

FORUM PENYELENGGARA PENDIDIKAN GEOFISIKA INDONESIA (FPPGI)

Bidang Kurikulum

PETUNJUK UMUM
PELAKSANAAN MATA KULIAH PERANCANGAN UTAMA
(*CAPSTONE DESIGN*)
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOFISIKA SE-INDONESIA

Selaras dengan Kriteria LAM Teknik, IABEE, dan ABET

Dokumen Acuan Penyusunan Kurikulum Program Studi

Disahkan pada Lokakarya *Capstone Design* dan *Basic Science*
dalam Perspektif Akreditasi Lembaga Akreditasi Mandiri (LAM) untuk Geofisika

23 Juli 2026

Versi 1.0

Status dan Kedudukan Dokumen

Nama Dokumen	Petunjuk Umum Pelaksanaan Mata Kuliah Perancangan Utama (<i>Capstone Design</i>) Program Studi Teknik Geofisika
Penyusun	Bidang Kurikulum, Forum Penyelenggara Pendidikan Geofisika Indonesia (FPPGI)
Dasar Penyusunan	Lokakarya <i>Capstone Design</i> dan <i>Basic Science</i> dalam Perspektif Akreditasi LAM untuk Geofisika, 23 - 24 Juli 2026 di Universitas Pertamina
Sifat Dokumen	Petunjuk umum (minimum requirement). Program studi wajib memenuhi ketentuan minimal dan diberi keleluasaan untuk memperkaya sesuai kekhasan masing-masing.
Sasaran Pengguna	Ketua Program Studi, Tim Kurikulum, Koordinator Mata Kuliah <i>Capstone Design</i> , Gugus Penjaminan Mutu, dan Tim Penyusun Dokumen Akreditasi
Peninjauan	Ditinjau sekurang-kurangnya setiap 2 (dua) tahun atau menyesuaikan perubahan kriteria LAM Teknik/IABEE/ABET

Daftar Isi

Status dan Kedudukan Dokumen	2
Daftar Isi	3
BAB I PENDAHULUAN	5
1.1 Latar Belakang	5
1.2 Maksud dan Tujuan	5
1.3 Ruang Lingkup	5
1.4 Definisi dan Istilah	6
BAB II LANDASAN AKREDITASI	7
2.1 Kedudukan <i>Capstone Design</i> dalam Kriteria Akreditasi	7
2.2 Tiga Pilar <i>Capstone Design</i>	7
Pilar 1 Integrasi Pengetahuan	7
Pilar 2 Luaran Nyata	7
Pilar 3 Proses Iteratif dan Kreatif	7
2.3 Pembedaan <i>Capstone Design</i> dan Tugas Akhir	8
BAB III KETENTUAN UMUM PENYELENGGARAAN	9
3.1 Penempatan dalam Struktur Kurikulum	9
3.2 Bobot Kredit	9
3.3 Kerja Kelompok	9
3.4 Karakteristik Permasalahan	10
3.4.1 Sumber Permasalahan	10
3.4.2 Kriteria Kompleksitas	10
3.5 Karakteristik Pemecahan Masalah	10
3.5.1 Pendekatan Multidisiplin	10
3.5.2 Solusi Terbuka	10
3.5.3 Asesmen Bertahap dan Iteratif	10
3.6 Standar Keteknikan dan Batasan Realistis	11
BAB IV TAHAPAN PELAKSANAAN	12
4.1 Tahapan Siklus Perancangan	12
4.2 <i>Milestone</i> dan Titik Asesmen	12
4.3 Peran dan Tanggung Jawab	13
BAB V PANDUAN AKADEMIK DAN MATRIKS ASESMEN	14
5.1 Kewajiban Penyediaan Panduan	14
5.2 Komposisi Penilaian	14
5.3 Matriks Asesmen (Rubrik)	14
5.4 Pemetaan ke Capaian Pembelajaran Lulusan	16
5.5 Dokumen Bukti untuk Akreditasi	17
BAB VI CONTOH PENERAPAN DALAM TEKNIK GEOFISIKA	18
Contoh 1 Perancangan Program Survei Terpadu untuk Karakterisasi Situs Penyimpanan CO ₂	18

Contoh 2 Perancangan Sistem Investigasi Geofisika untuk Mitigasi Bahaya Longsor pada Ruas Jalan	18
Contoh 3 Perancangan Strategi Eksplorasi Panas Bumi pada Wilayah dengan Data Terbatas ...	18
Contoh 4 Perancangan Alur Kerja Karakterisasi Reservoir Berbasis Inversi Seismik dan Data Sumur	19
Contoh 5 Perancangan Instrumen dan Protokol Akuisisi Geofisika Berbiaya Rendah untuk Kebutuhan Komunitas	19
6.6 Contoh Topik yang Tidak Memenuhi Kriteria	20
BAB VII KETENTUAN PENUTUP	21
7.1 Masa Transisi	21
7.2 Fleksibilitas dan Kekhasan Program Studi	21
7.3 Peninjauan Dokumen	21
7.4 Catatan Keterbatasan Dokumen	21

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Program Studi Teknik Geofisika di Indonesia menghadapi tuntutan penyelarasan capaian pembelajaran lulusan dengan kriteria akreditasi keteknikan, baik pada tataran nasional melalui Lembaga Akreditasi Mandiri Teknik (LAM Teknik) dan Indonesian Accreditation Board for Engineering Education (IABEE), maupun pada tataran internasional melalui Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). Ketiga badan akreditasi tersebut secara substantif mensyaratkan adanya pengalaman perancangan rekayasa puncak (*major engineering design experience*) yang mengintegrasikan seluruh pengetahuan yang diperoleh mahasiswa selama masa studi.

Praktik penyelenggaraan mata kuliah Perancangan Utama atau *Capstone Design* pada program studi Teknik Geofisika di Indonesia saat ini masih beragam, baik dari sisi penempatan pada struktur kurikulum, bobot satuan kredit semester, mekanisme kerja kelompok, maupun instrumen asesmennya. Keragaman ini berpotensi menimbulkan ketidaksetaraan mutu lulusan dan kesulitan pembuktian pemenuhan kriteria pada saat asesmen lapangan akreditasi.

Dokumen ini disusun sebagai petunjuk umum yang menjadi acuan bersama bagi seluruh program studi Teknik Geofisika di Indonesia dalam merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi mata kuliah *Capstone Design*.

1.2 Maksud dan Tujuan

Dokumen ini dimaksudkan untuk memberikan kerangka minimum yang seragam bagi penyelenggaraan mata kuliah *Capstone Design* pada program studi Teknik Geofisika. Tujuan spesifiknya adalah:

1. Menetapkan ketentuan minimum mengenai penempatan, bobot kredit, mekanisme kerja kelompok, karakteristik permasalahan, dan pendekatan pemecahan masalah pada mata kuliah *Capstone Design*.
2. Menyediakan struktur baku panduan akademik dan matriks (rubrik) asesmen yang dapat diadopsi dan diadaptasi oleh program studi.
3. Menjamin ketertelusuran (*traceability*) antara aktivitas *Capstone Design* dengan capaian pembelajaran lulusan yang dipersyaratkan LAM Teknik, IABEE, dan ABET.
4. Memberikan contoh penerapan yang kontekstual dengan bidang keilmuan dan praktik keprofesian Teknik Geofisika.

1.3 Ruang Lingkup

Petunjuk umum ini mencakup ketentuan penempatan mata kuliah dalam struktur kurikulum, bobot kredit, tata kelola kelompok, kriteria permasalahan dan solusi, tahapan pelaksanaan, perangkat asesmen, tata kelola dokumen bukti, serta pembedaan tegas antara *Capstone Design* dan Tugas Akhir/Skripsi. Dokumen ini tidak mengatur hal-hal teknis administratif internal yang menjadi kewenangan masing-masing perguruan tinggi, misalnya penamaan mata kuliah *Capstone Design* di masing – masing perguruan tinggi.

1.4 Definisi dan Istilah

Istilah	Pengertian
Perancangan Utama / Capstone Design	Mata kuliah puncak (<i>culminating course</i>) berupa proyek perancangan rekayasa yang mengintegrasikan dan menerapkan seluruh pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh mahasiswa untuk memecahkan permasalahan keteknikan nyata, dikerjakan secara berkelompok dan menghasilkan luaran rancangan yang nyata.
Permasalahan Keteknikan Kompleks	Permasalahan yang melibatkan banyak aspek teknis dan non-teknis yang saling berinteraksi, tidak dapat diselesaikan dengan penerapan rutin pengetahuan baku, serta memerlukan pertimbangan pemangku kepentingan yang beragam.
Masalah Terbuka (<i>Open-Ended Problem</i>)	Permasalahan yang memiliki lebih dari satu solusi yang secara teknis dapat dibenarkan, sehingga penentuan solusi terbaik memerlukan proses evaluasi terhadap beberapa alternatif berdasarkan kriteria yang ditetapkan.
Batasan Realistis (<i>Realistic Constraints</i>)	Kendala dunia nyata yang wajib dipertimbangkan dalam perancangan, meliputi antara lain aspek ekonomi, waktu, keselamatan dan kesehatan kerja, lingkungan, keberlanjutan, sosial-budaya, regulasi, dan etika.
Standar Keteknikan (<i>Engineering Standards</i>)	Dokumen normatif yang menjadi acuan dalam perancangan dan pengujian, misalnya SNI, ISO, ASTM, API, atau pedoman teknis instansi berwenang.
Asesmen Iteratif	Penilaian bertahap dan berulang terhadap alternatif solusi pada setiap <i>milestone</i> perancangan, yang hasilnya digunakan untuk menyempurnakan rancangan pada iterasi berikutnya.
Luaran Rancangan (<i>Design Deliverable</i>)	Hasil akhir berwujud dari proyek, dapat berupa <i>engineering blueprint</i> , rancangan program akuisisi, alur kerja pemrosesan-interpretasi, prototipe instrumen, purwarupa perangkat lunak, atau model/metode beserta spesifikasi teknisnya.

BAB II LANDASAN AKREDITASI

2.1 Kedudukan *Capstone Design* dalam Kriteria Akreditasi

Ketiga badan akreditasi yang menjadi rujukan dokumen ini mensyaratkan keberadaan pengalaman perancangan rekayasa puncak sebagai bagian tak terpisahkan dari kurikulum program sarjana keteknikan. Substansi persyaratan tersebut dapat dirangkum sebagai berikut.

Tabel 2.1 Rangkuman Substansi Persyaratan Perancangan Rekayasa

Badan Akreditasi	Substansi Persyaratan	Implikasi bagi <i>Capstone Design</i> Teknik Geofisika
ABET (Engineering Accreditation Commission)	Kurikulum harus memuat pengalaman perancangan rekayasa puncak yang menyatukan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh pada mata kuliah sebelumnya, dan menerapkan standar keteknikan serta berbagai batasan realistis.	<i>Capstone Design</i> harus ditempatkan di akhir masa studi, bukan pada semester awal, serta wajib mengutip standar teknis yang berlaku dan mendokumentasikan batasan realistis yang dipertimbangkan.
IABEE	Mensyaratkan kemampuan lulusan merancang solusi bagi permasalahan rekayasa kompleks dengan mempertimbangkan aspek kesehatan dan keselamatan publik, lingkungan, sosial, ekonomi, serta keberlanjutan; disertai bukti asesmen capaian pembelajaran.	Rubrik asesmen harus memetakan setiap komponen penilaian ke butir capaian pembelajaran lulusan dan menyimpan bukti kinerja mahasiswa (<i>student work</i>) sebagai artefak asesmen.
LAM Teknik	Menuntut kesesuaian kurikulum dengan profil lulusan bidang keteknikan, keberadaan mata kuliah perancangan, serta bukti pelaksanaan evaluasi dan perbaikan berkelanjutan.	Program studi wajib memiliki dokumen panduan pelaksanaan, rubrik asesmen, berita acara evaluasi, dan rekaman tindak lanjut perbaikan mata kuliah <i>Capstone Design</i> .

2.2 Tiga Pilar *Capstone Design*

Penyelenggaraan *Capstone Design* pada program studi Teknik Geofisika ditopang oleh tiga pilar berikut, yang harus terbukti dalam dokumen kurikulum maupun dalam artefak pelaksanaan.

Pilar 1 Integrasi Pengetahuan

Capstone Design merupakan wadah sintesis, bukan wadah pengajaran materi baru dari nol. Mata kuliah ini mengandaikan mahasiswa telah menguasai metode seismik, gayabarat, geomagnetik, geolistrik dan elektromagnetik, pemrosesan sinyal, komputasi geofisika, serta mata kuliah geosains yang relevan. Peran dosen bergeser dari pengajar menjadi fasilitator dan penilai proses perancangan.

Pilar 2 Luaran Nyata

Proyek wajib menghasilkan luaran berwujud yang dapat diperiksa dan dinilai, disertai spesifikasi teknis yang terukur. Luaran berupa laporan naratif tanpa rancangan teknis tidak memenuhi kriteria ini.

Pilar 3 Proses Iteratif dan Kreatif

Perancangan dijalankan melalui siklus berulang: perumusan spesifikasi, pembangkitan alternatif, evaluasi, pengujian, dan penyempurnaan. Bukti iterasi harus terekam dalam *logbook* desain dan berita acara reviu tiap *milestone*. Rancangan yang selesai dalam satu kali pengerjaan tanpa jejak revisi tidak memenuhi kriteria ini.

2.3 Perbedaan *Capstone Design* dan Tugas Akhir

Pembedaan berikut bersifat mengikat dan harus tercermin dalam dokumen kurikulum program studi, untuk mencegah duplikasi beban studi dan memastikan keduanya menilai kompetensi yang berbeda.

Tabel 2.2 Perbandingan *Capstone Design* dan Tugas Akhir/Skripsi

Aspek	<i>Capstone Design</i> (Perancangan Utama)	Tugas Akhir / Skripsi
Fokus	Perancangan rekayasa dan solusi teknis multidimensi, mempertimbangkan biaya, risiko, regulasi, dan keberlanjutan.	Penelitian ilmiah atau pendalaman metodologi yang spesifik dan terfokus.
Sifat Masalah	Terbuka, kompleks, multi-metode; beberapa solusi dapat dibenarkan.	Terarah pada satu pertanyaan penelitian atau satu hipotesis.
Dinamika Kerja	Kolaborasi kelompok dengan pembagian peran keteknikan.	Individual.
Luaran	Desain, model, sistem, atau metode siap pakai beserta spesifikasi teknis.	Temuan akademik, publikasi ilmiah, atau hipotesis baru.
Kriteria Sukses	Kelayakan teknis, ekonomis, dan operasional rancangan.	Validitas metodologi
Penilai	Tim dosen, disarankan melibatkan penilai dari industri/instansi pengguna.	Dosen pembimbing dan penguji akademik.

Capstone Design diselesaikan sebelum dan atau bersamaan pelaksanaan Tugas Akhir. Topik Tugas Akhir dapat merupakan pendalaman salah satu aspek dari proyek *Capstone Design*, sepanjang terdapat pembeda yang jelas dalam rumusan masalah dan luaran.

BAB III KETENTUAN UMUM PENYELENGGARAAN

Ketentuan pada bab ini merupakan persyaratan minimum yang wajib dipenuhi seluruh program studi Teknik Geofisika di Indonesia.

3.1 Penempatan dalam Struktur Kurikulum

Mata kuliah *Capstone Design* ditempatkan pada tahap akhir masa studi dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Skema Tunggal. Mata kuliah *Capstone Design* ditempatkan pada semester 7 atau 8, setelah seluruh mata kuliah wajib kurikulum telah diambil atau sedang diselesaikan, dan dilaksanakan sebelum pelaksanaan Tugas Akhir.
2. Skema Terbagi. Mata kuliah *Capstone Design* dapat dipecah menjadi dua mata kuliah berurutan yang ditempatkan pada semester 7 dan semester 8, dengan syarat kedua mata kuliah tersebut merupakan satu rangkaian proyek yang sama dan mata kuliah pada semester 7 menjadi prasyarat mata kuliah pada semester 8.
3. Prasyarat. Program studi wajib menetapkan prasyarat akademik yang menjamin mahasiswa telah menguasai dasar-dasar metode geofisika, akuisisi dan pemrosesan data, serta interpretasi terpadu sebelum mengambil mata kuliah ini.

Tabel 3.1 Pilihan Skema Penempatan

Skema	Semester	Bobot	Contoh Karakteristik
Tunggal	7 atau 8	minimal 4 SKS	Seluruh siklus perancangan dijalankan dalam satu semester. Menuntut manajemen waktu ketat dan ketersediaan data awal yang siap pakai.
Terbagi	7 dan 8	total minimal 4 SKS	Semester 7 difokuskan pada definisi masalah, spesifikasi, studi kelayakan, dan desain konsep. Semester 8 difokuskan pada desain detail, pengujian, evaluasi, dan komunikasi hasil. Memberi ruang iterasi lebih panjang.

3.2 Bobot Kredit

1. Bobot mata kuliah *Capstone Design* ditetapkan minimal 4 (empat) SKS.
2. Pada skema terbagi, jumlah bobot kedua mata kuliah sekurang-kurangnya 4 SKS, dengan pembagian yang disarankan 2 SKS pada semester 7 dan 2 SKS pada semester 8.
3. Bobot kredit tersebut dihitung sebagai beban belajar berbasis proyek, dengan proporsi terbesar pada kegiatan kerja terstruktur dan mandiri kelompok, bukan pada perkuliahan tatap muka konvensional.
4. Program studi wajib menyusun distribusi beban belajar per minggu dan mencantumkannya dalam Rencana Pembelajaran Semester.

3.3 Kerja Kelompok

1. Proyek dikerjakan secara berkelompok. Jumlah anggota disarankan 3 (tiga) sampai 5 (lima) mahasiswa per kelompok, disesuaikan dengan kompleksitas permasalahan dan rasio dosen pembimbing.
2. Setiap anggota wajib memegang peran keteknikan yang terdefinisi dan tercatat, misalnya koordinator proyek, desain, penanggung jawab akuisisi, penanggung jawab pemrosesan, penanggung jawab pemodelan dan interpretasi, serta penanggung jawab aspek K3L dan biaya.

3. Rotasi peran antar *milestone* dianjurkan agar setiap mahasiswa memperoleh paparan pada lebih dari satu aspek perancangan.
4. Penilaian terdiri atas komponen kelompok dan komponen individual. Komponen individual sekurang-kurangnya mencakup kontribusi teknis, tanggung jawab, dan kemampuan komunikasi, dan diperkuat dengan instrumen penilaian sejawat (peer assessment).
5. Program studi wajib menetapkan mekanisme penanganan anggota yang tidak berkontribusi, termasuk konsekuensi penilaiannya.

3.4 Karakteristik Permasalahan

3.4.1 Sumber Permasalahan

Permasalahan yang diangkat mengacu pada permasalahan keteknikan yang berasal dari usulan mahasiswa. Usulan tersebut dapat diinspirasi oleh kebutuhan industri, permasalahan masyarakat, isu kebencanaan, agenda transisi energi, atau hasil observasi lapangan mahasiswa. Program studi dapat menyediakan daftar tema payung sebagai stimulus, namun perumusan akhir permasalahan tetap merupakan tanggung jawab kelompok mahasiswa dan disetujui oleh dosen pembimbing melalui mekanisme kelayakan proposal.

3.4.2 Kriteria Kompleksitas

Permasalahan wajib bersifat kompleks, dibuktikan dengan pemenuhan sekurang-kurangnya empat dari kriteria berikut.

- Melibatkan lebih dari satu aspek geofisika terapan yang saling berinteraksi.
- Tidak dapat diselesaikan dengan penerapan prosedur baku secara rutin.
- Memuat ketidakpastian atau ambiguitas data yang harus dikelola secara eksplisit.
- Melibatkan lebih dari satu pemangku kepentingan dengan kepentingan yang berpotensi bertentangan.
- Menuntut pertimbangan batasan realistis yang mengikat, seperti biaya, waktu, perizinan, K3L.
- Mengharuskan rujukan pada standar keteknikan atau regulasi yang berlaku.

3.5 Karakteristik Pemecahan Masalah

3.5.1 Pendekatan Multidisiplin

Pendekatan solusi wajib bersifat multidisiplin, yaitu menggunakan lebih dari satu pendekatan metode geofisika, dan/atau memadukan metode geofisika dengan disiplin penunjang. Contoh kombinasi antara lain metode seismik dengan gayabarat, metode geolistrik dengan elektromagnetik, atau metode magnetotellurik dengan data sumur dan petrofisika. Integrasi antarmetode harus dijelaskan secara teknis, bukan sekadar penyandingan hasil.

3.5.2 Solusi Terbuka

Permasalahan harus memiliki lebih dari satu solusi yang secara teknis dapat dibenarkan. Kelompok wajib membangkitkan dan mengevaluasi sekurang-kurangnya tiga alternatif solusi yang berbeda secara substansial, bukan variasi minor dari satu konsep yang sama.

3.5.3 Asesmen Bertahap dan Iteratif

Solusi terbaik ditentukan melalui asesmen bertahap dan berulang terhadap beberapa alternatif solusi. Penentuan solusi terbaik menggunakan matriks keputusan dengan kriteria dan pembobotan yang ditetapkan di muka, misalnya melalui decision matrix atau analytical hierarchy process. Bobot kriteria wajib ditetapkan

sebelum penilaian alternatif dilakukan, dan perubahan bobot di kemudian hari harus disertai justifikasi tertulis.

Tabel 3.2 Contoh Kerangka Matriks Keputusan Pemilihan Alternatif Solusi

Kriteria	Bobot	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Dasar Penilaian
Resolusi dan kedalaman penetrasi target	25%				Hasil pemodelan sintetik
Estimasi biaya akuisisi dan pemrosesan	20%				Rencana anggaran biaya
Kelayakan operasional dan aksesibilitas lokasi	15%				Survei pendahuluan/peta
Aspek K3L dan risiko operasi	15%				Job safety analysis
Dampak lingkungan dan sosial	15%				Matriks dampak
Kesesuaian dengan standar dan regulasi	10%				Daftar standar acuan
Total	100%				

Kriteria dan bobot pada Tabel 3.2 adalah ilustrasi kerangka, bukan ketentuan baku. Setiap kelompok wajib menetapkan kriteria dan bobotnya sendiri sesuai konteks permasalahan, disertai justifikasi.

3.6 Standar Keteknikan dan Batasan Realistik

Setiap proyek wajib mengutip standar keteknikan yang relevan dan mendokumentasikan batasan realistis yang dipertimbangkan. Daftar berikut merupakan contoh kategori acuan yang lazim digunakan pada praktik keprofesian geofisika di Indonesia.

- Standar nasional dan internasional: Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk penyelidikan geoteknik dan kebencanaan, standar ISO untuk sistem manajemen mutu dan lingkungan, standar ASTM untuk metode pengujian geofisika permukaan dan lubang bor, serta pedoman API untuk operasi hulu migas.
- Pedoman teknis instansi berwenang: pedoman kementerian dan badan teknis terkait di bidang energi, sumber daya mineral, kebencanaan, meteorologi dan geofisika, serta lingkungan hidup.
- Batasan realistis wajib: biaya, waktu, keselamatan dan kesehatan kerja, dampak lingkungan, keberlanjutan, aspek sosial-budaya dan perizinan lahan, serta etika keprofesian.

BAB IV TAHAPAN PELAKSANAAN

Siklus pelaksanaan *Capstone Design* mensimulasikan siklus pengembangan produk di dunia industri. Tahapan berikut merupakan struktur minimum yang wajib dijalankan, dengan penyesuaian durasi menurut skema penempatan yang dipilih.

4.1 Tahapan Siklus Perancangan

Tabel 4.1 Tahapan Siklus Perancangan dan Luaran Antara

Tahap	Nama Tahap	Aktivitas Pokok	Luaran Antara
Tahap 1	Definisi Proyek dan Spesifikasi	Identifikasi kebutuhan dan pemangku kepentingan; perumusan pernyataan masalah; penerjemahan kebutuhan menjadi spesifikasi teknis yang terukur; penetapan batasan realistis dan standar acuan.	Dokumen definisi proyek dan daftar spesifikasi teknis terukur.
Tahap 2	Analisis dan Riset	Pengumpulan dan penilaian mutu data sekunder; kajian literatur teknis; analisis kondisi geologi dan geofisika area studi; identifikasi ketidakpastian.	Laporan analisis data awal dan basis data proyek.
Tahap 3	Desain Konsep	Pembangkitan minimal tiga alternatif solusi multi-metode; penilaian awal kelayakan; pemilihan alternatif melalui matriks keputusan berbobot.	Dokumen alternatif solusi dan matriks keputusan terisi.
Tahap 4	Desain Detail	Pengembangan rancangan terpilih secara rinci; penetapan parameter teknis; penyusunan rencana anggaran biaya, jadwal, dan rencana K3L; pemodelan sintetik atau simulasi.	<i>Engineering blueprint</i> atau dokumen rancangan detail beserta lampiran teknis.
Tahap 5	Pengujian dan Evaluasi	Pengujian rancangan melalui pemodelan maju, uji sensitivitas, uji lapangan skala terbatas, atau validasi terhadap data pembandingan; evaluasi terhadap spesifikasi awal.	Laporan pengujian, analisis sensitivitas, dan rekomendasi penyempurnaan.
Tahap 6	Komunikasi dan Penyerahan	Penyusunan laporan akhir; presentasi di hadapan panel penilai; penyerahan seluruh artefak dan basis data proyek.	Laporan akhir, materi presentasi, poster teknis, dan arsip proyek.

4.2 Milestone dan Titik Asesmen

Program studi wajib menetapkan sekurang-kurangnya empat titik asesmen formatif sepanjang pelaksanaan proyek. Setiap titik asesmen menghasilkan umpan balik tertulis yang wajib ditindaklanjuti pada iterasi berikutnya, dan tindak lanjut tersebut menjadi objek penilaian tersendiri.

Tabel 4.2 Contoh Peta *Milestone* pada Skema Tunggal (16 Minggu)

Minggu	Milestone	Bukti yang Dinilai	Bentuk Asesmen
1–3	M1 – Kelayakan Proposal	Proposal proyek, pernyataan masalah, spesifikasi awal, kontrak kerja kelompok.	Reviu proposal dan presentasi singkat.

4–7	M2 – Desain Konsep	Tiga alternatif solusi, matriks keputusan berbobot, justifikasi pemilihan.	<i>Design review</i> I oleh panel dosen.
8–12	M3 – Desain Detail	Rancangan detail, parameter teknis, RAB, jadwal, rencana K3 dan lingkungan.	<i>Design review</i> II, disarankan melibatkan penilai industri.
13–15	M4 – Pengujian dan Evaluasi	Hasil pemodelan/simulasi/uji terbatas, analisis sensitivitas, revisi rancangan.	Reviu teknis dan verifikasi terhadap spesifikasi awal.
16	M5 – Penyerahan Akhir	Laporan akhir, presentasi, poster, arsip data dan kode.	Sidang panel dan penilaian sumatif.

Contoh pelaksanaan dua semester: pada skema terbagi, milestone M1 sampai M2 diselesaikan pada semester 7 dan milestone M3 sampai M5 pada semester 8, dengan tambahan satu titik reviu transisi pada awal semester 8 untuk memvalidasi kesinambungan rancangan.

4.3 Peran dan Tanggung Jawab

Pihak	Tanggung Jawab
Koordinator Mata Kuliah	Menetapkan jadwal dan <i>milestone</i> ; menjamin konsistensi penerapan rubrik; mengelola arsip bukti asesmen; menyusun laporan evaluasi mata kuliah pada akhir semester.
Dosen Pembimbing	Memfasilitasi proses perancangan; memberi umpan balik tertulis pada tiap <i>milestone</i> ; memverifikasi <i>logbook</i> ; menilai komponen proses dan kontribusi individual.
Panel Penilai	Menilai <i>design review</i> dan sidang akhir berdasarkan rubrik; memberi rekomendasi perbaikan rancangan. Disarankan terdiri atas sekurang-kurangnya satu dosen di luar pembimbing.
Mitra Industri atau Instansi	Memberi masukan atas realisme permasalahan dan kelayakan rancangan; berpartisipasi sebagai penilai eksternal. Bersifat dianjurkan, bukan wajib.
Kelompok Mahasiswa	Merumuskan permasalahan; menjalankan siklus perancangan; memelihara <i>logbook</i> dan basis data proyek; menyerahkan seluruh luaran sesuai jadwal.

BAB V PANDUAN AKADEMIK DAN MATRIKS ASESMEN

5.1 Kewajiban Penyediaan Panduan

Setiap program studi wajib memiliki dokumen panduan pelaksanaan *Capstone Design* dan matriks (rubrik) asesmen yang disahkan secara formal. Kedua dokumen tersebut menjadi bukti utama pemenuhan kriteria akreditasi terkait perancangan rekayasa. Struktur minimum panduan pelaksanaan adalah sebagai berikut.

1. Ketentuan umum: penempatan, bobot, prasyarat, dan status kelulusan.
2. Tata cara pembentukan kelompok dan penetapan peran.
3. Tata cara pengajuan dan persetujuan proposal permasalahan.
4. Jadwal, *milestone*, dan tata cara *design review*.
5. Format luaran: proposal, *logbook*, laporan akhir, poster, dan arsip data.
6. Rubrik asesmen beserta pemetaannya ke capaian pembelajaran lulusan.
7. Ketentuan integritas akademik, kepemilikan data, dan kerahasiaan data mitra.
8. Mekanisme penanganan sengketa kelompok dan perbaikan nilai.

5.2 Komposisi Penilaian

Komposisi berikut merupakan acuan yang dapat disesuaikan program studi, dengan syarat komponen proses tidak lebih kecil dari komponen luaran akhir, agar sifat iteratif perancangan benar-benar terukur.

Tabel 5.1 Acuan Komposisi Penilaian

Komponen	Sifat	Bobot Acuan	Instrumen
Proposal dan definisi masalah (M1)	Kelompok	10%	Rubrik R1
Desain konsep dan pemilihan alternatif (M2)	Kelompok	20%	Rubrik R2
Desain detail dan batasan realistis (M3)	Kelompok	20%	Rubrik R3
Pengujian, evaluasi, dan iterasi (M4)	Kelompok	15%	Rubrik R4
Laporan akhir dan presentasi (M5)	Kelompok	20%	Rubrik R5
Kontribusi individual dan kerja tim	Individual	15%	Rubrik R6, <i>logbook</i> , penilaian sejawat
Total		100%	

5.3 Matriks Asesmen (Rubrik)

Rubrik menggunakan empat tingkat kinerja. Ambang batas kelulusan mata kuliah ditetapkan pada tingkat Cukup untuk seluruh kriteria wajib; kegagalan pada satu kriteria wajib mengharuskan perbaikan sebelum nilai akhir diterbitkan. Rubrik ini dapat disesuaikan dengan kondisi masing – masing Program Studi.

Tingkat	Deskripsi Umum
4 – Sangat Baik	Melampaui ekspektasi; keputusan perancangan dijustifikasi secara kuantitatif dan tertelusur; kualitas setara praktik profesional awal.

3 – Baik	Memenuhi seluruh ekspektasi; justifikasi memadai dengan sedikit kelemahan yang tidak mendasar.
2 – Cukup	Memenuhi ekspektasi minimum; terdapat kelemahan justifikasi atau kelengkapan yang perlu perbaikan.
1 – Kurang	Belum memenuhi ekspektasi minimum; diperlukan pengerjaan ulang.

Tabel 5.2 Matriks Asesmen *Capstone Design Teknik Geofisika*

Kode	Kriteria	Aspek yang Dinilai	4 Sangat Baik	3 Baik	2 Cukup	1 Kurang
R1	Perumusan masalah dan spesifikasi	Kejelasan pernyataan masalah, identifikasi pemangku kepentingan, dan penerjemahan kebutuhan menjadi spesifikasi teknis yang terukur.	Masalah dirumuskan tajam; seluruh spesifikasi terukur dan dapat diverifikasi.	Masalah dirumuskan dengan cukup jelas; sebagian besar spesifikasi terukur.	Masalah dirumuskan umum; sebagian spesifikasi belum terukur.	Masalah kabur; spesifikasi tidak terukur.
R2	Kompleksitas dan multidisiplinaritas	Pemenuhan kriteria kompleksitas dan integrasi lebih dari satu metode geofisika secara teknis.	Integrasi antarmetode dijelaskan secara kuantitatif dan saling menguatkan.	Integrasi antarmetode dijelaskan dengan memadai.	Metode digunakan bersamaan namun integrasinya lemah.	Hanya satu metode digunakan atau integrasi tidak ada.
R3	Pembangkitan dan evaluasi alternatif	Jumlah dan keragaman alternatif, serta ketepatan penggunaan matriks keputusan berbobot.	Alternatif beragam dan substansial; bobot dan skor dijustifikasi dengan data.	Tiga alternatif jelas; matriks keputusan digunakan dengan benar.	Alternatif kurang beragam; justifikasi bobot lemah.	Alternatif tidak memadai atau pemilihan tanpa dasar.
R4	Penerapan standar keteknikan	Ketepatan pemilihan dan penerapan standar/regulasi acuan pada rancangan.	Standar dikutip tepat dan diterapkan secara eksplisit pada parameter rancangan.	Standar dikutip dan diterapkan pada sebagian besar rancangan.	Standar dikutip namun penerapannya belum terlihat.	Tidak ada rujukan standar.
R5	Batasan realistis	Pertimbangan biaya, waktu, K3, lingkungan, keberlanjutan, sosial, dan etika.	Seluruh batasan dianalisis kuantitatif dan memengaruhi keputusan rancangan.	Sebagian besar batasan dianalisis dan memengaruhi rancangan.	Batasan disebutkan namun analisisnya dangkal.	Batasan tidak dipertimbangkan.
R6	Iterasi dan tindak lanjut umpan balik	Bukti penyempurnaan rancangan antar <i>milestone</i>	Iterasi terdokumentasi lengkap dengan justifikasi	Iterasi terlihat dan umpan balik	Iterasi terbatas; sebagian umpan balik tidak	Tidak ada bukti iterasi.

		berdasarkan hasil evaluasi.	perubahan tiap siklus.	ditindaklanjuti .	ditindaklanjuti .	
R7	Kualitas luaran rancangan	Kelengkapan dan ketepatan teknis <i>blueprint</i> , model, prototipe, atau metode beserta spesifikasinya.	Luaran lengkap, presisi, dan siap diimplementasikan .	Luaran lengkap dengan kekurangan minor.	Luaran memenuhi minimum namun kurang rinci.	Luaran tidak lengkap atau tidak dapat diimplementasikan .
R8	Komunikasi teknis	Kualitas laporan, presentasi, visualisasi data, dan kemampuan menjawab pertanyaan panel.	Komunikasi jernih, terstruktur, dan persuasif secara teknis.	Komunikasi jelas dan terstruktur.	Komunikasi memadai namun kurang terstruktur.	Komunikasi sulit diikuti.
R9	Kerja tim dan kontribusi individual	Pemenuhan peran, kolaborasi, dan tanggung jawab individual.	Kontribusi merata dan peran dijalankan melampaui ekspektasi.	Kontribusi merata dan peran dijalankan dengan baik.	Kontribusi tidak merata namun proyek tetap berjalan.	Kontribusi minim atau mengganggu kerja kelompok.
R10	Etika dan integritas akademik	Kejujuran data, pengakuan sumber, dan kepatuhan pada kerahasiaan data mitra.	Etika dijalankan penuh dan didiskusikan secara reflektif dalam laporan.	Etika dijalankan penuh.	Terdapat kelalaian minor dalam pengutipan atau pengelolaan data.	Terdapat pelanggaran integritas akademik.

5.4 Pemetaan ke Capaian Pembelajaran Lulusan

Setiap kriteria rubrik wajib dipetakan ke butir capaian pembelajaran lulusan program studi. Pemetaan berikut merupakan kerangka acuan; program studi menyesuaikan penomoran butir CPL sesuai dokumen kurikulumnya masing-masing.

Tabel 5.3 Contoh Kerangka Pemetaan Rubrik terhadap Capaian Pembelajaran

Kode Rubrik	Domain Capaian Pembelajaran	Bukti Asesmen
R1, R2, R3	Kemampuan mengidentifikasi, memformulasikan, dan memecahkan permasalahan rekayasa kompleks.	Proposal, dokumen spesifikasi, matriks keputusan.
R4, R5, R7	Kemampuan merancang solusi dengan mempertimbangkan standar keteknikan serta aspek kesehatan, keselamatan, lingkungan, ekonomi, sosial, dan keberlanjutan.	Dokumen desain detail, RAB, rencana K3, matriks dampak lingkungan.
R6	Kemampuan melakukan eksperimen, menganalisis, dan menafsirkan data untuk menyempurnakan rancangan.	Laporan pengujian, analisis sensitivitas, <i>logbook</i> iterasi.
R8	Kemampuan berkomunikasi secara efektif dengan berbagai kalangan.	Laporan akhir, materi presentasi, poster, rekaman sidang.

R9	Kemampuan bekerja dalam tim yang menetapkan tujuan, merencanakan tugas, dan memenuhi target.	Kontrak kerja kelompok, <i>logbook</i> , hasil penilaian sejawat.
R10	Kemampuan mengenali tanggung jawab etika dan profesional serta membuat pertimbangan berdasar dampaknya.	Bab etika dalam laporan, pernyataan integritas, berita acara.

5.5 Dokumen Bukti untuk Akreditasi

Program studi wajib mengarsipkan bukti berikut sekurang-kurangnya untuk tiga angkatan terakhir, dalam bentuk yang mudah ditelusuri saat asesmen lapangan.

- Panduan pelaksanaan dan rubrik asesmen yang telah disahkan, beserta riwayat revisinya.
- Rencana Pembelajaran Semester yang memuat pemetaan capaian pembelajaran.
- Sampel pekerjaan mahasiswa (student work) pada tingkat kinerja tinggi, sedang, dan rendah untuk setiap angkatan.
- Rekapitulasi hasil asesmen per kriteria rubrik beserta analisis pencapaiannya.
- Berita acara *design review* dan sidang akhir, termasuk umpan balik tertulis.
- Laporan evaluasi mata kuliah dan rekaman tindak lanjut perbaikan (closing the loop).

BAB VI CONTOH PENERAPAN DALAM TEKNIK GEOFISIKA

Contoh berikut disajikan sebagai ilustrasi pemenuhan kriteria kompleksitas, multidisiplinaritas, dan keterbukaan solusi. Contoh ini bukan daftar topik wajib dan tidak dimaksudkan membatasi ruang usulan mahasiswa.

Contoh 1 Perancangan Program Survei Terpadu untuk Karakterisasi Situs Penyimpanan CO₂

Rumusan Masalah	Merancang program survei geofisika terpadu untuk mengevaluasi kelayakan suatu formasi sebagai target penyimpanan CO ₂ , termasuk perancangan sistem pemantauan pasca-injeksi.
Metode Terpadu	Seismik refleksi 3D atau 2D resolusi tinggi, gayaberat mikro untuk pemantauan perubahan massa, <i>well logging</i> dan analisis petrofisika, serta pemodelan <i>rock physics</i> untuk memprediksi respons seismik akibat substitusi fluida.
Alternatif Solusi	Alternatif konfigurasi pemantauan: seismik permukaan berulang (<i>time-lapse</i>), pemantauan berbasis sumur (VSP/DAS), atau kombinasi gayaberat mikro dan geolistrik permukaan.
Batasan Realistis	Biaya akuisisi berulang, perizinan lahan, keselamatan operasi dekat pemukiman, sensitivitas metode terhadap perubahan saturasi minimum yang harus terdeteksi, dan persyaratan regulasi pemantauan.
Luaran Rancangan	<i>Blueprint</i> program survei dan rencana pemantauan, mencakup parameter akuisisi, tata letak, jadwal, RAB, ambang deteksi minimum, dan rencana K3L.

Contoh 2 Perancangan Sistem Investigasi Geofisika untuk Mitigasi Bahaya Longsor pada Ruas Jalan

Rumusan Masalah	Merancang sistem investigasi bawah permukaan untuk mengidentifikasi bidang gelincir dan zona jenuh air pada lereng kritis, serta merancang skema pemantauan dini.
Metode Terpadu	Geolistrik resistivitas 2D/3D, seismik refraksi dan analisis gelombang permukaan (MASW) untuk profil kecepatan gelombang geser, elektromagnetik frekuensi rendah, serta korelasi dengan uji geoteknik.
Alternatif Solusi	Konfigurasi elektroda dan panjang bentangan yang berbeda; kombinasi resistivitas-MASW versus resistivitas-refraksi; skema pemantauan periodik versus permanen berbasis sensor.
Batasan Realistis	Akses medan terjal, keterbatasan waktu operasi pada musim hujan, keselamatan tim di lereng tidak stabil, anggaran instansi pengelola jalan, dan kebutuhan hasil yang dapat dipahami pemangku kepentingan non-teknis.
Luaran Rancangan	Rancangan detail program investigasi dan sistem peringatan dini, mencakup peta rencana lintasan, spesifikasi instrumen, protokol K3, dan kriteria ambang peringatan.

Contoh 3 Perancangan Strategi Eksplorasi Panas Bumi pada Wilayah dengan Data Terbatas

Rumusan Masalah	Merancang strategi eksplorasi bertahap untuk mendelineasi sistem panas bumi dan menentukan lokasi sumur eksplorasi pertama pada area dengan ketersediaan data yang minim.
------------------------	---

Metode Terpadu	Magnetotellurik untuk pemetaan lapisan penudung konduktif, gayabarat untuk delineasi struktur dan densitas, geomagnetik untuk identifikasi zona demagnetisasi, serta integrasi dengan data geokimia manifestasi permukaan dan geologi struktur.
Alternatif Solusi	Prioritas urutan metode dan kerapatan titik pengukuran yang berbeda; skenario eksplorasi hemat biaya bertahap versus skenario akuisisi terpadu sekaligus.
Batasan Realistis	Anggaran eksplorasi bertahap, medan hutan lindung dan perizinan kawasan, risiko gas beracun di area manifestasi, dampak sosial terhadap masyarakat sekitar, dan target waktu pengambilan keputusan investasi.
Luaran Rancangan	Dokumen strategi eksplorasi dan rekomendasi lokasi sumur, mencakup model konseptual sistem panas bumi, peta rencana akuisisi, analisis risiko, dan estimasi biaya per tahap.

Contoh 4 Perancangan Alur Kerja Karakterisasi Reservoir Berbasis Inversi Seismik dan Data Sumur

Rumusan Masalah	Merancang alur kerja terpadu untuk memprediksi distribusi properti reservoir dan mengurangi ketidakpastian penempatan sumur pengembangan.
Metode Terpadu	Inversi seismik (<i>post-stack</i> dan <i>pre-stack</i>), analisis AVO, pemodelan <i>rock physics</i> , analisis petrofisika dari data sumur, dan pemodelan statis reservoir.
Alternatif Solusi	Skema inversi deterministik versus stokastik; penggunaan atribut AVO yang berbeda; strategi pengelolaan ketidakpastian melalui multi-realisisasi versus skenario tunggal terkalibrasi.
Batasan Realistis	Kualitas dan cakupan data seismik yang tersedia, jumlah sumur kalibrasi yang terbatas, waktu komputasi, biaya perangkat lunak, serta tingkat keyakinan minimum yang dipersyaratkan untuk keputusan pengeboran.
Luaran Rancangan	Dokumen rancangan alur kerja beserta purwarupa perangkat lunak atau <i>notebook</i> terdokumentasi, peta prediksi properti reservoir, dan kuantifikasi ketidakpastian.

Contoh 5 Perancangan Instrumen dan Protokol Akuisisi Geofisika Berbiaya Rendah untuk Kebutuhan Komunitas

Rumusan Masalah	Merancang instrumen akuisisi geofisika sederhana beserta protokol operasinya untuk keperluan pemetaan air tanah atau investigasi dangkal di daerah dengan keterbatasan sumber daya.
Metode Terpadu	Rancangan sistem geolistrik atau seismik ringan, pemrosesan sinyal, kalibrasi terhadap instrumen standar, serta validasi terhadap data pembanding.
Alternatif Solusi	Arsitektur perangkat keras yang berbeda; strategi kalibrasi laboratorium versus kalibrasi lapangan; pilihan antara instrumen mandiri dan modul tambahan pada perangkat yang sudah ada.
Batasan Realistis	Batas biaya material, ketersediaan komponen di pasar lokal, keselamatan kelistrikan bagi operator awam, ketahanan terhadap kondisi iklim tropis, dan kemudahan pemeliharaan oleh pengguna non-ahli.
Luaran Rancangan	Prototipe fisik beserta skema rangkaian, spesifikasi teknis, hasil uji kalibrasi, panduan operasi, dan analisis biaya.

6.6 Contoh Topik yang Tidak Memenuhi Kriteria

Untuk menghindari kekeliruan yang lazim terjadi, berikut adalah jenis topik yang tidak memenuhi kriteria *Capstone Design* beserta alasannya.

Topik	Alasan Tidak Memenuhi
Pemrosesan ulang satu lintasan data seismik dengan perangkat lunak standar.	Bersifat prosedural dan tertutup; hanya satu metode; tidak menghasilkan rancangan.
Kajian literatur mengenai perkembangan metode inversi.	Tidak menghasilkan luaran rancangan berwujud dan tidak melibatkan siklus perancangan.
Interpretasi struktur bawah permukaan dari satu peta anomali gravitasi.	Metode tunggal; tidak memuat alternatif solusi; tidak mempertimbangkan batasan realistis.
Perbandingan akurasi dua algoritma pada data sintetik tanpa konteks aplikasi.	Lebih sesuai sebagai penelitian Tugas Akhir; tidak menghasilkan rancangan solusi bagi permasalahan nyata.

BAB VII KETENTUAN PENUTUP

7.1 Masa Transisi

Program studi yang belum menyelenggarakan mata kuliah *Capstone Design* sesuai ketentuan dalam dokumen ini diberi kesempatan melakukan penyesuaian pada siklus peninjauan kurikulum berikutnya. Program studi yang telah menyelenggarakan dengan bentuk berbeda wajib melakukan pemetaan kesenjangan (*gap analysis*) terhadap ketentuan dokumen ini dan menyusun rencana penyesuaian.

7.2 Fleksibilitas dan Kekhasan Program Studi

Dokumen ini menetapkan persyaratan minimum. Program studi diberi keleluasaan untuk memperkaya penyelenggaraan sesuai kekhasan sumber daya, kemitraan industri, dan fokus keilmuannya, sepanjang tidak menurunkan pemenuhan ketentuan minimum.

7.3 Peninjauan Dokumen

Dokumen ini ditinjau sekurang-kurangnya setiap dua tahun oleh Bidang Kurikulum FPPGI, atau lebih cepat apabila terdapat perubahan kriteria pada LAM Teknik, IABEE, atau ABET. Masukan dari program studi anggota disampaikan melalui forum resmi FPPGI.

7.4 Catatan Keterbatasan Dokumen

Beberapa hal berikut perlu diperhatikan pengguna dokumen ini:

- Rangkuman kriteria akreditasi pada Bab II bersifat substantif dan tidak menggantikan dokumen kriteria resmi. Nomor kriteria dan redaksi resmi memerlukan verifikasi terhadap versi terbaru masing-masing badan akreditasi.
- Nomor dan tahun terbit standar keteknikan tidak dicantumkan karena berpotensi berubah; verifikasi dilakukan pada saat pelaksanaan proyek.
- Komposisi bobot penilaian dan peta *milestone* bersifat acuan, bukan ketentuan mengikat, dan perlu dikalibrasi terhadap pengalaman penyelenggaraan masing-masing program studi.
- Efektivitas ketentuan dalam dokumen ini perlu dievaluasi secara empiris setelah sekurang-kurangnya dua siklus penyelenggaraan sebelum dianggap mapan.

Ditetapkan di Lokakarya FPPGI

24 Juli 2026

 Ketua FPPGI

Dr. Ir. Sudarmaji, S.Si., M.Si