*. Proses ini juga mewajibkan mahasiswa untuk membuat dokumen perancangan sebagai hasil dari proses yang terstruktur.

III.7 Best Practices Capstone Design/ Project

Beberapa *best practice* PjBL adalah sebagai berikut:

Tabel 2 *Best Practice Capstone Design/ Project*

Jenis Universitas	Best Practice
<i>Imperial College London</i>	Ekstra kurikuler – yang dilakukan sekelompok Mahasiswa, dikoordinir oleh Mahasiswa, bekerja sama dengan industri Inisiatif dari mahasiswa
<i>Universitas Loughborough</i>	Di inisiasi oleh pusat pembelajaran
<i>Universitas Northumbria</i>	Dilaksanakan pada program master dalam Inovasi Desain Multidisiplin, di mana kelompok mahasiswa desain, teknologi, dan bisnis ditugaskan dengan tantangan proyek yang sifatnya terbuka
<i>Queen Mary, University of London</i>	Penggabungan dari beberapa modul
<i>Queen's University Belfast</i>	Pelaksanaan di tahun ke 3 dan tahun 4
<i>University of Cambridge, Manufacturing Engineering</i>	Dilakukan di tahun 3 dan 4
<i>University of Hertfordshire: the School of Aerospace, Automotive and Design Engineering</i>	Untuk gabungan kurikuler dan co-kurikuler

III.8 Topik dalam MK Capstone Design/ Project

Mata Kuliah *Capstone Design/Project* memiliki beberapa topik serta bobot presentasinya, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 Topik dalam MK *Capstone Design/ Project*

No	1994 Survey Response Topic	%
1	<i>Oral Communication</i>	61
2	<i>Drawings/ Creativity/ Concept Generation</i>	48
3	<i>Teamwork Essential</i>	44
4	<i>Planning/ Scheduling</i>	42
5	<i>Engineering Ethics</i>	40
6	<i>Engineering Economics</i>	40
7	<i>Developing/ Writing Functional Specs</i>	36
8	<i>Safety in Product Design</i>	33
9	<i>Optimization</i>	31

Tabel 4 Topik dalam MK *Capstone Design/ Project* (lanjutan)

No	2005 Survey Responses (n = 343) Topic	%
----	---------------------------------------	---

1	Written Communication	87
2	Oral Communication	83
3	Engineering Ethics	76
4	Project Planning and Scheduling	72
5	Decision – Making	68
6	Teambuilding	66
7	Team Dynamics	63
8	Engineering Economics	61
9	Developing/ Writing Functional Specs	56
10	Safety in Product Design	52
11	Leadership	50
12	Standard and Regulations	49
13	Drawings/ Creativity/ Concept Generation	48
14	Analysis Tools	46
15	Intellectual Property/ Patents	45
16	Prototyping and Testing	37
17	Optimization	34
18	Sustainability	29
19	Manufacturing Process	29
20	Risk Assessment	29
21	CAD Design and Layout	29
22	Product Liability	24
23	Quality Function Deployment	17
24	Other	13

III.9 Cara Menentukan MK *Capstone Design/ Project*

Di dalam menentukan MK *Capstone Design/ Project*, dilakukan dengan mengacu *Student Outcomes* dari lembaga akreditasi Internasional. *Student outcomes* dari ABET ditampilkan seperti berikut:

Tabel 5 *Student Outcomes*

No	<i>Student Outcomes</i>
1	<i>an ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics.</i>
2	<i>an ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors.</i>
3	<i>an ability to communicate effectively with a range of audiences.</i>
4	<i>an ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts.</i>
5	<i>an ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives.</i>
6	<i>an ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions.</i>
7	<i>an ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.</i>

No	Student Outcomes
1	Kemampuan untuk mengidentifikasi, merumuskan, dan memecahkan masalah teknik yang kompleks dengan menerapkan prinsip-prinsip teknik, sains, dan matematika.
2	Kemampuan untuk menerapkan desain teknik untuk menghasilkan solusi yang memenuhi kebutuhan tertentu dengan pertimbangan kesehatan, keselamatan, dan kesejahteraan masyarakat, serta faktor global, budaya, sosial, lingkungan, dan ekonomi.
3	Kemampuan untuk berkomunikasi secara efektif dengan berbagai khalayak.
4	Kemampuan untuk mengenali tanggung jawab etis dan profesional dalam situasi rekayasa dan membuat penilaian yang tepat, yang harus mempertimbangkan dampak dari solusi rekayasa dalam konteks global, ekonomi, lingkungan, dan sosial.
5	Kemampuan untuk berfungsi secara efektif dalam tim yang anggotanya bersama-sama memberikan kepemimpinan, menciptakan lingkungan yang kolaboratif dan inklusif, menetapkan tujuan, merencanakan tugas, dan memenuhi tujuan.
6	Kemampuan untuk mengembangkan dan melakukan eksperimen yang tepat, menganalisis dan menginterpretasikan data, dan menggunakan pertimbangan teknik untuk menarik kesimpulan.
7	Kemampuan untuk memperoleh dan menerapkan pengetahuan baru sesuai kebutuhan, menggunakan strategi pembelajaran yang tepat.

Dari *Student Outcomes* dihubungkan dengan CPL yang dibebankan pada MK *Capstone Design/ Project* sebagai berikut:

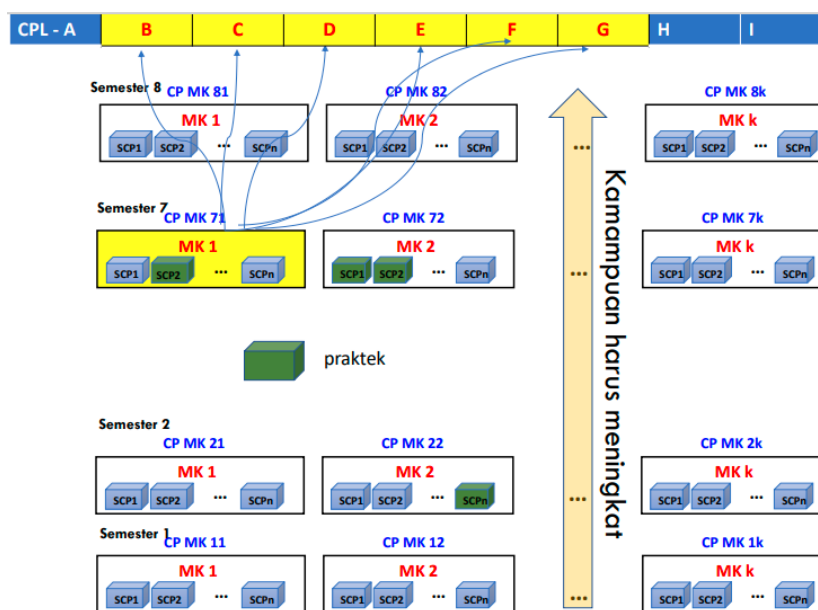
Tabel 6 CPL yang dibebankan pada MK

CPL	Deskripsi
A	Kemampuan menerapkan pengetahuan matematika, sains - sains hayati dan/atau material, teknologi informasi, dan kerekayasaan untuk membangun pemahaman prinsip - prinsip kerekayasaan secara utuh.
B	Kemampuan merancang komponen, sistem, dan/atau proses untuk memenuhi kebutuhan tertentu, dengan dihadapkan pada kendala - kendala realistic, seperti kendala legal, ekonomi, lingkungan hidup, social - politik, kesehatan dan keselamatan, keberlanjutan, serta mempertimbangkan dan/atau memanfaatkan potensi sumberdaya lokal dan nasional dalam perspektif global.
C	Kemampuan merancang dan melaksanakan percobaan di laboratorium dan/atau lapangan, serta menganalisis dan menginterpretasikan data untuk memperkuat daya nalar kerekayasaan.
D	Kemampuan mengidentifikasi, merumuskan, menganalisis, dan menyelesaikan permasalahan kompleks kerekayasaan.
E	Kemampuan menerapkan metode, kecakapan, dan peranti kerekayasaan mutakhir yang diperlukan untuk praktik kerekayasaan.
F	Kemampuan berkomunikasi dengan efektif, baik secara verbal maupun tertulis.
G	Kemampuan merencanakan, menuntaskan, dan mengevaluasi tugas - tugas dalam kendala - kendala yang tertentu.

H	Kemampuan bekerja dalam tim - tim multidisipliner dan multicultural.
I	Kemampuan untuk bersikap akuntabel dan bertanggungjawab kepada masyarakat, dan berpegang pada etika profesi dalam menyelesaikan permasalahan kerekayasaan.
J	Kemampuan untuk memahami kebutuhan bagi pembelajaran sepanjang hayat, termasuk akses ke pengetahuan isu - isu kontemporer yang relevan

Cara mengukur CPL yang dicapai oleh MK *Capstone Design/ Project* dapat dilihat sebagai berikut:

1. CPL akan dicapai melalui akumulasi kemampuan pada MK
2. MK mengoperasikan CPL yang dibebankan pada MK



Gambar 10 Pengukuran CPL MK *Capstone Design*

Pencocokkan antara *Student Outcome* (SO) dengan CPL dapat dilakukan seperti berikut:

	SO-1	SO-2	SO-3	SO-4	SO-5
CPL-1	X	X			
CPL-2	X	X	bertahap		
CPL-3	X	X			
CPL-4	X	X			X
CPL-5		X		X	
CPL-6			X		X
CPL-7				X	X

Gambar 11 Contoh mencocokkan SO dengan CPL

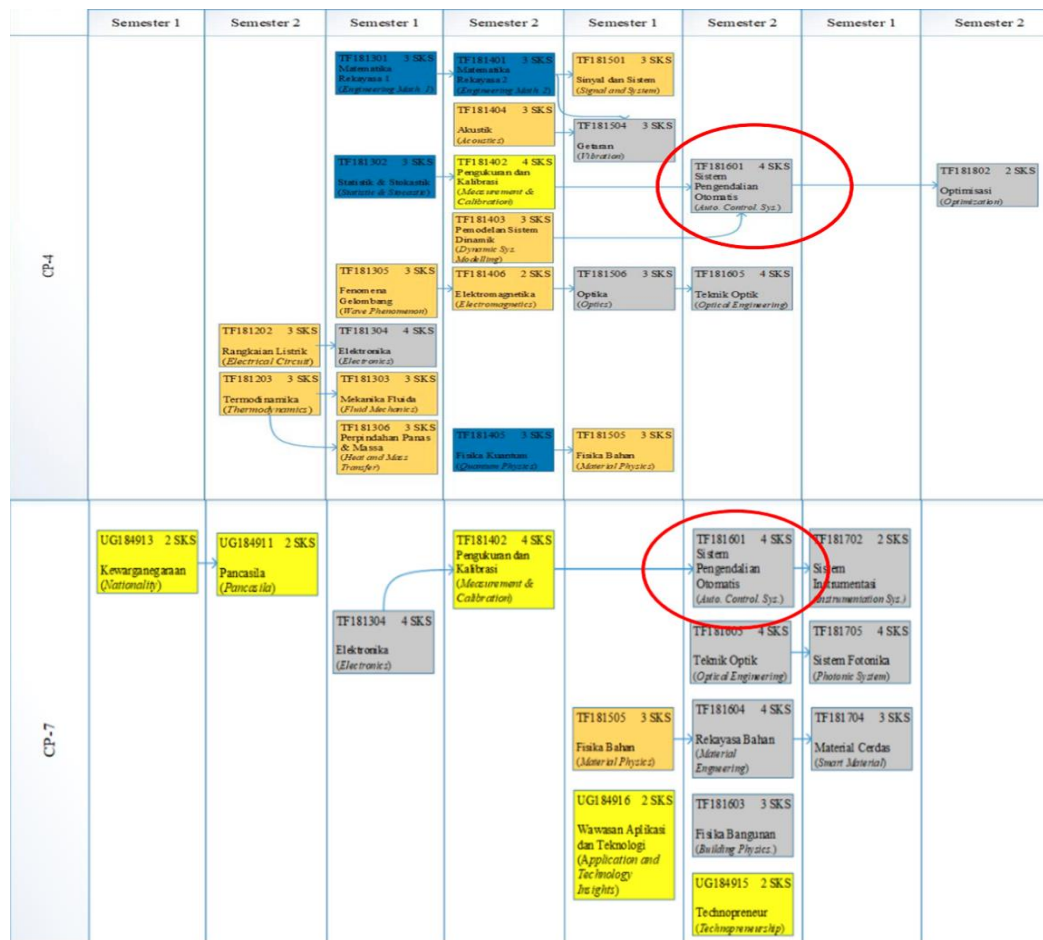
Dengan data SO seperti berikut:

- SO-1 - kemampuan untuk mengidentifikasi, merumuskan, dan memecahkan masalah teknik yang kompleks dengan menerapkan prinsip-prinsip teknik, sains, dan matematika.
 - SO-2 - kemampuan menerapkan desain teknik untuk menghasilkan solusi yang memenuhi kebutuhan tertentu dengan mempertimbangkan kesehatan, keselamatan, dan kesejahteraan publik, serta faktor global, budaya, sosial, lingkungan, dan ekonomi.
 - SO-3 - kemampuan untuk berkomunikasi secara efektif dengan berbagai *audiens*.
 - SO-4 - kemampuan untuk mengenali tanggung jawab etis dan profesional dalam situasi *engineering* dan membuat penilaian berdasarkan informasi, yang harus mempertimbangkan dampak solusi *engineering* dalam konteks global, ekonomi, lingkungan, dan social.
 - SO-5 - kemampuan untuk berfungsi secara efektif dalam tim yang anggotanya bersama-sama memberikan kepemimpinan, menciptakan lingkungan yang kolaboratif dan inklusif, menetapkan tujuan, merencanakan tugas, dan memenuhi tujuan.
- (in english)*
- SO-1 - *an ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics.*
 - SO-2 - *an ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors.*
 - SO-3 - *an ability to communicate effectively with a range of audiences.*
 - SO-4 - *an ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts.*
 - SO-5 - *an ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives.*

Melakukan pencocokkan dengan menggunakan CPL sebagai berikut:

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, ekselensi, kepemimpinan yang kuat, sinergi, dan potensi lain yang dimiliki untuk mencapai hasil yang maksimal.
CPL-2	Mampu mengkaji dan memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam rangka mengaplikasikannya pada bidang (<i>keahlian prodi</i>)*, 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, sistematis dan inovatif.
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.
CPL-4	1 Mampu merancang sistem, komponen, atau proses dalam bidang teknik fisika untuk memenuhi kebutuhan yang ditetapkan serta batasan operasional yang realistis.
CPL-5	2 Mampu mengidentifikasi, memformulasi, dan menyelesaikan masalah rekayasa di bidang teknik fisika.
CPL-6	3 Memiliki pengetahuan tentang isu-isu terkini serta wawasan yang luas yang berkaitan dengan bidang teknik fisika.
CPL-7	3 Mampu bekerja sama dalam tim yang interdisiplin dan multidisiplin.
CPL-8	Memiliki tanggung jawab dan etika profesional.
CPL-9	4 Mampu berkomunikasi secara efektif.
CPL-10	Mampu berpikir kreatif dan belajar sepanjang hayat.
CPL-11	Mampu menunjukkan sikap relegius, menjunjung tinggi nilai - nilai kemanusiaan, berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air, serta menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, agama, dan kepercayaan berdasarkan Pancasila.
CPL-12	Mampu menerapkan prinsip - prinsip kewirausahaan berbasis teknologi (<i>technopreneur</i>), serta mengembangkan jaringan kerja dengan pembimbing, kolega, sejawat baik di dalam maupun di luar lembaganya dengan sikap bertanggung jawab.

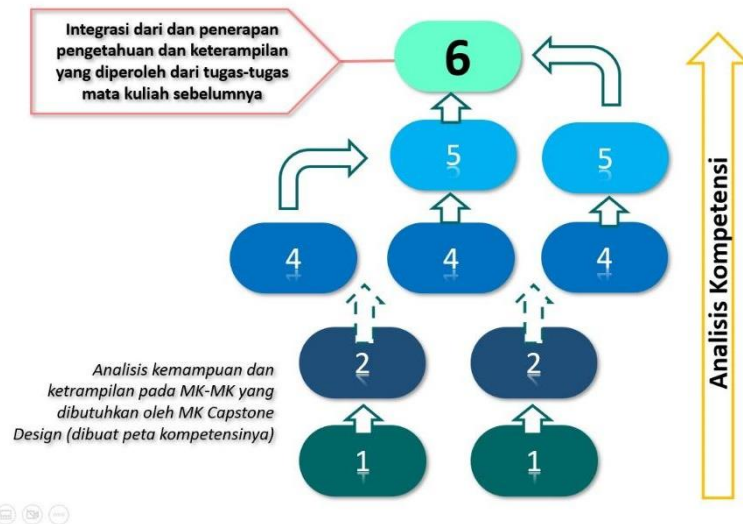
Gambar 12 Pemetaan CPL di Tiap Semester



Gambar 13 Contoh MK SPO 4 sks

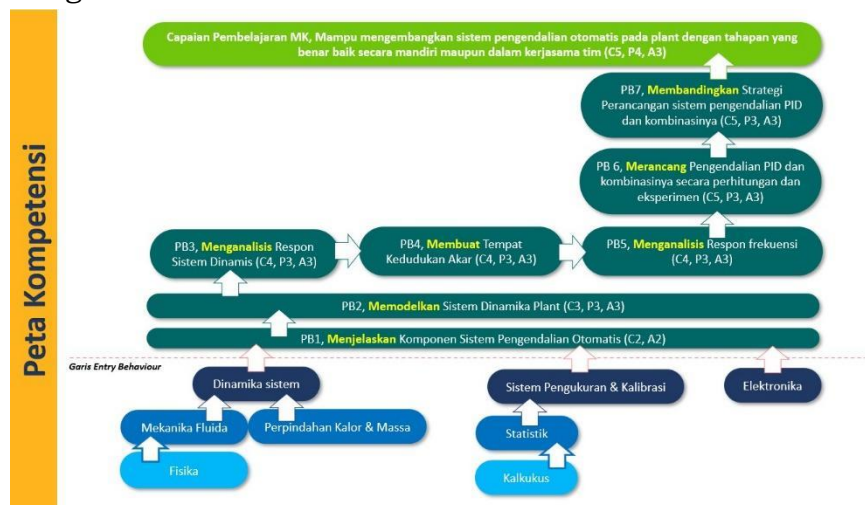
III.10 Cara Mengukur Kemampuan Pada Peta Kompetensi di Kurikulum Prodi

Analisis kemampuan dan keterampilan pada MK - MK yang dibutuhkan oleh MK *Capstone Design/Project* yang dibuat pada peta kompetensinya. Analisis kompetensi berurutan dari tingkat 1 hingga tingkat 6. Pada tingkat 6, merupakan integrasi dari dan penerapan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dari tugas tugas mata kuliah sebelumnya. Dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 14 Peta Kompetensi Pada Kurikulum

Contoh dari peta kompetensi dengan capaian pembelajaran MK: Mampu mengembangkan sistem pengendalian otomatis pada *plant* dengan tahapan yang benar baik secara mandiri maupun dalam kerjasama tim (C5, P4, A3), sebagai berikut:



Gambar 15 Contoh Peta Kompetensi



BAB IV

ANALISIS CPL DAN RPS
MK CAPSTONE DESIGN/
PROJECT

(halaman ini sengaja dikosongi)

ANALISIS CPL DAN RPS MK *CAPSTONE DESIGN/ PROJECT*

IV.1 Analisis CPL

Dalam melakukan analisis CPL dilakukan penyesuaian antara CPL-MK di tiap minggunya dengan CPL-1 hingga CPL-n. Sesuai dengan gambar berikut:

Mgg-ke	CPL-MK (Sub-CPL-MK)	CPL-1	CPL-2	CPL-3	CPL-4	CPL-5	CPL-6	CPL-7	CPL-8	CPL-9	CPL-10
CPL3-MK 1: Mampu merancang sistem pengendalian otomatis untuk studi kasus di industri											
6	SCP1.1 Mampu merancang sistem pengendalian otomatis dengan tahapan yang benar dengan bantuan software (Sub2.1)			V							
6	SCP1.2 Mampu melakukan eksperimen sistem pengendalian otomatis (Sub 2.2)			V							
5	SCP1.3 Mampu menganalisis karakteristik respons sistem pengendalian hasil rancangan (Sub 2.3)			V							
4	SCP1.4 Mampu menganalisis kestabilan sistem			V							
CPL4-MK 2: Mampu memformulasi model matematis plant yang dipilih sebagai studi kasus											
1	2	SCP2.1 Mampu menjelaskan komponen sistem SPO dan memformulasikan persamaan model plant			V						
3	SCP2.2 Mampu menentukan karakteristik sistem dengan berbagai sinyal uji				V						
CPL7-MK 3: Mampu bekerja sama dalam tim yang interdisiplin dan multidisiplin											
	SCP3.1 = SCP7	mampu bekerja sama dalam mengerjakan tugas perancangan sistem pengendalian otomatis (Sub CPL MK)						V			
CPL9-MK 4: Mampu berkomunikasi secara efektif.											
7	SCP4.1 = SCP8	Mampu menyusun laporan hasil rancangan SPO dan mempresentasikan nya di depan audiense								V	

Gambar 16 Analisis Pada CPL

IV.2 Rencana Pembelajaran Semester

Rencana Pembelajaran Semester atau disingkat RPS merupakan suatu perencanaan proses pembelajaran sebagai aktifitas interaksi antara dosen, mahasiswa dan sumber belajar yang tersedia. RPS harus memenuhi 9 aspek yang dituangkan di dalam standard nasional pendidikan tinggi (Permendikbud No 3/2020), atau mengikuti teori **ADDIE** yaitu: **A- Analysis:** mengidentifikasi CPL yang dioperasikan melalui MK, kebutuhan belajar mahasiswa, dan membuat analisis pembelajaran, **D- Design:** merumuskan kinerja hasil belajar mahasiswa berupa indikator ketercapaian dari CPL, **D- Development:** mengembangkan instrumen penilaian dan rencana evaluasi terhadap ketercapaian CPL, **I-Implementation:** mengimplementasi bentuk dan strategi pembelajaran, dan **E-Evaluation:** melakukan evaluasi hasil pengukuran kemampuan.

Isi format dari RPS ini berisikan mengenai identitas kampus berupa logo, nama perguruan-fakultas-prodi, kode dokumen, nama mata kuliah, dan lain sebagainya. Fotmat dari RPS dapat dilihat pada gambar berikut:

		INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS)				Kode Dokumen	
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM							
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PANGAN							
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER							
MATA KULIAH (MK)	KODE	Rumpun MK	BOBOT (sks)		SEMESTER	Tgl Penyusunan	
Tugas Desain Pabrik Pangan	TP184804	Ilmu Rekayasa dan Desain	T=0	P=6 sks	8	Februari 2023	
OTORISASI		Pengembang RPS	Koordinator RMK		Ketua PRODI		
		Siti Nurkhamidah, S.T., M.S., Ph.D	Prof. Setiyo Gunawan, ST., Ph.D, IPM		Siti Nurkhamidah, S.T., M.S., Ph.D		
CPL-PRODI yang dibebankan pada MK							
Capaian Pembelajaran (CP)	CPL-2	Mampu mengkaji dan memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam rangka mengaplikasikannya pada bidang keahlian teknik pangan, 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, sistematis dan inovatif.					
	CPL-4	Mampu mengidentifikasi dan merumuskan masalah teknik, melakukan studi untuk mendesain suatu sistem atau proses untuk menyelesaikan masalah berdasarkan prinsip teknik pangan (perubahan bahan baku menjadi produk pangan yang mempunyai nilai tambah melalui proses fisika, kimia dan biologi secara aman, ramah lingkungan dan ekonomis) dengan memanfaatkan metode, teknik dan instrumen rekayasa modern, serta menganalisis dan mengevaluasi hasilnya dalam batasan yang ada.					
Deskripsi Singkat MK		Pada mata kuliah ini mahasiswa akan mendesain sebuah pabrik pangan mulai dari penentuan latar belakang pendirian pabrik, potensi pasar produk yang akan diproduksi, penentuan kapasitas pabrik berdasarkan data ekspor, impor, produksi, maupun konsumsi produk dan tentunya disesuaikan dengan ketersediaan bahan baku. Kemudian, mahasiswa akan melakukan seleksi proses untuk proses produksi berdasarkan beberapa aspek penilaian. Setelah proses terpilih maka mahasiswa harus membuat diagram alir proses terpilih dan menjelaskan uraian prosesnya beserta jaminan keamanan pangan yang meliputi Good Manufacturing Practice (GMP) dan Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP). Kemudian melakukan identifikasi sumber bahan baku, baik bahan baku utama maupun tambahan meliputi produsen dan standar kualitas bahan baku dari segi izin edar dan halal. Selanjutnya melakukan perhitungan neraca massa dan neraca energi agar bisa dilakukan spesifikasi peralatan dan kebutuhan energi dari pabrik yang di desain. Mahasiswa juga akan mendesign Piping and Instrumentation Diagram (P&ID) dan melakukan analisa Hazard and Operability Study (HAZOP). Tahap terakhir adalah melakukan analisa ekonomi untuk melihat apakah pabrik yang telah didesain layak dari segi ekonomi dengan memperhatikan beberapa parameter seperti: Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Pay Out Time (POT), dan juga perlu dianalisa sensitivitas terhadap IRR.					
Bahan Kajian: Materi Pembelajaran		<ol style="list-style-type: none">1. Latar Belakang pendirian pabrik kimia2. Penentuan kapasitas pabrik3. Seleksi lokasi pabrik4. Seleksi proses dan blok flow diagram proses terpilih5. Diagram alir proses6. P&ID dan HAZOP7. Uraian Proses dan Jaminan Keamanan Pangan meliputi GMP dan HACCP8. Identifikasi sumber bahan baku meliputi produsen dan standar kualitas bahan baku (izin edar dan halal)9. Perhitungan neraca massa dan energi10. Spesifikasi peralatan11. Analisa Ekonomi					
Pustaka		Utama : <ol style="list-style-type: none">1. R. Sinnott & G. Towler, Chemical Engineering Design, Edisi 6, Elsevier, 2020.2. M.S. Peters and K.D. Timmerhaus, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5th ed. (2003). Pendukung : <ol style="list-style-type: none">1. William, D.B, 1990, "Preliminary Chemical Engineering Plant Design", 2nd Ed., Van Nostrand Reinhold, New York.2. Vilbrandt, F.C. and C.E. Dryden 1959, "Chemical Engineering Plant Design", 4th Ed., Mc Graw Hill Book Co. Lmtd., Tokyo.3. Ulrich, G.D., 1984, "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics", John Wiley & Son, New York.4. Ludwig, E.E., 1974, "Applied Project Management for the Process Industries", Taiwan					
Dosen Pengampu		Semua dosen					
Matakuliah syarat		-					
Mg Ke-	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bantuan Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Penugasan Mahasiswa, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot Penilaian (%)
		Indikator	Kriteria & Bentuk	Luring (offline)	Daring (online)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1-2	CPMK-1 Mampu mengidentifikasi, me- tek unt	Ketepatan dalam	Kriteria: 1. Non tes: laporan.	Bentuk pembelajaran: Diskusi	- Diskusi (Zoom meeting) - Pembimbingan.	• Tinjauan pasar produk yang akan dibuat.	15
Outcome Base Education (OBE)							
	mempresentasikan hasil studi baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam	menyusun latar belakang, merumuskan	Bentuk: 1. Ujian proposal	Metode pembelajaran: project based learning		[pustaka] → buku, jurnal, data BPS	

Gambar 17 Format Rencana Pembelajaran Semester

Dengan contoh penampilan RPS dari Departemen Teknik Kimia ITS sebagai berikut:

	INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS) FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PANGAN					Kode Dokumen
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER						
MATA KULIAH (MK)	KODE	Rumpun MK	BOBOT (sks)		SEMESTER	Tgl Penyusunan
Tugas Desain Pabrik Pangan	TP184804	Ilmu Rekayasa dan Desain	T=0	P=6 sks	8	Februari 2023
OTORISASI		Pengembang RPS	Koordinator RMK		Ketua PRODI	
		Siti Nurkhamidah, S.T., M.S., Ph.D	Prof. Setiyo Gunawan, ST., Ph.D, IPM		Siti Nurkhamidah, S.T., M.S., Ph.D	
Capaian Pembelajaran (CP)	CPL-PRODI yang dibebankan pada MK					
	CPL-2	Mampu mengkaji dan memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam rangka mengaplikasikannya pada bidang keahlian teknik pangan, 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, sistematis dan inovatif.				
	CPL-4	Mampu mengidentifikasi dan merumuskan masalah teknik, melakukan studi untuk mendesain suatu sistem atau proses untuk menyelesaikan masalah berdasarkan prinsip teknik pangan (perubahan bahan baku menjadi produk pangan yang mempunyai nilai tambah melalui proses fisika, kimia dan biologi secara aman, ramah lingkungan dan ekonomis) dengan memanfaatkan metode, teknik dan instrumen rekayasa modern, serta menganalisis dan mengevaluasi hasilnya dalam batasan yang ada.				

	CPL-5	Mampu mendesain dan melaksanakan eksperimen laboratorium dan atau lapangan dengan memanfaatkan metode, piranti teknik dan instrumen rekayasa modern, serta menganalisis dan mengevaluasi hasilnya dalam menyelesaikan permasalahan tentang teknik pangan.																																																					
	CPL-7	Menguasai prinsip dan metode keteknikan bidang pangan untuk dapat berperan sebagai tenaga ahli (sub professional) yang menangani masalah teknik pangan.																																																					
	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)																																																						
	CPMK 1	Mampu mengidentifikasi, merumuskan masalah teknik, dan melakukan studi untuk mendesain proses dan mempresentasikan hasil studi baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam tim (C3, A4)																																																					
	CPMK2	Mampu menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam rangka mengaplikasikannya pada bidang keahlian teknik pangan baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam tim (C4, A4)																																																					
	CPMK 3	Mampu mengembangkan diagram alir proses dan P&ID dengan modern tools serta mampu menganalisa HAZOP baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam tim (C4, C5, A4)																																																					
	CPMK 4	Mampu menerapkan prinsip dan metode keteknikan bidang pangan serta menganalisa dan menyimpulkan kelayakan ekonomi baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam tim (C4, C5, A4)																																																					
		Matrik CPL – CPMK <table><tr><th>CPMK</th><th>CPL-2</th><th>CPL-4</th><th>CPL-5</th><th>CPL-7</th></tr><tr><td>CPMK-1</td><td></td><td>V</td><td></td><td></td></tr><tr><td>CPMK-2</td><td>V</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>CPMK-3</td><td></td><td></td><td>V</td><td></td></tr><tr><td>CPMK-4</td><td></td><td></td><td></td><td>V</td></tr></table> <table><tr><th>CPMK</th><th>CPMK-1</th><th>CPMK-2</th><th>CPMK-3</th><th>CPMK-4</th><th>Total</th></tr><tr><td>Pretes</td><td>v</td><td></td><td></td><td></td><td>5</td></tr><tr><td>Proposal</td><td>v</td><td></td><td></td><td></td><td>10%</td></tr><tr><td>Ujian Progress</td><td></td><td>v</td><td>v</td><td></td><td>35%</td></tr></table>					CPMK	CPL-2	CPL-4	CPL-5	CPL-7	CPMK-1		V			CPMK-2	V				CPMK-3			V		CPMK-4				V	CPMK	CPMK-1	CPMK-2	CPMK-3	CPMK-4	Total	Pretes	v				5	Proposal	v				10%	Ujian Progress		v	v		35%
CPMK	CPL-2	CPL-4	CPL-5	CPL-7																																																			
CPMK-1		V																																																					
CPMK-2	V																																																						
CPMK-3			V																																																				
CPMK-4				V																																																			
CPMK	CPMK-1	CPMK-2	CPMK-3	CPMK-4	Total																																																		
Pretes	v				5																																																		
Proposal	v				10%																																																		
Ujian Progress		v	v		35%																																																		

		<table><tr><td>Ujian akhir</td><td></td><td></td><td></td><td>v</td><td>50%</td></tr><tr><td>Total</td><td>15%</td><td>17,5%</td><td>17,5%</td><td>50%</td><td>100%</td></tr></table>	Ujian akhir				v	50%	Total	15%	17,5%	17,5%	50%	100%	
Ujian akhir				v	50%										
Total	15%	17,5%	17,5%	50%	100%										
Deskripsi Singkat MK	Pada mata kuliah ini mahasiswa akan mendesain sebuah pabrik pangan mulai dari penentuan latar belakang pendirian pabrik, potensi pasar produk yang akan diproduksi, penentuan kapasitas pabrik berdasarkan data ekspor, impor, produksi, maupun konsumsi produk dan tentunya disesuaikan dengan ketersediaan bahan baku. Kemudian, mahasiswa akan melakukan seleksi proses untuk proses produksi berdasarkan beberapa aspek penilaian. Setelah proses terpilih maka mahasiswa harus membuat diagram alir proses terpilih dan menjelaskan uraian prosesnya beserta jaminan keamanan pangan yang meliputi Good Manufacturing Practice (GMP) dan Hazad Analysis and Critical Control Points (HACCP). Kemudian melakukan identifikasi sumber bahan baku, baik bahan baku utama maupun tambahan meliputi produsen dan standar kualitas bahan baku dari segi izin edar dan halal. Selanjutnya melakukan perhitungan neraca massa dan neraca energi agar bisa dilakukan spesifikasi peralatan dan kebutuhan energi dari pabrik yang di desain. Mahasiswa juga akab mendesign Piping and Instumentasion Diagram (P&ID) dan melakukan analisa Hazard and Operatibility Study (HAZOP). Tahap terakhir adalah melakukan analisa ekonomi untuk melihat apakah pabrik yang telah didesain layak dari segi ekonomi dengan memperhatikan beberapa parameter seperti: Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Pay Out Time (POT), dan juga perlu dianalisa sensitivitas terhadap IRR.														
Bahan Kajian: Materi Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none">1. Latar Belakang pendirian pabrik kimia2. Penentuan kapasitas pabrik3. Seleksi lokasi pabrik4. Seleksi proses dan blok flow diagram proses terpilih5. Diagram alir proses6. P&ID dan HAZOP7. Uraian Proses dan Jaminan Keamanan Pangan meliputi GMP dan HACCP8. Identifikasi sumber bahan baku meliputi produsen dan standar kualitas bahan baku (izin edar dan halal)9. Perhitungan neraca massa dan energi10. Spesifikasi peralatan11. Analisa Ekonomi														

Pustaka		Utama :					
		1. R. Sinnott & G. Towler, Chemical Engineering Design, Edisi 6, Elsevier, 2020. 2. M.S. Peters and K.D. Timmerhaus, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5th ed. (2003).					
		Pendukung :					
		1. William, D.B, 1990, “ <i>Preliminary Chemical Engineering Plant Design</i> ”, 2 nd Ed., Van Nostrand Reinhold, New York. 2. Vilbrandt, F.C. and C.E. Dryden 1959, “ <i>Chemical Engineering Plant Design</i> ”, 4 th Ed., Mc Graw Hill Book Co. Lmted., Tokyo. 3. Ulrich, G.D., 1984, “ <i>A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics</i> ”, John Wiley & Son, New York. 4. Ludwig, E.E., 1974, “ <i>Applied Project Management for the Process Industries</i> ”, Taiwan					
Dosen Pengampu		Semua dosen					
Matakuliah syarat		-					
Mg Ke-	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bantuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Penugasan Mahasiswa, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot Penilaian (%)
(1)	(2)	Indikator	Kriteria & Bentuk	Luring (offline)	Daring (online)	(7)	(8)
1-2	CPMK-1 Mampu mengidentifikasi, merumuskan masalah teknik, dan melakukan studi untuk mendesain proses dan mempresentasikan hasil studi baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam	Ketepatan dalam mengidentifikasi kebutuhan pasar, menyusun latar belakang, merumuskan	Kriteria: 1. Non tes: laporan, presentasi 2. Tes: kompre Bentuk: 1. Ujian proposal	Bentuk pembelajaran: Diskusi Responsi pembimbingan Metode pembelajaran: <i>project based learning</i>	- Diskusi (Zoom meeting) - Pembimbingan - Teams	<ul style="list-style-type: none"> Tinjauan pasar produk yang akan dibuat Potensi ekonomi <p>[pustaka] → Ref: buku, jurnal, data BPS</p>	15

	tim	masalah tinjauan pasar	2. Ujian komprehensif (PRE-TES)	Penugasan mahasiswa: menyusun proposal 2x6x170"			
3	CPMK-2 Mampu menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam rangka mengaplikasikannya pada bidang keahlian teknik pangan baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam tim	Ketepatan dalam menentukan kapasitas produksi pabrik	Kriteria: 1. Non tes: laporan, presentasi Bentuk: 1. Ujian progress	Bentuk pembelajaran: Diskusi Responsi pembimbingan Metode pembelajaran: <i>project based learning</i> Penugasan mahasiswa: menyusun laporan 1x6x170"	- Diskusi (Zoom meeting) - Pembimbingan - Teams	<ul style="list-style-type: none"> • Data ekspor-impor • Data produksi-konsumsi • Data kapasitas pabrik yang sudah ada • Data ketersediaan bahan baku <p>[pustaka] → Ref: buku, jurnal, data BPS</p>	5
4	CPMK-2 Mampu menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam rangka	Ketepatan dalam menyeleksi lokasi pabrik	Kriteria: 1. Non tes: laporan, presentasi	Bentuk pembelajaran: Diskusi Responsi pembimbingan	- Diskusi (Zoom meeting) - Pembimbingan - Teams	<ul style="list-style-type: none"> • Data fasilitas penunjang disetiap lokasi • Seleksi lokasi pabrik 	5

	mengaplikasikannya pada bidang keahlian teknik pangan baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam tim		Bentuk: 1. Ujian progress	Metode pembelajaran: <i>project based learning</i> Penugasan mahasiswa: menyusun laporan 1x6x170"		[pustaka] → Ref: buku, jurnal, data BPS, dll	
5	CPMK-2 Mampu menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam rangka mengaplikasikannya pada bidang keahlian teknik pangan baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam tim	Ketepatan dalam menyeleksi proses produksi dan membuat blok flow diagram	Kriteria: 1. Non tes: laporan, presentasi Bentuk: 1. Ujian progress	Bentuk pembelajaran: Diskusi Responsi pembimbingan Metode pembelajaran: <i>project based learning</i> Penugasan mahasiswa: menyusun laporan 1x6x170"	- Diskusi (Zoom meeting) - Pembimbingan - Teams	<ul style="list-style-type: none"> Proses-proses dalam pembuatan produk Seleksi Proses Blok Flow Diagram <p>[pustaka] → Ref: buku, jurnal</p>	7,5

6-8	CPMK-3 Mampu mengembangkan diagram alir proses dan P&ID dengan modern tools serta mampu menganalisa HAZOP baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam tim	Ketepatan dalam mengembangkan diagram alir proses produksi dan P&ID, serta ketepatan dalam melakukan analisa HAZOP	Kriteria: 1. Non tes: laporan, presentasi Bentuk: 1. Ujian progress	Bentuk pembelajaran: Diskusi Responsi pembimbingan Metode pembelajaran: <i>project based learning</i> Penugasan mahasiswa: menyusun laporan 3x6x170"	- Diskusi (Zoom meeting) - Pembimbingan - Teams	<ul style="list-style-type: none"> • Pembuatan PFD • Pembuatan P&ID • Analisa HAZOP <p>[pustaka] → Ref: buku, jurnal</p>	17,5
9-11	CPMK-4 Mampu menerapkan prinsip dan metode keteknikan bidang pangan serta menganalisa dan menyimpulkan kelayakan ekonomi baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam tim	Ketepatan dalam menghitung neraca massa dan energi	Kriteria: 1. Non tes: laporan, presentasi Bentuk: 1. Ujian akhir	Bentuk pembelajaran: Diskusi Responsi pembimbingan Metode pembelajaran: <i>project based learning</i>	- Diskusi (Zoom meeting) - Pembimbingan - Teams	<ul style="list-style-type: none"> • Neraca Massa • Neraca Energi <p>[pustaka] → Ref: buku, jurnal</p>	18,75

				Penugasan mahasiswa: menyusun laporan 3x6x170"			
12-13	CPMK-4 Mampu menerapkan prinsip dan metode keteknikan bidang pangan serta menganalisa dan menyimpulkan kelayakan ekonomi baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam tim	Ketepatan dalam membuat spesifikasi peralatan proses	Kriteria: 1. Non tes: laporan, presentasi Bentuk: Ujian akhir	Bentuk pembelajaran: Diskusi Responsi pembimbingan Metode pembelajaran: <i>project based learning</i> Penugasan mahasiswa: menyusun laporan 2x6x170"	- Diskusi (Zoom meeting) - Pembimbingan - Teams	<ul style="list-style-type: none"> Membuat spesifikasi peralatan proses <p>[pustaka] → Ref: buku, jurnal</p>	12,5
14	CPMK-4 Mampu menerapkan prinsip dan metode keteknikan bidang pangan serta	Ketepatan dalam menguraikan Proses dan	Kriteria: 1. Non tes: laporan, presentasi	Bentuk pembelajaran: Diskusi Responsi pembimbingan	- Diskusi (Zoom meeting) - Pembimbingan - Teams	<ul style="list-style-type: none"> Keamanan pangan Halal 	6,25

	menganalisa dan menyimpulkan kelayakan ekonomi baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam tim	Jaminan Keamanan Pangan meliputi GMP dan HACCP dan mengidentifikasi sumber bahan baku meliputi produsen dan standar kualitas bahan baku (izin edar dan halal)	Bentuk: Ujian akhir	Metode pembelajaran: <i>project based learning</i> Penugasan mahasiswa: menyusun laporan 1x6x170"		[pustaka] → Ref: buku, jurnal	
15-16	CPMK-4 Mampu menerapkan prinsip dan metode keteknikan bidang pangan serta menganalisa dan menyimpulkan kelayakan ekonomi baik secara mandiri maupun bekerjasama dalam tim	Ketepatan dalam menganalisa ekonomi dan menyimpulkan kelayakan ekonomi	Kriteria: 1. Non tes: laporan, presentasi Bentuk: Ujian akhir	Bentuk pembelajaran: Diskusi Responsi pembimbingan Metode pembelajaran: <i>project based learning</i> Penugasan mahasiswa: menyusun laporan	- Diskusi (Zoom meeting) - Pembimbingan - Teams	• Ekonomi teknik [pustaka] → Ref: buku, jurnal	12,5

				2x6x170"			
TOTAL							100%

Gambar 18 Contoh RPS Departemen Teknik Kimia ITS

Catatan :

1. **Capaian Pembelajaran Lulusan PRODI (CPL-PRODI)** adalah kemampuan yang dimiliki oleh setiap lulusan PRODI yang merupakan internalisasi dari sikap, penguasaan pengetahuan dan ketrampilan sesuai dengan jenjang prodinya yang diperoleh melalui proses pembelajaran.
2. **CPL yang dibebankan pada mata kuliah** adalah beberapa capaian pembelajaran lulusan program studi (CPL-PRODI) yang digunakan untuk pembentukan/pengembangan sebuah mata kuliah yang terdiri dari aspek sikap, ketrampilan umum, ketrampilan khusus dan pengetahuan.
3. **CP Mata kuliah (CPMK)** adalah kemampuan yang dijabarkan secara spesifik dari CPL yang dibebankan pada mata kuliah, dan bersifat spesifik terhadap bahan kajian atau materi pembelajaran mata kuliah tersebut.
4. **Sub-CP Mata kuliah (Sub-CPMK)** adalah kemampuan yang dijabarkan secara spesifik dari CPMK yang dapat diukur atau diamati dan merupakan kemampuan akhir yang direncanakan pada tiap tahap pembelajaran, dan bersifat spesifik terhadap materi pembelajaran mata kuliah tersebut.
5. **Indikator penilaian** kemampuan dalam proses maupun hasil belajar mahasiswa adalah pernyataan spesifik dan terukur yang mengidentifikasi kemampuan atau kinerja hasil belajar mahasiswa yang disertai bukti-bukti.
6. **Kriteria Penilaian** adalah patokan yang digunakan sebagai ukuran atau tolok ukur ketercapaian pembelajaran dalam penilaian berdasarkan indikator-indikator yang telah ditetapkan. Kriteria penilaian merupakan pedoman bagi penilai agar penilaian konsisten dan tidak bias. Kriteria dapat berupa kuantitatif ataupun kualitatif.
7. **Bentuk penilaian:** tes dan non-tes.
8. **Bentuk pembelajaran:** Kuliah, Responsi, Tutorial, Seminar atau yang setara, Praktikum, Praktik Studio, Praktik Bengkel, Praktik Lapangan, Penelitian, Pengabdian Kepada Masyarakat dan/atau bentuk pembelajaran lain yang setara.
9. **Metode Pembelajaran:** Small Group Discussion, Role-Play & Simulation, Discovery Learning, Self-Directed Learning, Cooperative Learning, Collaborative Learning, Contextual Learning, Project Based Learning, dan metode lainnya yg setara.
10. **Materi Pembelajaran** adalah rincian atau uraian dari bahan kajian yg dapat disajikan dalam bentuk beberapa pokok dan sub-pokok bahasan.
11. **Bobot penilaian** adalah prosentasi penilaian terhadap setiap pencapaian sub-CPMK yang besarnya proposional dengan tingkat kesulitan pencapaian sub-CPMK tsb., dan totalnya 100%.
TM=Tatap Muka, PT=Penugasan terstruktur, BM=Belajar mandiri.

BAB V

PENUTUP

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

WKA ITS PW JATIM

(halaman ini sengaja dikosongi)

PENUTUP

MK *Capstone Design/Project* merupakan MK yang wajib ada di program studi bidang Teknik dan Infokom. Keberadaan MK ini disyaratkan oleh lembaga akreditasi yang seharusnya dilaksanakan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan seyogyanya mampu mendorong peningkatan mutu pembelajaran yang berkelanjutan, adaptif terhadap tuntutan kemajuan zaman, memotivasi semangat belajar sepanjang hayat, serta dapat mewujudkan capaian pembelajaran yang ditetapkan. Oleh karena itu, proses penyusunan MK yang dikategorikan sebagai *Capstone Design/ Project* dalam kurikulum menjadi hal yang penting dan harus menjadi perhatian bagi program studi sarjana/ sarjana terapan di ITS.

Buku panduan ini disusun secara sistematis dan terstruktur sehingga diharapkan dapat menjadi referensi yang cukup. Meskipun demikian, perlu disadari bahwa penyusunan panduan ini tidak berhenti hanya sampai disini, namun harus diikuti dengan implementasi secara konsisten dalam proses pembelajaran dan evaluasi secara berkala.

DAFTAR REFERENSI

1. Abel J. Duarte, Benedita Malheiro, Elisabet Arnó, Ignasi Perat, Manuel F. Silva, Pedro Fuentes-Durá, Pedro Guedes, dan Paulo Ferreira, IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, 2019.
2. Bahram Nassersharif, Engineering Capstone Design, CRC Press, 2022.
3. AC 2012-3439: ASSESSMENT OF PROJECT COMPLETION FOR CAPSTONE DESIGN PROJECTS,
4. Assessment and Evaluation Framework with Successful Application in ABET Accreditation, Issam Damaj, Ashraf Zaher, and Jibran Yousafzai American University of Kuwait, Safat, Kuwait idamaj@auk.edu.kw, <https://doi.org/10.3991/ijep.v7i3.7262>,
5. Belmawa Dikti. Buku Panduan Merdeka Belajar – Kampus Merdeka. 2020
6. Belmawa Dikti. Panduan Penyusunan KPT di Era Industri 4.0 untuk Mendukung MBKM. 2020
7. Buku Pedoman Evaluasi dan Pengembangan Kurikulum ITS, 2022.
8. Buku Panduan Penyusunan KPT di Era Industri 4.0 untuk Mendukung Merdeka Belajar Kampus Merdeka, Ditjen Belmawa, Dikti-Kemendikbud, 2020.
9. Capstone Project Handbook, Capstone Project Handbook. (n.d.), University of Texas Arkansas
10. EE4810/EE4820 ECE Capstone Design Syllabus, Dept. of Electrical Engineering.
11. Indonesia. Undang Undang nomor 12 Tahun 2012 tentang Sistem Pendidikan Tinggi
12. Kepmendikbud Nomor 3/M/2021 tentang Indikator Kinerja Utama.
13. Kriteria IABEE
14. Kriteria LAM (Teknik dan Infokom)
15. Stephen W. Laguet, University of California, Santa Barbara, American Society for Engineering Education, 2012
16. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan nomor 3 Tahun 2020 tentang SN-Dikti
17. The Balanced Scorecard in a Capstone Design Course John I. Hochstein, Jeffrey G. Marchetta, William S. Janna, Department of Mechanical Engineering The University of Memphis Memphis, Tennessee,

Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education
Annual Conference & Exposition Copyright © 2004, American Society for
Engineering Education



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



2023