



BAKERMA TL

PANDUAN PENYUSUNAN *CAPSTONE DESIGN* TEKNIK LINGKUNGAN

2025

Badan Kerjasama Perguruan
Penyelenggara Pendidikan Tinggi
Teknik Lingkungan

Penyusun:

- Riyani Bela, ST., M.Ling. (Koordinator)
- Rima Wahyudyanti, ST, MT
- Anif Rizqianti Hariz, ST, M.Si
- Ade Ariesmayana, ST, M.Pd, MT

Narasumber:

- Any Juliani, ST., M.Sc. (Res. Eng.), Ph.D.
- Dr. mont. Kania Dewi, ST., MT.

Editor:

- Dr. Cindy Rianti Priadi, ST., MSc.

Reviewer:

- Dr. Ahmad Soleh Setiyawan, ST., MT
- Prof. Ir. Eko Siswoyo, ST., M.Sc.ES., Ph.D., IPU.
- Dr. Cindy Rianti Priadi, ST., MSc.

Versi 1: Februari 2025

Cara mengutip dokumen ini:

Bakerma TL, 2025, Panduan Penyusunan *Capstone Design* Teknik Lingkungan, diakses dari situs web Bakerma TL <https://www.bakermatl.or.id/>

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusunan Panduan Kurikulum Badan Kerja Sama Perguruan Penyelenggara Pendidikan Tinggi Teknik Lingkungan (BAKERMA TL) untuk Program Studi Teknik Lingkungan (Selanjutnya disebut Prodi TL) Program Sarjana dapat terselesaikan dengan baik. Panduan ini merupakan wujud komitmen BAKERMA TL Indonesia dalam mendukung implementasi kurikulum yang adaptif, inovatif, dan relevan dengan kebutuhan global.

Penyusunan panduan ini melibatkan semua anggota BAKERMA TL melalui diskusi yang dilakukan secara bertahap dan menghadirkan beberapa narasumber yang relevan dari berbagai Institusi. Panduan ini didasarkan pada kajian yang mendalam terhadap standar pendidikan tinggi, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, berbagai Lembaga Akreditasi seperti IABEE, ABET, LAMTEKNIK serta kebutuhan dunia kerja. Panduan kurikulum ini mengintegrasikan pendekatan Outcome-Based Education (OBE) yang dirancang guna menghasilkan lulusan sarjana yang kompeten, profesional, dan mampu bersaing di tingkat nasional maupun internasional.

Di fase pertama ini, panduan mencakup tiga komponen utama, yaitu:

1. Profil Profesional Mandiri (PPM) dan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL): Merupakan cerminan kualitas lulusan yang ingin dicapai oleh Prodi TL.
2. Mata Kuliah *Basic Science*: Berisikan informasi terkait MK *Basic Science* yang harus ada di Prodi TL baik jenis MK maupun jumlah SKS nya.
3. *Capstone Design*: Berisikan kebijakan *Capstone Design* baik peletakan MK di semester tertentu, bobot SKS, kedalaman materi, dan lainnya.

Kami berharap panduan ini dapat menjadi acuan bagi Prodi TL di seluruh Indonesia dalam menyusun kurikulum yang sejalan dengan visi pendidikan tinggi. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua anggota BAKERMA TL serta seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyusunan panduan ini, termasuk para akademisi, praktisi, dan asosiasi profesi serta pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Semoga panduan ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dan menjadi fondasi penting dalam upaya meningkatkan mutu pendidikan Teknik Lingkungan di Indonesia. Bersama-sama, mari kita ciptakan generasi Teknik Lingkungan yang kompeten dan mampu bersaing secara global demi kemajuan bangsa.

Yogyakarta, 21 Februari 2025
Ketua BAKERMA TL Indonesia

(Prof. Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D., IPU.)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
1. LATAR BELAKANG	2
2. KARAKTERISTIK <i>CAPSTONE DESIGN</i>	2
3. PANDUAN MATA KULIAH <i>CAPSTONE DESIGN</i>	3
a. Kurikulum Capstone IABEE.....	3
b. Kurikulum LAM Teknik.....	4
4. PANDUAN PENYUSUNAN.....	4
5. PANDUAN DOKUMEN LUARAN <i>CAPSTONE DESIGN</i>	5
6. CONTOH PRAKTIK BAIK	8
7. PENUTUP	13
LAMPIRAN I.....	14
Contoh Panduan dan Praktik Baik <i>capstone design</i>	14

1. LATAR BELAKANG

Salah satu capaian pembelajaran lulusan utama di bidang keteknikan menurut Indonesian Accreditation Board for Engineering Education (IABEE) adalah "Kemampuan mendesain komponen, sistem dan/atau proses untuk memenuhi kebutuhan yang diharapkan di dalam batasan-batasan realistis, misalnya hukum, ekonomi, lingkungan, sosial, politik, kesehatan dan keselamatan, keberlanjutan serta untuk mengenali dan/atau memanfaatkan potensi sumber daya lokal dan nasional dengan wawasan global". Dalam mencapai kompetensi desain ini, *capstone design* merupakan mata kuliah puncak untuk mendukung pencapaian kompetensi ini yang merupakan proyek rekayasa penciri bidang program studi tersebut. Asesmen dilihat berkaitan dengan rencana proyek dalam rangka meningkatkan keahlian dan profesional bagi mahasiswa teknik yang akan mengakhiri masa studinya. *Capstone design* menghendaki pembelajaran yang berbasis permasalahan dengan pendekatan berpusat pada mahasiswa dan merupakan puncak dari pengalaman mahasiswa sarjana untuk mengembangkan penerapan praktis keterampilan teknik, penggabungan teori serta pengalaman bersama dengan penggunaan pengetahuan dan keterampilan lainnya yang relevan.

Pelaksanaan *capstone design* yang dijalankan oleh mahasiswa jurusan teknik didukung oleh kemampuan yang dibangun dari kompetensi lain seperti kompetensi *basic science* sebagai mata kuliah pengantar dan penunjang keteknikan lainnya. Mahasiswa dapat mengidentifikasi, meneliti dan mengembangkan solusi sebagai bentuk penyelesaian masalah dengan menciptakan inovasi dalam *design* teknik.

Kehadiran *capstone design* dapat memfasilitasi mahasiswa untuk memahami dan mengaplikasikan proses *engineering* yang baik berdasarkan pengalaman dalam menjalankan siklus proses perancangan rekayasa yang lengkap pada sebuah kasus. Selain itu, *capstone design* juga dapat memfasilitasi mahasiswa untuk mengasah *soft skills* seperti kerjasama tim, komunikasi lisan dan tulisan, multidisiplin, kepemimpinan, tanggungjawab, dan integritas.

2. KARAKTERISTIK CAPSTONE DESIGN

Capstone design dapat terdiri dari 1 MK ataupun dapat dipecah menjadi 2 MK. Karakteristik capstone secara umum adalah sebagai berikut:

- Kulminasi, yaitu merupakan puncak pengalaman dari mahasiswa berupa pengaplikasian dan integrasi pengetahuan yang telah didapatkan sebelumnya.
- Mata kuliah terdapat pada semester-semester akhir
- Jumlah sks relative besar (> 3 sks).
- Tidak ada lagi kegiatan kuliah mimbar, dimana ada kelas (klasikal) untuk dosen memberikan materi baru kepada mahasiswa.
- Proyek desain rekayasa utama (*major design project*).
- Menyelesaikan permasalahan keteknikan kompleks yang tidak memiliki solusi yang jelas
- Dikerjakan dalam tim (multidisiplin bila memungkinkan) yang terdiri dari 3-4 orang mahasiswa dan 1-2 orang dosen sebagai pembimbing.
- Dapat mencakup Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) sesuai dengan CPL yang disepakati oleh asosiasi Bakerma-TL dan Permendikbudristek nomor 53 Tahun 2023 pasal 9 huruf yang menyatakan bahwa kompetensi Program Sarjana Minimal sebagai berikut:
 1. Menguasai konsep teoritis bidang pengetahuan dan keterampilan tertentu secara umum dan khusus untuk menyelesaikan masalah secara *procedural* sesuai dengan lingkup pekerjaannya; dan
 2. Mampu beradaptasi terhadap situasi perubahan yang dihadapi.

3. PANDUAN MATA KULIAH *CAPSTONE DESIGN*

a. Kurikulum Capstone IABEE

Dalam IABEE, kurikulum baru mengarah pada aspek *learning implementation* yang berkaitan dengan kejuruan keteknikan yang menggabungkan berbagai bidang ilmu pengetahuan *basic science* yang telah diperoleh pada proses pembelajaran sebelumnya. sehingga aspek kurikulum mencakup bidang studi diantaranya sebagai berikut:

- Matematika dan ilmu alam,
- Teknologi Teknik khusus,
- Teknologi komunikasi dan informasi,
- Desain teknis dan eksperimen berbasis masalah, dan
- Pendidikan umum yang meliputi moralitas, etika, lingkungan sosial, dan manajemen.

Kurikulum harus menunjukkan hubungan struktural dan kontribusi mata kuliah untuk memenuhi hasil pembelajaran. Prosedur, termasuk silabus, harus ditetapkan dan

didokumentasikan sehingga proses pembelajaran yang diharapkan dapat dilaksanakan secara terkendali.

Dalam IABEE juga Kurikulum harus memastikan bahwa mahasiswa harus bisa mengaitkan praktik teknik dan pengalaman proyek desain utama yang menggabungkan standar teknik dan berbagai kendala realistis berdasarkan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dalam kuliah sebelumnya.

Kurikulum harus memungkinkan siswa untuk mengembangkan kompetensi dalam penerapan praktis keterampilan teknik, menggabungkan teori dan pengalaman serta penggunaan pengetahuan dan keterampilan lain yang relevan. Pelatihan praktik teknik dapat didukung oleh beberapa mata kuliah, tetapi harus berujung pada proyek desain besar. Proyek besar ini berfungsi sebagai batu penjurus untuk program yang mengharuskan siswa untuk mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dalam mata kuliah sebelumnya.

b. Kurikulum LAM Teknik

Kurikulum *capstone design* LAM-Teknik merupakan proyek rekayasa penciri bidang prodi. yang salah satu kriteria penilaiannya mencakup aspek-aspek sebagai berikut:

- memiliki panduan pelaksanaan
- memiliki rumusan capaian pembelajaran mata kuliah
- menggunakan standar-standar keteknikan dan batasan-batasan realistis
- berdasarkan pada pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh di perkuliahan sebelumnya.

4. PANDUAN PENYUSUNAN

Proses penyusunan dan arahan terkait luaran yang harus diikuti, yang boleh diikuti/tidak, dan yang tidak boleh adalah sebagai berikut:

- Menyusun dokumen panduan *capstone design project course* baik untuk mahasiswa maupun dosen pengajar.
- Menyusun dan menentukan ruang lingkup mata kuliah *capstone design* seperti permasalahan di bidang teknik lingkungan, penggunaan data, desain detail dan sistem pelaporan.
- Diampu secara tim/kelompok dengan dipimpin oleh seorang koordinator.

- Mahasiswa dikelompokkan dalam tim-tim kecil sehingga bisa bekerja dengan efektif.
- Kedalaman dan keluasan dari proyek ditentukan oleh tim kurikulum dengan melibatkan tim pengampu.
- Mengakomodasi *core design competency* dari bidang teknik lingkungan agar dapat menjadi lingkup atau batasan tugas.
- Menyusun deskripsi tugas berbasis masalah sebagai *entry point* mahasiswa mengerjakan proyeknya. Permasalahan yang diangkat harus berupa permasalahan keteknikan kompleks (*complex engineering problems*) sesuai dengan definisi yang dari Washington Accord. Definisi lengkap permasalahan keteknikan kompleks dapat dilihat pada Lampiran II.
- Pengampu/pembimbing berperan sentral untuk menjaga tim tetap pada jalurnya dan berada dalam batasan proyek.
- Menentukan jadwal pelaksanaan dan pelaporan, seperti berikut:
Penjelasan awal, Pembagian kelompok dan dosen pembimbing sementara, Pengumpulan proposal, Mulai pelaksanaan, Pelaporan (Dokumen laporan, poster, *power point slide* dan ringkasan desain)

5. PANDUAN DOKUMEN LUARAN *CAPSTONE DESIGN*

Adapun dokumen luaran *Capstone Design* yang harus diselesaikan oleh mahasiswa adalah seperti berikut:

1. Dokumen proposal proyek desain, adapun outline proposal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Outline Proposal Proyek Desain

No Bab.	Nama	Keterangan
	Judul Proyek Desain	
	Daftar Anggota Kelompok	NIM, nama mahasiswa dan keterangan pemenuhan SKS lulus
Bab 1	Pendahuluan	Latar belakang, Rumusan masalah, Maksud dan Tujuan, Ruang lingkup

No Bab.	Nama	Keterangan
Bab 2	Gambaran Umum Daerah Studi dan Kondisi Eksisting Permasalahan Sistem	Gambaran daerah studi, aspek teknik/non teknis, lingkup pelayanan, kondisi lapangan dan detail sistem
Bab 3	Tahapan perancangan dan pendekatan metodologi	Identifikasi awal permasalahan dan pengembangan sistem, kriteria desain, konsep desain awal sistem
Bab 4	Identifikasi ketersediaan data	Data primer dan data sekunder
Bab 5	Luaran (output) perancangan	Daftar luaran yang akan dihasilkan
Bab 6	Tahapan pelaporan	Daftar tahapan pelaporan proyek desain
	Timeline	Tabel waktu pelaksanaan dalam bentuk per kegiatan pada satuan waktu tiap minggu nya di kurun waktu 6 bulan (1 semester)

2. Laporan desain dengan outline, seperti pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Outline Laporan Desain

No Bab.	Nama	Keterangan
Bab 1	Pendahuluan	Latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup, sistematika laporan
Bab 2	Gambaran Umum Daerah Studi dan Kondisi Eksisting Permasalahan Sistem	Gambaran daerah studi, aspek teknik/non teknis, lingkup pelayanan, kondisi lapangan dan detail sistem, identifikasi awal permasalahan dan pengembangan sistem
Bab 3	Pemilihan Sistem dan Perencanaan	Konsep desain sistem, alternatif yang diajukan, kriteria desain, kriteria seleksi alternatif dan analisis batasan, pemilihan alternatif sistem, desain sistem
Bab 4	Aspek Keberlanjutan	CAPEX, OPEX, aspek finansial dan ekonomi, aspek institusional/manajemen, aspek kebijakan, aspek partisipasi masyarakat/swasta
Bab 5	Kesimpulan dan Rekomendasi	Berupa ringkasan dari rangkaian uraian yang telah di bahas dalam pembahasan dan rekomendasi

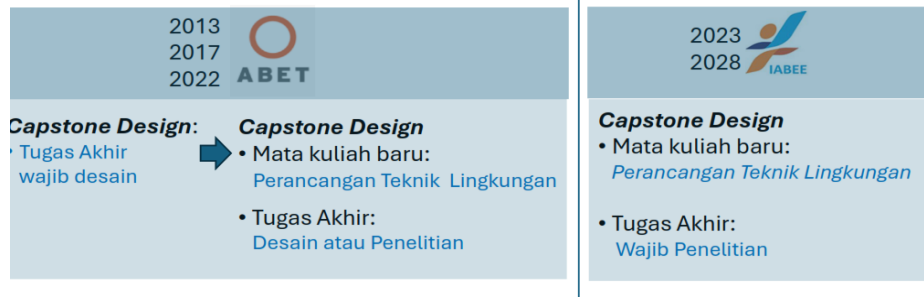
		yang dapat dilakukan selanjutnya
	Daftar Pustaka	Referensi yang digunakan dalam penyusunan pedoman capstone design
	Lampiran	<ul style="list-style-type: none"> • Data (primer dan sekunder) • Perhitungan detail desain • As built drawing (Gambar desain) • Spesifikasi teknis • Perhitungan biaya investasi (Capex) • Perhitungan biaya OP (Opex) • Standar operasional dan pemeliharaan (SOP)

3. Produk pelengkap lainnya, misal: maket, poster, prototipe, dll yang disesuaikan dengan kondisi/kebutuhan program studi masing-masing.

6. CONTOH PRAKTIK BAIK

Pada Prodi TL ITB, mata kuliah *capstone design* berada di semester 7-8 (semester-semester akhir). Mata kuliah tersebut dinamakan mata kuliah Perancangan Teknik Lingkungan, mata kuliah ini berbeda dengan Tugas Akhir seperti terlihat pada Gambar 1. Pada mata kuliah ini, mahasiswa diharapkan dapat merancang dalam bidang Teknik Lingkungan secara berkelompok.

Pendahuluan: Penetapan Mata Kuliah *Capstone Design* Teknik Lingkungan ITB



Mata Kuliah Capstone Design - Teknik Lingkungan ITB

3

Gambar 1. Penetapan Mata Kuliah *Capstone Design* Teknik Lingkungan ITB

Adapun informasi umum dan persyaratan yang ditetapkan, adalah seperti berikut:

- Output dari mata kuliah *capstone design* ini adalah desain seperti tugas akhir berbentuk desain, dengan persyaratan yaitu semua mata kuliah terkait perancangan harus sudah pernah diambil oleh mahasiswa tersebut (pre-requisite).
- Dapat diambil pada Semester 8.
- Dikerjakan secara berkelompok (4 orang per kelompok)
- Dosen membimbing setara Kerja Praktik atau Tugas Akhir (2 dosen/kelompok)
- Adanya ruang lingkup, yaitu: bidang air minum, air limbah, limbah padat (misal : sampah, limbah B3), K3, pengelolaan air dan kualitas udara
- Menggunakan data primer atau sekunder
- Desain yang detail, termasuk semua perlengkapan/fasilitas pendukung yang dibutuhkan seperti gambar pondasi, struktur dll dan disertai dengan perhitungan yang mendukung desain tersebut
- Pelaporan mencakup: analisis survei dan laboratorium (diprioritaskan menggunakan data sekunder), *design note*, gambar desain, spesifikasi teknik, BoQ/RAB, SOP, dan analisis keberlanjutan (non-teknis).

Tahapan pelaksanaan mata kuliah *capstone design* di Teknik Lingkungan ITB:

1. Proposal
2. Bab-1 (Pendahuluan), Bab 2 (Kondisi sistem saat ini), Bab 3 (Identifikasi awal pengembangan sistem)
3. Presentasi progress
4. Bab-4 (Pemilihan dan Desain sistem), Bab-5 (Kesimpulan dan saran)
5. Seminar dan Pameran karya desain

6. Finalisasi laporan
7. Ujian akhir

Tahapan-tahapan pada contoh mata kuliah *capstone design* di Prodi TL ITB yang akan dan sedang berjalan adalah seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Tahapan Penyiapan Proposal Mata Kuliah *Capstone Design* di Prodi TL ITB

Tahapan Penyiapan Proposal
1. Pembagian kelompok, topik dan dosen pembimbing (setelah pengumpulan usulan kelompok)
2. Penyusunan proposal: <ul style="list-style-type: none"> ● Mahasiswa dapat mengusulkan ide/topik. ● Berdiskusi lebih lanjut dengan dosen pembimbing tentang kemungkinan ada ide/proyek/riset/network ataupun data sekunder yang bisa ditindaklanjuti menjadi topik mata kuliah <i>capstone design</i>.
3. Mahasiswa mengumpulkan proposalnya ke Tim Dosen Pengampu.
4. KaProdi mengeluarkan Surat tugas membimbing mata kuliah <i>capstone design</i> .

Adapun outline proposal dan laporan proposal yang ditetapkan pada mata kuliah *capstone design* di Prodi TL ITB seperti pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Outline Proposal Mata Kuliah *Capstone Design* di Prodi TL ITB

Outline Proposal
Judul
Anggota kelompok dan keterangan pemenuhan SKS lulus
Pendahuluan : Latar belakang, Rumusan masalah, Maksud dan Tujuan, Ruang lingkup
Gambaran umum dan kondisi sistem eksisting
Tahapan perancangan dan pendekatan metodologi
Identifikasi ketersediaan data
Luaran (output) perancangan
Tahapan pelaporan
Timeline

Tabel 5. Outline Laporan Mata Kuliah *Capstone Design* di Prodi TL ITB

Outline Laporan	
EXECUTIVE SUMMARY	
BAB 1 PENDAHULUAN	Latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup, sistematika laporan
BAB 2 KONDISI SISTEM SAAT INI	Gambaran lokasi, aspek teknik/non teknis, lingkup pelayanan, kondisi lapangan dan detail sistem, data lapangan, permasalahan sistem
BAB 3 PEMILIHAN DAN DESAIN SISTEM	Konsep desain sistem, alternatif yang diajukan, kriteria desain, kriteria seleksi alternatif dan analisis batasan, pemilihan alternatif sistem, desain sistem
BAB 4 ASPEK KEBERLANJUTAN	CAPEX, OPEX, aspek finansial dan ekonomi, aspek institusional/manajemen, aspek kebijakan, aspek partisipasi masyarakat/swasta
BAB 5 KESIMPULAN	Berupa ringkasan dari rangkaian uraian yang telah di bahas dalam pembahasan
DAFTAR PUSTAKA	Referensi yang digunakan dalam penyusunan pedoman capstone design
LAMPIRAN	Data (primer dan sekunder) Perhitungan detail desain Gambar desain Spesifikasi teknis Perhitungan biaya investasi (Capex) Perhitungan biaya OP (Opex) Standar operasional dan pemeliharaan (SOP)

Pada contoh praktik yang dilakukan di Prodi TL ITB untuk mata kuliah *capstone design* yaitu Perancangan Teknik Lingkungan, dirancang untuk memenuhi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) seperti pada Tabel 6 dan 7 dan dijelaskan pula mengenai indikator kinerja, Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), Rencana Pembelajaran dan penilaian untuk *student outcome*.

Tabel 6. CPL, Indikator Kinerja, dan CPMK Mata Kuliah Capstone Design di Prodi TL ITB

TL4096 – PERANCANGAN TEKNIK LINGKUNGAN

Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Yang dititipkan pada MK ini:

CPL-1	Ability to identify, formulate, and solve environmental problems by applying the principles of engineering, science, and mathematics
CPL-2	Ability to apply analysis and synthesis in producing engineering designs needed in environmental conservation by considering public health, security and welfare as well as global, cultural, social, environmental and economic factors
CPL-5	Ability to work effectively in a team by prioritizing leadership to create collaborative and comprehensive conditions in setting goals, targets, and plans needed to manage the environment for reducing degradation and increasing conservation

Untuk mengukur CPL, di Breakdown menjadi beberapa Indikator Kinerja (IK):

S05	Work together in cross-disciplinary and cross-cultural teams and have social sensitivity and concern for society and the environment [S05]
KK03	Generate alternative solutions [KK03]
P07	Justify a solution to an engineering problem [P07]
S04	Contribute to improving the quality of life in society and the state and contribute to advancing social welfare [S04]
KK01	Formulate the problem (identify the need) and analyze constraints [KK01]

Kode IK: S (Sikap); KK (Keterampilan Khusus); P (Pengetahuan)

Untuk Mengukur IK, di breakdown menjadi Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK):

CPMK 1	Mahasiswa mampu menghasilkan design teknik lingkungan pada permasalahan yang nyata dengan menggunakan standar dan kriteria yang sesuai
CPMK 2	Mahasiswa dapat menemukan alternatif solusi yang optimal berdasarkan permasalahan yang ada
CPMK 3	Mahasiswa mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan kriteria desain keteknikkan
CPMK 4	Mahasiswa mampu mengevaluasi aspek keberlanjutan dan manfaat rekayasa perancangan untuk meningkatkan kualitas lingkungan
CPMK 5	Mahasiswa mampu memahami karakteristik permasalahan dan mampu memilih kriteria desain
CPMK 6	

ABET → IABEE

Table 2 Relationship of Env. Eng.-ITB Curriculum Students Outcomes with IABEE Criteria

		Learning Outcomes IABEE Criteria									
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Env. Eng.-ITB Learning Outcome	1	V			V						
	2		V								
	3			V							
	4						V				
	5									V	
	6				V						V
	7							V	V		

Pemetaan Hubungan CPMK, IK, dan CPL

CPL	IK	CPMK
1	P07	3
2	KK03	2
	KK01	5
5	S05	1
	S04	4

Tabel 7. Rencana Pembelajaran Mata Kuliah Capstone Design di Prodi TL ITB

Pert	Capaian Pembelajaran Matakuliah	Bahan Kajian	Bentuk Pembelajaran	Waktu	Tugas dan Penilaian
7	Mahasiswa mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan kriteria desain keteknikkan.	lanjut Prinsip Daur Hidup (misal memperbaiki aspek-aspek prekonstruksi, konstruksi, operasi, pasca operasi dari sistem, struktur, dan infrastruktur) Dampak Lingkungan Kriteria Seleksi Alternatif dan Analisis Constraints (accessibility, aesthetics, constructability, cost, ergonomics, functionality, interoperability, legal considerations, maintainability, manufacturability, policy, regulations, schedule, sustainability, or usability) Risiko (misal sistem yang mudah untuk dioperasikan dan dipelihara) Ketidapastian (misal adaptif terhadap fluktuasi) Keberlanjutan (misal ekonomi, pengembangan lanjut) Prinsip Daur Hidup (misal memperbaiki aspek-aspek prekonstruksi, konstruksi, operasi, pasca operasi dari sistem, struktur, dan infrastruktur) Dampak Lingkungan	Tugas mandiri	2 x 50	Tugas
8	<i>UJIAN TENGAH SEMESTER</i>				

Pert	Capaian Pembelajaran Matakuliah	Bahan Kajian	Bentuk Pembelajaran	Waktu	Tugas dan Penilaian
9	Mahasiswa mampu mengevaluasi aspek keberlanjutan dan manfaat rekayasa perancangan untuk meningkatkan kualitas lingkungan.	Desain Teknis Sistem Terpilih Alternatif-Alternatif Lokasi Penempatan Sistem Alternatif-Alternatif Konfigurasi Sistem dan Unit Konfigurasi Sistem Terpilih (berdasarkan NSPK dan constraints) Desain Sistem dan Unit (yang terpilih) Profil dan Model (yang terpilih) (misal profil hidrolik, hasil simulasi EPANET, hasil simulasi pengolahan)	Ceramah dan diskusi	2 x 50	Tugas
10	Mahasiswa mampu mengevaluasi aspek keberlanjutan dan manfaat rekayasa perancangan untuk meningkatkan kualitas lingkungan.	Keberlanjutan (misal ekonomi, pengembangan lanjut) Prinsip Daur Hidup (misal memperbaiki aspek-aspek prekonstruksi, konstruksi, operasi, pasca operasi dari sistem, struktur, dan infrastruktur) Dampak Lingkungan	Ceramah dan diskusi	2 x 50	Tugas
11	Mahasiswa mampu mengevaluasi aspek keberlanjutan dan manfaat rekayasa perancangan untuk meningkatkan kualitas lingkungan.	Kriteria dan Parameter Desain Teknis (termasuk Norma, Standar, Prosedur, Kriteria dari misal manual, ISO)	Tugas mandiri	2 x 50	Tugas

Pert	Capaian Pembelajaran Matakuliah	Bahan Kajian	Bentuk Pembelajaran	Waktu	Tugas dan Penilaian
1	Mahasiswa mampu menghasilkan design teknik lingkungan pada permasalahan yang nyata dengan menggunakan standar dan kriteria yang sesuai.	Pengenalan mata kuliah	Ceramah dan diskusi	2 x 50	Tugas
2	Mahasiswa mampu menghasilkan design teknik lingkungan pada permasalahan yang nyata dengan menggunakan standar dan kriteria yang sesuai.	Gambaran Umum Lokasi (misal letak geografis, wilayah, iklim, dan kependudukan) Gambaran Khusus Lokasi (misal deskripsi pobrik, deskripsi kota) Aspek Khusus Skala Nasional (misal industri strategis, kota pariwisata) Aspek Khusus Skala Internasional (misal kandidat UNESCO World Heritage Site)	Ceramah dan diskusi	2 x 50	Tugas
3	Mahasiswa mampu menghasilkan design teknik lingkungan pada permasalahan yang nyata dengan menggunakan standar dan kriteria yang sesuai.	Parameter Desain Umum (misal populasi, konsumsi air, debit dan karakteristik limbah) Kriteria dan Parameter Desain Teknis (termasuk Norma, Standar, Prosedur, Kriteria dari misal manual, ISO) parameter limbah prioritas, wilayah pelayanan prioritas, constraints	Tugas mandiri	2 x 50	Tugas

Pert	Capaian Pembelajaran Matakuliah	Bahan Kajian	Bentuk Pembelajaran	Waktu	Tugas dan Penilaian
4	Mahasiswa mampu menghasilkan design teknik lingkungan pada permasalahan yang nyata dengan menggunakan standar dan kriteria yang sesuai.	Konsep Lapangan (misal kondisi yang dapat mempengaruhi desain dan konstruksi) Data Lapangan Primer Data Lapangan Sekunder	Tugas mandiri	2 x 50	Tugas
5	Mahasiswa dapat menemukan alternatif solusi yang optimal berdasarkan permasalahan yang ada.	Alternatif-Alternatif Konsep Desain Sistem (misal berbagai alternatif pengolahan -- grand design) Dasar Teori Alternatif-Alternatif Yang Ditinjau (termasuk pembahasan +/- antar alternatif secara teoritis proses, pengolahan, dsb.)	Tugas mandiri	2 x 50	Tugas
6	Mahasiswa mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan kriteria desain keteknikkan.	Kriteria Seleksi Alternatif dan Analisis Constraints (accessibility, aesthetics, constructability, cost, ergonomics, functionality, interoperability, legal considerations, maintainability, manufacturability, policy, regulations, schedule, sustainability, or usability) Risiko (misal sistem yang mudah untuk dioperasikan dan dipelihara) Ketidapastian (misal adaptif terhadap fluktuasi) Keberlanjutan (misal ekonomi, pengembangan	Tugas mandiri	2 x 50	Tugas

Pert	Capaian Pembelajaran Matakuliah	Bahan Kajian	Bentuk Pembelajaran	Waktu	Tugas dan Penilaian
12	Mahasiswa mampu memahami karakteristik permasalahan dan mampu memilih kriteria desain.	Kriteria dan Parameter Desain Teknis (termasuk Norma, Standar, Prosedur, Kriteria dari misal manual, ISO)	Tugas mandiri	2 x 50	Tugas
13	Mahasiswa mampu memahami karakteristik permasalahan dan mampu memilih kriteria desain.	Rencana Anggaran Biaya Sistem Terpilih (CAP- dan OPEX) Rekomendasi Tambahan Sistem Terpilih (misal metode-metode instalasi dan konstruksi, pemanfaatan kembali infrastruktur yang ada, daur ulang limbah)	Tugas mandiri	2 x 50	Tugas
14		Presentasi Final	Tugas mandiri	2 x 50	Tugas
15		Presentasi Final	Tugas mandiri	2 x 50	Tugas
16	<i>UJIAN AKHIR SEMESTER</i>				

Cara Pehitungan untuk Student Outcome:

Calculation of the Assessment of Student Outcomes for Env. Eng. Graduates are made by considering the value and weight of the related Performance Indicators (PI). The value of the Performance Indicator is based on the value of the Course Outcomes of the supporting course subjects.

Formula to calculate the value of PI:

$$PI \text{ value} = \frac{\Sigma(CO \text{ value} \times CO \text{ load})}{\Sigma CO \text{ load}}$$

Formula to calculate the value of SO:

$$SO \text{ value} = \frac{\Sigma(PI \text{ value} \times PI \text{ load})}{\Sigma PI \text{ load}}$$

7. PENUTUP

Berbagai uraian yang diberikan dalam pedoman ini memberikan gambaran bahwa *capstone design* merupakan suatu kegiatan sistematis yang wajib dilakukan oleh mahasiswa tingkat akhir. Kegiatan ini merupakan rencana proyek yang bertujuan untuk meningkatkan keahlian mahasiswa teknik lingkungan pada masa akhir studinya dengan kriteria pembelajaran berbasis permasalahan dan pendekatan yang berpusat pada mahasiswa. *Capstone design* merupakan puncak pengalaman mahasiswa sarjana untuk mengembangkan penerapan praktik keterampilan teknik, penggabungan teori serta pengalaman bersama dengan menggunakan pengetahuan dan keterampilan lainnya yang relevan. Hasil pedoman yang telah diuraikan ini diharapkan dapat membantu dalam menyusun pedoman *capstone design* pada prodi di lingkungan perguruan tinggi masing-masing.

LAMPIRAN I

Contoh Panduan dan Praktik Baik *capstone design*

(Dari Institut Teknologi Garut)

BAB I PENDAHULUAN

Capstone design didefinisikan oleh ABET sebagai puncak dari pengalaman mahasiswa sarjana, untuk menciptakan cetak biru dalam hal inovasi desain teknik. ABET mensyaratkan proses *engineering* dilakukan dengan benar, yaitu dihasilkannya suatu perancangan pada pembuatan suatu produk. Maka pada kurikulum Program Studi yang berada di lingkungan Institut Teknologi Garut, diwajibkan adanya mata kuliah yang menggunakan metode proyek utama atau yang selanjutnya disebut *capstone design*.

Capstone design ini merupakan kulminasi dari kuliah-kuliah sebelumnya yang telah dipelajari oleh mahasiswa, sehingga diharapkan mahasiswa dapat memanfaatkan dan menunjukkan pengetahuan dan pengalaman yang diperoleh setelah mengikuti kuliah-kuliah pada tahun ke-1, tahun ke-2 dan/ atau tahun ke-3. Sesuai rujukan ABET, maka luaran dari *Capstone Design* adalah dokumen perancangan yang dapat digunakan untuk mendesain sebuah produk atau purwarupa.

Tujuan *capstone design* adalah untuk mendapatkan pengalaman praktek rekayasa dan pengalaman proyek desain utama yang menggabungkan standar rekayasa dan beberapa batasan realistis berdasarkan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dalam perkuliahan sebelumnya. Selain itu, perlunya pengembangan kompetensi mahasiswa dalam penerapan keterampilan teknik praktis, menggabungkan teori dan pengalaman bersama dengan penggunaan pengetahuan dan keterampilan.

Capstone Design memfasilitasi mahasiswa untuk: 1) memahami dan mengaplikasikan proses *engineering* yang baik melalui pengalamannya menjalani siklus proses perancangan rekayasa yang lengkap pada sebuah kasus penyelesaian masalah rekayasa nyata; dan 2) mengasah *softskill* seperti Kerjasama tim, komunikasi secara lisan dan tulisan, multidisiplin, kepemimpinan, tanggung jawab, kedisiplinan, dan integritas serta mempresentasikan produk. Yang perlu diperhatikan bahwa *Capstone Design* bukan bertujuan untuk penelitian yang mendapatkan kebaruan (*novelty*), melainkan mahasiswa mencoba berinovasi dan

mendemonstrasikan kemampuan penyelesaian masalah dengan pendekatan *engineering* yang diterapkan secara profesional.

Pelaksanaan *Capstone Design* lebih jelas adalah sebagai berikut:

1. *Capstone Design* harus menghasilkan luaran. Proyek harus mengandung perancangan luaran, baik hardware, software, unit proses, unit operasi, sistem, maupun kombinasinya.
2. Proses perancangan harus mengikuti kaidah merancang secara sistematis dan rasional seperti yang telah dipelajari pada mata kuliah sebelumnya.
3. Dalam *engineering design*, masalah yang dipecahkan harus jelas, nyata dan terformulasi dengan baik. Masalah harus dinyatakan dalam kalimat yang singkat, tanpa jargon, dan dapat ditunjukkan siapa yang memang memiliki masalah tersebut, serta penjelasan Batasan masalah yang ada.

BAB II KETENTUAN UMUM

2.1. Mata Kuliah *Capstone Design*

Mata kuliah yang menjadi mata kuliah *capstone design* sudah ditentukan oleh Program Studi pada kurikulum yang berjalan. Mata kuliah yang dapat dijadikan *capstone design* haruslah memenuhi persyaratan berikut:

- 1) Mata kuliah menerapkan proses perancangan keteknikan (*engineering design process*) yang menjadi penciri bidang ilmu Program Studi.
- 2) Mata kuliah dilengkapi silabus dan rencana pembelajaran semester (RPS) dengan capaian pembelajaran mata kuliah yang memenuhi capaian pembelajaran lulusan sesuai kompetensi inti Program Studi.
- 3) Mata kuliah memiliki mata kuliah prasyarat yang posisinya pada semester sebelumnya pada jejaring mata kuliah, dan mendukung pelaksanaan mata kuliah *capstone design*.
- 4) Mata kuliah menerapkan metode pembelajaran *student center learning* seperti *projectbased learning* dan *problem-based learning*, dengan jumlah kegiatan praktikum (lapangan dan/ atau laboratorium), lebih banyak dibanding kegiatan tatap muka bersama Dosen Pengampu mata kuliah/ Dosen Pembimbing.
- 5) Mata kuliah memperhatikan peningkatan *softskill* mahasiswa seperti tanggung jawab, kedisiplinan, kerjasama tim, kemampuan komunikasi, kepemimpinan, kemampuan pengambilan keputusan, dan sebagainya.
- 6) Mata kuliah mewajibkan adanya luaran produk dari proses pembelajaran selama satu semester, yang dipresentasikan di kelas serta dipamerkan di lingkungan kampus.

2.2. Persyaratan Mahasiswa

Mahasiswa yang mengambil mata kuliah *capstone design* ini diharuskan memenuhi syarat berikut ini:

- 1) Mengontrak mata kuliah *capstone design* saat perwalian dengan memperhatikan jejaring mata kuliah yang terdapat pada kurikulum masing-masing Program Studi.
- 2) Dikarenakan mata kuliah *capstone design* ini memiliki mata kuliah prasyarat, mahasiswa diwajibkan telah lulus pada mata kuliah prasyarat tersebut dengan nilai minimal C.
- 3) Memiliki kesiapan untuk melakukan pembelajaran diluar kelas.

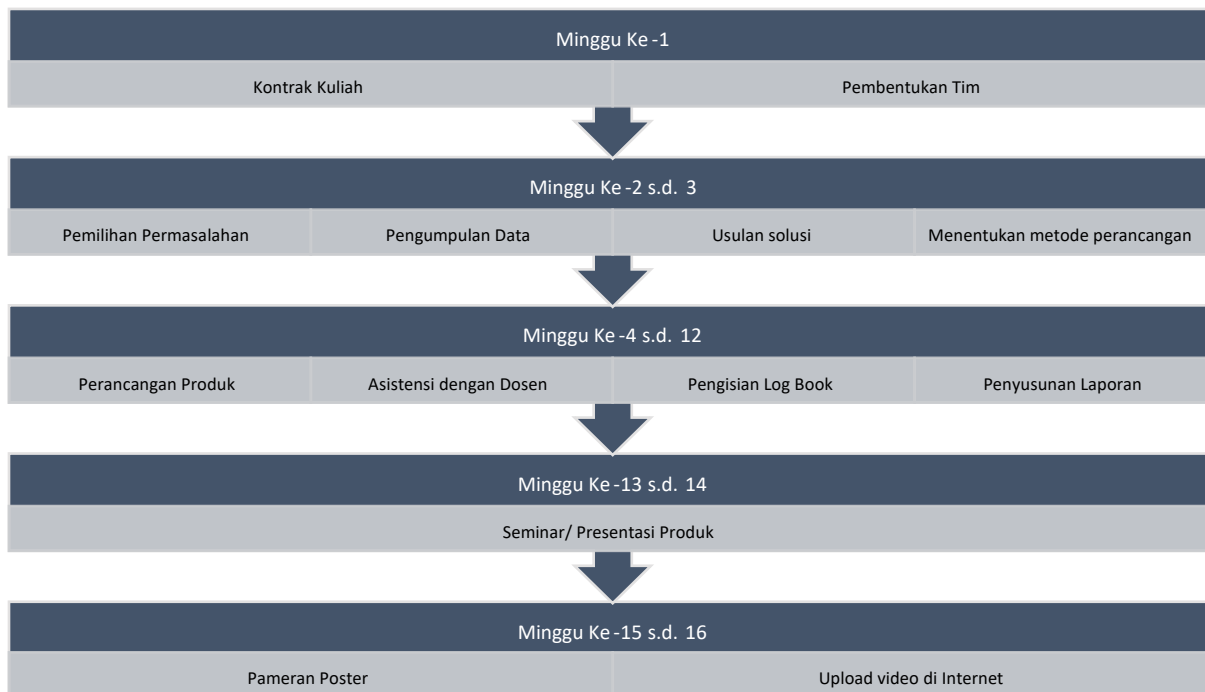
- 4) Memiliki kemampuan merancang produk sebagai pemecahan masalah di masyarakat sesuai kompetensi inti Program Studi.

2.3. Tahapan Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan *capstone design* meliputi kegiatan berikut ini:

- 1) Mahasiswa mengontrak mata kuliah yang menjadi mata kuliah *capstone design* sesuai yang ditentukan oleh Program Studi pada kurikulum yang berjalan.
- 2) Mahasiswa menyusun rencana kegiatan yang meliputi pemilihan permasalahan di masyarakat yang akan dijadikan topik pembahasan *capstone design*, usulan solusi pemecahan masalah tersebut, dan metode perancangan produk sesuai keilmuan;
- 3) Mahasiswa melaksanakan proses perancangan produk sesuai rencana kegiatan dengan mengisi laporan kinerja mingguan pada **Log Book**, yang berisi kegiatan:
 - a. **Penentuan spesifikasi produk** yang akan dirancang untuk memecahkan masalah yang dipilih;
 - b. Perancangan produk menggunakan **metode perancangan** sesuai kebutuhan;
 - c. **Implementasi produk** yang sudah selesai dirancang sebagai solusi permasalahan yang diusulkan;
 - d. **Presentasi produk** hasil perancangan di lingkungan kampus ITG, baik secara luring maupun daring.
- 4) Mahasiswa mengikuti proses bimbingan/ asistensi bersama Dosen Pembimbing
- 5) Luaran *capstone design* ini adalah produk yang dapat digunakan sebagai pemecahan masalah, *logbook*, laporan perancangan produk (*softcopy* dan *hardcopy*), video tutorial produk, poster minimum ukuran A2.

Pelaksanaan *capstone design* selama 16 minggu atau 1 (satu) semester dengan rincian kegiatan sebagai sebagaimana terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Timeline pelaksanaan capstone design

2.4. Tim Proyek

Pelaksanaan *capstone design* ini dilakukan oleh mahasiswa secara berkelompok dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Tim terdiri dari 2-3 orang mahasiswa yang dibentuk oleh Dosen dan dilaporkan kepada Program Studi.
- 2) Tim *capstone design* dibimbing oleh 1 Dosen, baik Dosen Pembimbing maupun Dosen Pengampu mata kuliah *capstone design*.
- 3) Tim memilih topik yang sesuai dengan mata kuliah *capstone design*, dimana topik merupakan permasalahan nyata yang terjadi di masyarakat dan/ atau dapat berupa permintaan dari mitra industri.

BAB III LAPORAN PELAKSANAAN

3.1. Logbook

Buku kerja mahasiswa selama proses pengerjaan *capstone design* dinamakan *log book capstone design*. Dokumen ini berisi dokumentasi kegiatan mahasiswa dari awal sampai akhir kegiatan *capstone design*. Struktur *logbook* adalah sebagaimana terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Struktur Logbook Capstone Design

SAMPUL/ COVER	berisi judul, logo ITG, nama anggota tim, nama dosen pembimbing, nama institusi, jurusan, program studi dan tahun pelaksanaan
TAHAPAN DAN <i>MILESTONE</i>	menyajikan secara lengkap perancangan dari solusi masalah yang dibahas dalam <i>Capstone Design</i> . Pada bagian ini semua alat dan bahan yang digunakan dijelaskan secara lengkap. Bagian ini juga memuat prosedur kerja, pengumpulan data dan variabel yang diukur dan/ atau diuji sebagai analisis. Setiap tahapan dilengkapi dengan tanggal pelaksanaan, deskripsi kegiatan, foto dokumentasi kegiatan dan tanda tangan validasi oleh dosen pembimbing.
PENGESAHAN	Lembar akhir ini ditandatangani oleh setiap anggota tim dan dosen pembimbing.

Logbook ini diharapkan dapat menjadi dokumentasi yang lengkap dan tersusun sistematis dari seluruh kegiatan pelaksanaan *capstone design*. Struktur penulisan *logbook* diharapkan mengikuti panduan pada tabel 3.2. diatas, namun tidak menutup kemungkinan adanya penambahan-penambahan yang dilakukan oleh tim *capstone design* sesuai kebutuhan.

3.2. Laporan Capstone Project Design

Laporan ini merupakan dokumen yang menjelaskan seluruh rangkaian kegiatan *capstone design* dari mulai pengumpulan data, perancangan sampai implementasi produk sebagai solusi pemecahan masalah yang diangkat sebagai topik *capstone design*. Struktur laporan seminimalnya memuat hal-hal seperti terlihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Struktur Penulisan Laporan *Capstone Design*

SAMPUL/ COVER	berisi judul, logo ITG, nama anggota tim, nama dosen pembimbing, nama institusi, jurusan, program studi, dan tahun pelaksanaan
LEMBAR PENGESAHAN	lembar ini ditandatangani dosen pembimbing, Ketua Program Studi dan Ketua Jurusan
RINGKASAN EKSEKUTIF	ringkasan yang memberikan gambaran urutan kegiatan <i>capstone project design</i> .
DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR LAMPIRAN	
BAB I PENDAHULUAN	1.1. Latar Belakang Masalah 1.2. Rumusan Masalah 1.3. Tujuan 1.4. Batasan Masalah
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
BAB III METODE PERANCANGAN	3.1. Metode Yang Digunakan 3.2. Tahapan Perancangan
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	bagian ini menyajikan secara lengkap perancangan dari solusi pada permasalahan <i>capstone project design</i> .
BAB V KESIMPULAN	berisi kesimpulan hasil <i>capstone project design</i> beserta saran pengembangan berkelanjutan
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	<i>Log book</i> , <i>source code</i> atau <i>prototype</i> produk hasil, gambar rancangan, buku manual produk dan <i>softcopy</i> poster

3.3. Materi Presentasi

Setiap tim *capstone project design* diharuskan membuat *slide* presentasi yang akan digunakan untuk presentasi saat akhir perkuliahan/ seminar *capstone project design*. Total waktu presentasi 10-20 menit untuk seluruh anggota tim secara bergantian.

3.4. Poster

Setiap tim *capstone project design* harus membuat poster setelah pelaksanaan *capstone project design* selesai. Poster ini ditujukan untuk mempromosikan produk yang dikembangkan dan menjelaskan cara kerja produk tersebut. Poster berukuran minimal A2 dapat horizontal maupun vertical. Poster wajib ditampilkan di area kampus selama minimal 1 minggu setelah presentasi di kelas.

3.5. Video Tutorial Produk

Video penjelasan produk ini bertujuan untuk promosi produk secara digital. Video berdurasi 7-10 menit, menampilkan anggota tim dan produk yang dihasilkan. Video wajib diunggah ke media di internet, seperti channel youtube milik anggota tim.

BAB IV EVALUASI DAN PENILAIAN

4.1. Evaluasi

Kegiatan evaluasi pada *capstone design* ini dilakukan meliputi aspek-aspek seperti berikut:

- 1) Kinerja tim *capstone design*, evaluasi dilakukan untuk menilai proses dari kegiatan *capstone design*, yang terdiri dari:
 - a. Capaian pembelajaran sesuai tahapan pelaksanaan *capstone design*, dilihat berdasarkan *logbook*.
 - b. Penilaian diri sendiri setiap anggota tim, dilakukan diakhir kegiatan minggu ke-16
 - c. Penilaian rekan sejawat dalam satu tim, dilakukan diakhir kegiatan minggu ke-16
- 2) Luaran *capstone design*, evaluasi dilakukan untuk menilai hasil dari kegiatan *capstone design* yaitu:
 - a. Laporan Pelaksanaan *capstone design*
 - b. Produk *capstone design*
- 3) Presentasi produk *capstone design*
 - a. Seminar hasil/ presentasi produk
 - b. Pameran melalui poster dan video

4.2. Penilaian

Penilaian untuk mata kuliah *capstone design* ini diharapkan mengikuti rubik penilaian sebagaimana terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Rubik Penilaian

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)
1	Kinerja	
	<i>Logbook</i>	20
	Penilaian diri sendiri	10
	Penilaian rekan sejawat	10
2	Luaran <i>capstone design</i>	
	Laporan <i>capstone design</i>	10
	Produk <i>capstone design</i>	20
3	Presentasi produk	
	Seminar hasil/ presentasi produk	15
	Pameran poster & video	15
	Total Nilai	100

Struktur penilaian *capstone design* diharapkan mengikuti panduan pada Tabel 4.1. diatas, namun tidak menutup kemungkinan adanya penambahan-penambahan yang dilakukan oleh Program Studi sesuai kebutuhan.

BAB V PENUTUP

Pedoman pelaksanaan *capstone design* ini diharapkan dapat menjadi panduan yang lengkap dan tersusun sistematis dari kegiatan pelaksanaan *capstone design*. Pelaksanaan *capstone design* di lingkungan Institut Teknologi Garut, diharapkan mengikuti panduan pelaksanaan ini, namun tidak menutup kemungkinan adanya penambahan-penambahan yang dilakukan oleh Program Studi sesuai kebutuhan.

Lampiran II

Berdasarkan Washington Accord, permasalahan keteknikan kompleks yang diselidiki dan diselesaikan dalam mata kuliah *Capstone Design* ini perlu memiliki karakteristik sesuai dengan Tabel L1 di bawah. Karakteristik permasalahan keteknikan kompleks ini dapat dibandingkan dengan permasalahan keteknikan terdefinisi secara umum (*broadly-defined*) dan permasalahan keteknikan terdefinisi secara baik (*well-defined*).

Attribute	Complex Engineering Problems have characteristic WP1 and some or all of WP2 to WP7:	Broadly-defined Engineering Problems have characteristic SP1 and some or all of SP2 to SP7:	Well-defined Engineering Problems have characteristic DP1 and some or all of DP2 to DP7:
Depth of Knowledge Required	WP1: Cannot be resolved without in-depth engineering knowledge at the level of one or more of WK3, WK4, WK5, WK6 or WK8 which allows a fundamentals-based, first principles analytical approach	SP1: Cannot be resolved without engineering knowledge at the level of one or more of SK 4, SK5, and SK6 supported by SK3 with a strong emphasis on the application of developed technology	DP1: Cannot be resolved without extensive practical knowledge as reflected in DK5 and DK6 supported by theoretical knowledge defined in DK3 and DK4
Range of conflicting requirements	WP2: Involve wide-ranging or conflicting technical, engineering and other issues	SP2: Involve a variety of factors which may impose conflicting constraints	DP2: Involve several issues, but with few of these exerting conflicting constraints
Depth of analysis required	WP3: Have no obvious solution and require abstract thinking, originality in analysis to formulate suitable models	SP3: Can be solved by application of well-proven analysis techniques	DP3: Can be solved in standardised ways
Familiarity of issues	WP4: Involve infrequently encountered issues	SP4: Belong to families of familiar problems which are solved in well-accepted ways	DP4: Are frequently encountered and thus familiar to most practitioners in the practice area
Extent of applicable codes	WP5: Are outside problems encompassed by standards and codes of practice for professional engineering	SP5: May be partially outside those encompassed by standards or codes of practice	DP5: Are encompassed by standards and/or documented codes of practice
Extent of stakeholder involvement and conflicting requirements	WP6: Involve diverse groups of stakeholders with widely varying needs	SP6: Involve several groups of stakeholders with differing and occasionally conflicting needs	DP6: Involve a limited range of stakeholders with differing needs
Interdependence	WP 7: Are high level problems including many component parts or sub-problems	SP7: Are parts of, or systems within complex engineering problems	DP7: Are discrete components of engineering systems