



BMPTTSI
Badan Musyawarah
Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia
Board of Indonesian Civil Engineering
Higher Education Communication
(BICEHEC)



PANDUAN KURIKULUM

OUTCOME BASED EDUCATION (OBE)
PROGRAM SARJANA TEKNIK SIPIL

2023

TIM PENYUSUN

Pengarah:

Prof. Ir. Muhamad Abduh, MT, Ph.D. (Institut Teknologi Bandung)

Koordinator Tim Penyusun Panduan Kurikulum OBE:

Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., AER (Universitas Hasanuddin)

Sekretaris:

Data Iranata, ST., MT., Ph.D (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Anggota Tim:

1. Dr. Dyah Ari Wulandari (Universitas Diponegoro)
2. Dr. T. Juang Akbardin, ST., MT. (Universitas Pendidikan Indonesia)
3. Dr. M. Asad Abdurrachman, ST., M.Eng.Sc. (Universitas Hasanuddin)
4. Dr. Abdul Gaus, ST., MT. (Universitas Khairun)
5. Ir. Berlian Kushari, ST., M.Eng., IPM. ASEAN. Eng. (Universitas Islam Indonesia)
6. Prof. Ir. Putu Alit Suthanaya, ST., M.Eng.Sc., PhD. (Universitas Udayana)
7. Dr. Ruddy Kurniawan, ST., MT (Universitas Andalas)
8. Ayomi Dita Rarasati, ST., MT., Ph.D (Universitas Indonesia)
9. Dr. Elsa Tri Mukti, ST., MT (Universitas Tanjungpura)
10. Dr. Eng. Ir. Bambang Bakri, ST., MT (Universitas Hasanuddin)

Tim Sekretariat:

1. Dr. Eng. Fakhruddin, ST., M.Eng. (Universitas Hasanuddin)
2. Ir. Hajriyanti Yatmar, ST., M.Eng. (Universitas Hasanuddin)

DAFTAR ISI

TIM PENYUSUN	ii
DAFTAR ISI	iii
KATA PENGANTAR	iv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 DASAR ACUAN DAN PEDOMAN KURIKULUM	4
BAB 3 RUMUSAN PROFIL PROFESIONAL MANDIRI (PPM) PROGRAM SARJANA TEKNIK SIPIL	5
3.1. Metode Perumusan Profil Profesional Mandiri (PPM)	5
3.2. Rumusan Profil Profesional Mandiri (PPM) Sarjana Teknik Sipil	6
BAB 4 RUMUSAN CAPAIAN PEMBELAJARAN	7
4.1. International Engineering Alliances (IEA)	8
4.2. IABEE	13
BAB 5 RUMUSAN KURIKULUM	15
5.1. Batang Tubuh Keilmuan Teknik Sipil	15
5.2. Struktur Kurikulum	18
BAB 6 RUMUSAN INDIKATOR KINERJA CAPAIAN PEMBELAJARAN	20
BAB 7 RUMUSAN CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH	23
BAB 8 PENETAPAN METODE PEMBELAJARAN	36
8.1 Metode Pembelajaran Berpusat pada Mahasiswa	36
8.2 Strategi Pemilihan Metode Pembelajaran	44
BAB 9 STRATEGI DAN METODE ASESMEN	46
9.1. Pengukuran Hasil Pembelajaran Matakuliah	46
9.2. Pengukuran Pemenuhan Capaian Pembelajaran	48
BAB 10 PERBAIKAN BERKELANJUTAN (CONTINUAL IMPROVEMENT)	62
BAB 11 TANTANGAN PEMBELAJARAN KEDEPANNYA	62
DAFTAR PUSTAKA	66

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, kami dapat menyelesaikan penyusunan Buku Panduan Kurikulum *Outcome Based Education* (OBE) Program Sarjana Teknik Sipil Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI) Edisi Pertama.

Buku panduan ini disusun sebagai acuan bagi perguruan tinggi dalam mengembangkan kurikulum OBE untuk program sarjana teknik sipil. Kurikulum OBE merupakan kurikulum yang berfokus pada hasil belajar (*outcomes*) yang diharapkan dapat dicapai oleh mahasiswa setelah menyelesaikan program studinya.

Pengembangan kurikulum OBE ini merupakan salah satu upaya BMPTTSSI dalam meningkatkan mutu pendidikan teknik sipil di Indonesia. Kurikulum OBE diharapkan dapat menghasilkan lulusan yang memiliki kompetensi yang sesuai dengan kebutuhan industri dan masyarakat.

Pengembangan kurikulum OBE ini melibatkan berbagai pihak, mulai dari perguruan tinggi, asosiasi profesi, dan industri. Kami mengucapkan terima kasih atas dukungan dan kontribusi dari semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku panduan ini.

Kami menyadari bahwa buku panduan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharapkan masukan dan saran dari berbagai pihak untuk penyempurnaan buku panduan ini di masa yang akan datang.

Semoga buku panduan ini dapat bermanfaat bagi perguruan tinggi dalam mengembangkan kurikulum OBE untuk program sarjana teknik sipil.

Balikpapan, 17 November 2023
Ketua BMPTTSSI



Prof. Ir. Muhamad Abduh, MT, Ph.D.

BAB 1

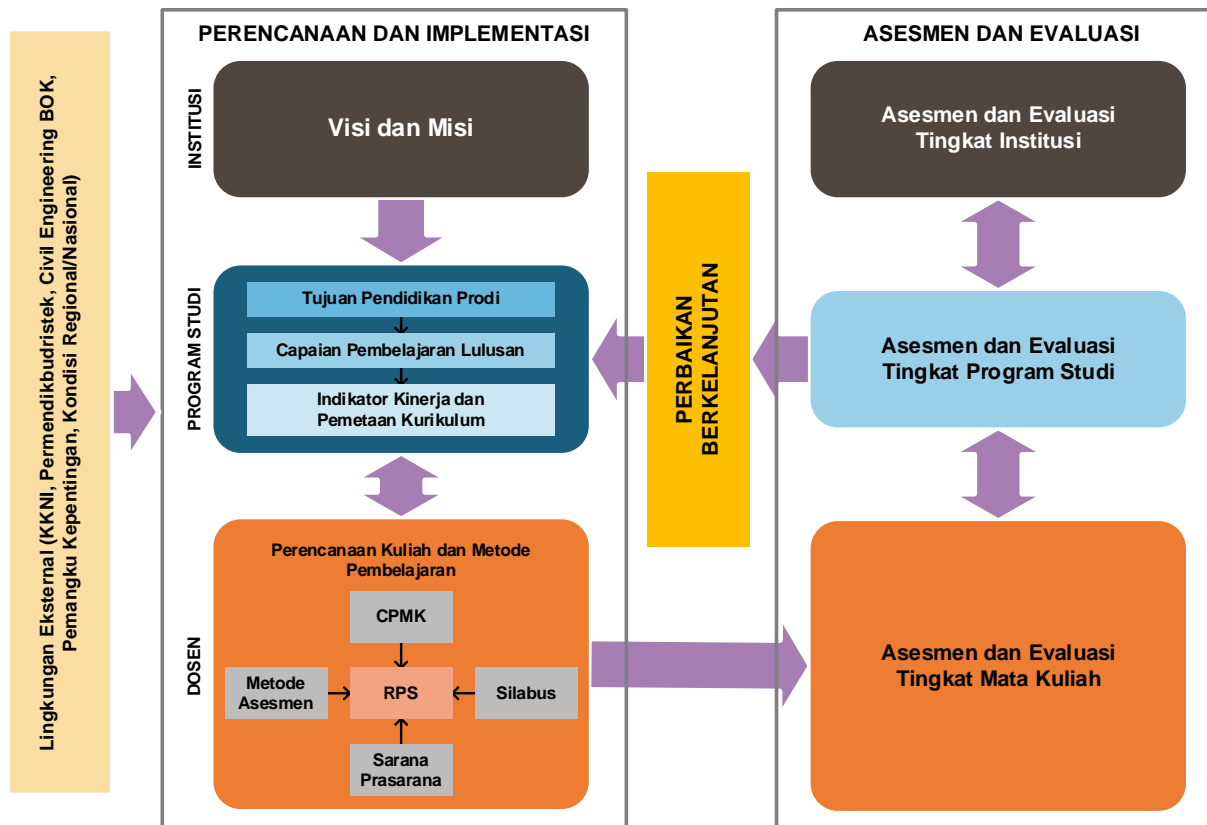
PENDAHULUAN

Saat ini, percepatan penggunaan teknologi dan laju inovasi dalam proses produksi berkembang dengan sangat cepat, menciptakan kesenjangan antara dunia pendidikan, kebutuhan Sumber Daya Manusia (SDM) di dunia kerja, dan masyarakat. Tantangan utama dalam pendidikan abad ke-21 adalah menentukan peran dan strategi untuk mengatasi kesenjangan antara proses pendidikan di Perguruan Tinggi dengan kebutuhan dunia kerja dan tuntutan inovasi. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengakomodasi pendidikan abad ke-21 adalah *Outcome-Based Education* (OBE). OBE merupakan pendidikan berbasis pada Capaian Pembelajaran dengan mengacu Tujuan Pendidikan Prodi yang telah dirumuskan. Prinsip OBE adalah keselarasan konstruktif dari Capaian Pembelajaran, metode pembelajaran, dan penilaian, yang merupakan proses pengembangan berkelanjutan dengan mengikuti siklus PDCA (*Plan-Do-Check-Act*).

OBE merupakan suatu pendekatan yang menitikberatkan pada kelangsungan proses pembelajaran yang inovatif, interaktif, dan efektif. Pendekatan OBE mencakup seluruh aspek proses pendidikan, mulai dari perancangan kurikulum, perumusan tujuan/profil lulusan dan rumusan capaian pembelajaran, strategi pendidikan, metode pembelajaran, prosedur penilaian, hingga lingkungan pendidikan secara keseluruhan dengan menjalankan prinsip-prinsip sebagai berikut:

1. Berfokus pada pencapaian tujuan pendidikan prodi dan capaian pembelajaran
Perumusan tujuan pendidikan prodi dengan mempertimbangkan berbagai kondisi eksternal dalam menetapkan kompetensi yang perlu dimiliki lulusan saat memulai karirnya. Selanjutnya prodi menetapkan butir-butir capaian pembelajaran lulusan dengan berdasarkan pada tujuan pendidikan prodi yang hendak diwujudkan.
2. Perancangan kurikulum berbasis capaian pembelajaran (*outcome-based curriculum*)
Kurikulum berbasis outcome memiliki fokus utama pada hasil yang diinginkan dari proses pembelajaran, bukan hanya pada materi atau kegiatan pembelajaran itu sendiri. Dengan kata lain, pendekatan ini menekankan pada pencapaian keterampilan, pengetahuan, dan sikap yang dapat diukur dan diamati secara konkret. Kurikulum disusun dengan pertimbangan bagaimana lulusan dapat memenuhi capaian pembelajaran yang telah ditetapkan. Capaian pembelajaran lulusan di tingkat program studi kemudian akan diturunkan menjadi capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK).
3. Keselarasan antara proses pembelajaran dan capaian pembelajaran (*outcome-based teaching and learning*)
Salah satu hal yang signifikan dalam OBE adalah keselarasan dalam memilih bentuk dan metode pembelajaran yang akan diterapkan oleh dosen dan mahasiswa untuk mencapai CPL yang telah ditentukan. Dalam kerangka OBE, pertanyaan kunci adalah sejauh mana bentuk dan metode pembelajaran yang dipilih dapat efektif dalam pemenuhan CPL
4. Penilaian berbasis hasil (*outcome-based assessment*)

Penilaian tidak hanya berfokus pada sejauh mana mahasiswa menguasai bahan kajian mata kuliah. Namun merupakan suatu metode penilaian dan evaluasi yang dilaksanakan untuk memverifikasi pemenuhan CPL oleh mahasiswa. Data mengenai pemenuhan CPL tersebut nantinya dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran secara berkelanjutan (*continues improvement*).



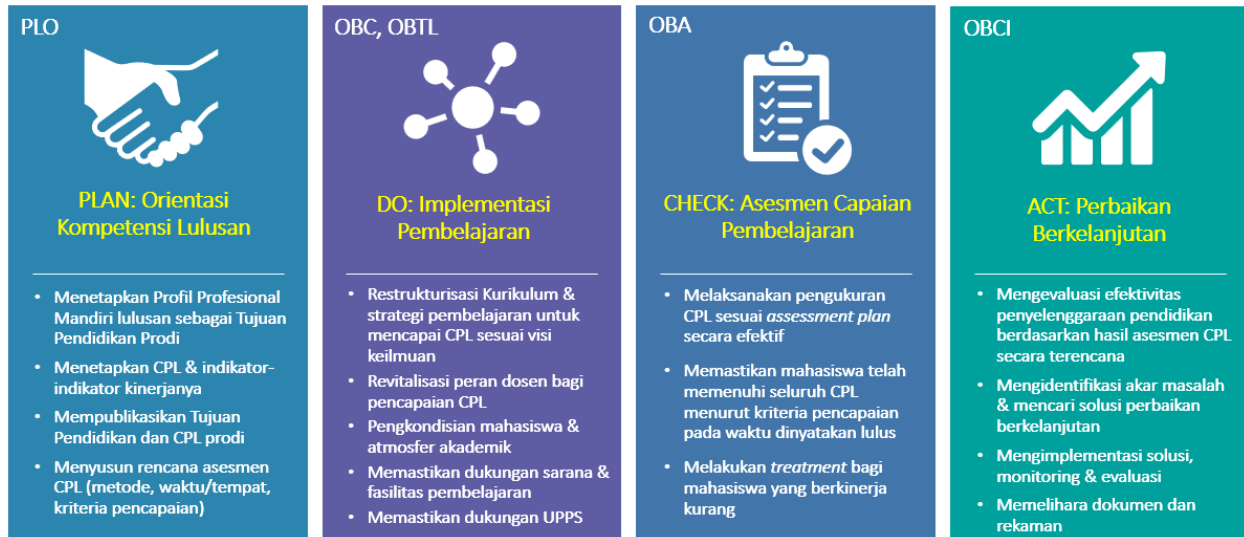
Gambar 1.1. Kerangka Kerja Outcome Based Education

Langkah-Langkah Implementasi OBE dalam kerangka PDCA (Plan-Do-Check Action) diuraikan sebagai berikut:

1. Perencanaan
 - a. Kondisi eksternal: Regulasi dan pedoman di tingkat nasional maupun internasional, masukan pemangku kepentingan, kondisi lingkungan eksternal.
 - b. Universitas/Fakultas: Visi dan Misi.
 - c. Program Studi: Penyusunan Tujuan Pendidikan Prodi dan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) di tingkat program studi yang disertai indikator kinerja dan pemetaan kurikulum.
 - d. Dosen: Penyusunan RPS yang meliputi Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), silabus, metode pembelajaran, dan metode penilaian berbasis outcome.
2. Pelaksanaan yang memperhatikan:
 - a. Metode pembelajaran yang selaras dengan CPL
 - b. Materi perkuliahan
 - c. Keragaman sumber belajar
 - d. Sarana dan prasarana
3. Monitoring dan Evaluasi yang dilakukan:

- a. Secara terjadwal
- b. Menerapkan piranti monev yang sesuai
- c. Dilakukan dalam lingkup universitas/fakultas, program studi dan dosen

4. Pengembangan berkelanjutan



Gambar 1.2. Implementasi OBE dalam kerangka PDCA

BAB 2

DASAR ACUAN DAN PEDOMAN KURIKULUM

Penyusunan Panduan Kurikulum *Outcome Based Education* (OBE) Program Sarjana Teknik Sipil (KKNi level 6) didasarkan atas beberapa acuan sebagai berikut:

1. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi.
2. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia.
3. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 73 Tahun 2013 tentang Penerapan KKNi (Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia).
4. Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 53 Tahun 2023 Tentang Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi.
5. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, (2020) Buku Panduan Merdeka Belajar-Kampus Merdeka.
6. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, (2020) Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi di Era Industri 4.0 untuk Mendukung Merdeka Belajar-Kampus Merdeka.
7. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (2023) Panduan Implementasi Pembelajaran Berpusat pada Mahasiswa.
8. *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET) (2023) *General Criteria dan Program Criteria*.
9. *Accreditation Agency for Study Programmes in Engineering, Informatics, Natural Science, and Mathematics* (ASIIN) Tahun 2023.
10. *Indonesian Accreditation Board for Engineering Education* (IABEE) (2023) Kriteria Umum dan Kriteria Disiplin.
11. *International Engineering Alliance* (IEA) *Graduate Attributes and Professional Competencies*, Juni 2021.
12. *American Society of Civil Engineers* (ASCE) (2019) *The Civil Engineering Body of Knowledge: Preparing the Future Civil Engineer*.
13. Instrumen Penilaian Program Sarjana Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi (BAN PT)
14. Instrumen Penilaian Program Sarjana Lembaga Akreditasi Mandiri Teknik (LAM Teknik)
15. Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTSSI) (2019) Kurikulum Inti Program Sarjana Teknik Sipil.

BAB 3

RUMUSAN PROFIL PROFESIONAL MANDIRI (PPM) PROGRAM SARJANA TEKNIK SIPIL

3.1. Metode Perumusan Profil Profesional Mandiri (PPM)

Salah satu ciri khas sistem pendidikan berbasis capaian pembelajaran *outcome-based education system* adalah perencanaan dari hilir dan implementasi pembelajaran dari hulu (*backward design, forward delivery*). Sesuai dengan prinsip ini, maka untuk mengawali penyusunan kurikulum berbasis capaian pembelajaran (*outcome-based curriculum*), prodi perlu berangkat dari menetapkan profil lulusan sebagai tujuan pendidikan bagi prodi tersebut (*program educational objective*). Pernyataan profil lulusan akan menjadi dasar bagi langkah berikutnya, yaitu penetapan sekelompok pengetahuan, keterampilan, sikap-sikap, maupun kompetensi yang akan mendukung tertanamnya profil tersebut dalam diri lulusan. Sekelompok pengetahuan, keterampilan, sikap dan kompetensi ini akan ditumbuhkembangkan sepanjang mahasiswa menempuh kurikulum prodi dan harus dikuasai mereka pada saat dinyatakan lulus dari prodi (dikenal dengan istilah Capaian Pembelajaran Lulusan, CPL).

Seorang profesional mandiri adalah seseorang yang dapat menyelesaikan tugas-tugas esensial pada posisi penugasannya tanpa memerlukan supervisi atau pengawasan langsung. Dia dapat memotivasi dirinya sendiri untuk menyelesaikan tugas dan mempunyai akses langsung kepada sumberdaya yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas tersebut. Dalam situasi yang memungkinkan, seorang profesional mandiri dapat memberikan penilaian-penilaian (*judgement*) yang dianggap sesuai olehnya pada saat berkinerja menuntaskan tugasnya.

Agar supaya pernyataan profil lulusan tersebut relevan dengan kebutuhan masyarakat, dunia profesi ketekniksipilan, dan industri, maka prodi perlu berdiskusi dan menyerap aspirasi serta masukan dari berbagai pihak, terutama para pemangku kepentingan prodi. Upaya ini dapat dilakukan dengan tetap memelihara visi, misi, nilai-nilai, dan tradisi baik institusi pengelola prodi serta visi keilmuan prodi. Agar pernyataan profil lulusan tersebut tetap relevan, maka prodi/institusi pengelola prodi perlu memiliki dan menjalankan kebijakan dan prosedur untuk mengukur tingkat relevansinya dan melakukan mengkaji ulang secara periodik.

Profil lulusan diungkapkan melalui pernyataan-pernyataan yang bersifat umum tentang karir dan pencapaian profesional para lulusan, terutama pada masa-masa awal menapaki dunia profesional sebagai insinyur (3-tahun pertama). Pada masa inilah bekal yang diperoleh dari pendidikan prodi (melalui penguasaan CPL) dipandang dominan pengaruhnya atas pencapaian profesional mereka. Dari sudut pandang ini, CPL merupakan kompetensi-kompetensi dasar yang diperlukan untuk memasuki dunia karir profesional (*entry-level competencies*).

Sebagaimana dinyatakan di atas, profil lulusan diungkapkan melalui pernyataan-pernyataan yang bersifat umum tentang karir dan pencapaian profesional para lulusan. Agar terdapat benang merah yang jelas antara profil lulusan yang dicita-citakan prodi (sebagai tujuan pendidikan) dengan CPL yang harus dikuasai mahasiswa saat dinyatakan

lulus, maka pernyataan profil lulusan hendaknya lebih menitikberatkan pada deskripsi kompetensi yang diharapkan dapat diaplikasikan para lulusan sebagai profesional mandiri, sebagaimana dicontohkan di atas. Pernyataan profil lulusan yang hanya menyebutkan jenis-jenis pekerjaan yang dapat digeluti oleh para lulusan tidak akan dapat diturunkan kepada pengetahuan, keterampilan, sikap dan kompetensi yang perlu dikuasai mahasiswa pada saat dinyatakan lulus (pernyataan CPL).

3.2. Rumusan Profil Profesional Mandiri (PPM) Sarjana Teknik Sipil

Berdasarkan penjelasan di atas, maka rumusan Profil Profesional Mandiri (ppm) Sarjana Teknik Sipil:

1. Kemampuan Teknis (*Technical Skills*)

Memiliki kemampuan teknis dalam kegiatan perancangan, pelaksanaan/pembangunan, operasi dan pemeliharaan, dan evaluasi ilmiah di bidang teknik sipil yang berwawasan lingkungan, keselamatan, ekonomi, dan sosial kemasyarakatan.

2. Kemampuan Profesional (*Professional Skills*)

Memiliki kemampuan dalam berkontribusi pada praktik profesional dengan komunikasi, kepemimpinan dan kerjasama tim dengan mempertimbangkan kode etik profesi dan menunjukkan penghayatan terhadap pembelajaran sepanjang hayat (*Life-long Learning*).

Susah Menilainya

BAB 4

RUMUSAN CAPAIAN PEMBELAJARAN

Capaian Pembelajaran (CP) menggambarkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan secara spesifik yang menunjukkan capaian mahasiswa dari hasil pembelajarannya pada akhir program pendidikan tinggi. Capaian Pembelajaran menggunakan bahasa yang jelas, fokus pada kompetensi mahasiswa, dapat diobservasi, dan terukur. Capaian Pembelajaran berhubungan langsung dengan Profil Lulusan yang telah diidentifikasi. Sehingga dalam merumuskan Capaian Pembelajaran, maka harus mempertimbangkan apa kompetensi spesifik yang harus dimiliki oleh lulusan untuk meyakinkan bahwa Profil Lulusan dapat dicapai.

Rumusan Capaian Pembelajaran harus mempertimbangkan aspek:

1. **Spesifik**; Capaian Pembelajaran harus dinyatakan dalam bahasa yang jelas yang menggambarkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan spesifik yang diharapkan dapat ditunjukkan oleh lulusan program.
2. **Terukur**; Data yang terkait dengan Capaian Pembelajaran harus tersedia, dan proses pengumpulan data harus dapat dilakukan dengan mempertimbangkan waktu dan sumber daya yang tersedia.
3. **Agresif** namun dapat dicapai; Dalam semangat perbaikan berkelanjutan, program studi harus menentukan kriteria keberhasilan yang dapat dinilai atau tolok ukur Capaian Pembelajaran yang secara progresif akan membawa program studi dalam mencapai Profil Lulusannya.

Capaian pembelajaran lulusan disusun oleh program studi dengan melibatkan pemangku kepentingan: dan/atau dunia usaha dan dunia industri dengan memperhatikan:

- a. Visi dan misi keilmuan program studi
- b. Profil lulusan program studi
- c. Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia
- d. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, dan
- e. Kebutuhan kompetensi kerja dari dunia kerja

Sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 53 Tahun 2023 tentang Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi, Capaian Pembelajaran setiap program studi mencakup kompetensi yang meliputi:

- a. penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi, kecakapan/keterampilan spesifik dan aplikasinya untuk 1 (satu) atau sekumpulan bidang keilmuan tertentu;
- b. kecakapan umum yang dibutuhkan sebagai dasar untuk penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bidang kerja yang relevan;
- c. pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan untuk dunia kerja dan/atau melanjutkan studi pada jenjang yang lebih tinggi ataupun untuk mendapatkan sertifikat profesi; dan
- d. kemampuan intelektual untuk berpikir secara mandiri dan kritis sebagai pembelajar sepanjang hayat.

Di tingkat internasional, *The International Engineering Alliance* (IEA) merumuskan 12 butir *Graduate Attributes* yang mendefinisikan atribut untuk capaian pembelajaran yang diharapkan dari program pendidikan teknik. Disamping itu, IABEE (*Indonesian Accreditation Board for Engineering Education*) yang merupakan lembaga akreditasi internasional untuk program studi teknik dan computing di Indonesia. Sebagai anggota *signatory Washington Accord*, IABEE dan Pembelajaran yang merupakan kriteria minimal yang harus dipenuhi oleh program pendidikan teknik.

4.1. International Engineering Alliances (IEA)

International Engineering Alliance (IEA, <https://ieagrements.org/>) merupakan organisasi nirlaba yang memayungi 7 perjanjian multilateral dalam bidang pendidikan teknik (3 perjanjian, disebut *accord*) dan bidang mobilitas profesional keteknikan (4 perjanjian, disebut *agreement*). Perjanjian yang terkait pendidikan teknik meliputi: *Washington Accord* (pendidikan tinggi untuk menghasilkan calon-calon *engineer*), *Sydney Accord* (pendidikan tinggi untuk calon-calon *engineering technologist*), dan *Dublin Accord* (pendidikan tinggi bagi calon-calon *technician*). Sementara itu, perjanjian mengenai mobilitas profesional keteknikan meliputi 3 perjanjian internasional dan 1 perjanjian regional, yaitu: *International Professional Engineers Agreement* (IPEA), *International Engineering Technologist Agreement* (IEAT), *Agreement for International Engineering Technicians* (AIET), dan *APEC Engineers Agreement*.

Sebagai bagian dari IEA, negara-negara anggota (*signatory*) *Washington Accord*, termasuk Indonesia, telah menyepakati serangkaian atribut lulusan (*graduate attributes*) yang dipercaya sangat esensial untuk dikuasai oleh calon-calon *engineer* (dalam konteks Indonesia: lulusan sarjana teknik) guna memasuki dunia insinyur profesional global (**Tabel 4.1**). Pada intinya, atribut tersebut menghendaki bahwa lulusan sarjana teknik adalah para “*problem solver*” bagi permasalahan-permasalahan kompleks keteknikan (*complex engineering problems*) sesuai bidangnya masing-masing.

Tabel 4.1. Atribut Lulusan Prodi Sarjana Teknik yang disepakati di dalam *Washington Accord*

No.	Ranah Atribut Lulusan	Karakteristik	Deskripsi Kompetensi (Lulusan Sarjana Teknik)
1.	Pengetahuan Keteknikan	Keluasan, kedalaman, dan jenis pengetahuan, baik teoritis maupun praktis	Menerapkan pengetahuan matematika, IPA, computing, dasar-dasar rekayasa, dan spesialisasi rekayasa sebagaimana dicirikan pada Profil Pengetahuan WK1 hingga WK4 (lihat Tabel 4) untuk mengembangkan solusi-solusi bagi permasalahan kompleks keteknikan.

No.	Ranah Atribut Lulusan	Karakteristik	Deskripsi Kompetensi (Lulusan Sarjana Teknik)
2.	Analisis Permasalahan	Kompleksitas analisis	Mengidentifikasi, merumuskan, meriset literatur, dan menganalisis permasalahan kompleks keteknikan hingga menghasilkan kesimpulan-kesimpulan yang dapat dibuktikan, menggunakan prinsip-prinsip pertama matematika, IPA, dan ilmu-ilmu rekayasa, dengan mempertimbangkan pembangunan berkelanjutan (UN-SGDs) secara holistik (WK1 hingga WK4)
3.	Perancangan/ pengembangan solusi masalah	Kedalaman dan keunikan permasalahan (sejauh mana permasalahan bersifat orisinal sehingga solusinya belum teridentifikasi atau terkodifikasi)	Perancangan solusi-solusi kreatif bagi permasalahan kompleks keteknikan dan perancangan sistem, komponen, ataupun proses-proses untuk memenuhi kebutuhan dengan mempertimbangkan aspek-aspek kesehatan masyarakat, keselamatan, biaya total siklus, <i>net zero carbon</i> , sumber daya alam, sosial, kultural, dan lingkungan hidup (WK 5, lihat Tabel 4).
4.	Investigasi	Keluasan dan kedalaman investigasi dan eksperimentasi	Melaksanakan investigasi permasalahan kompleks keteknikan menggunakan metode-metode pengetahuan berbasis riset, perancangan eksperimen, analisis dan interpretasi data, serta sintesis informasi untuk menghasilkan kesimpulan yang valid.
5.	Penggunaan alat bantu	Tingkat pemahaman terhadap ketepatan teknologi dan alat bantu	Menciptakan, memilih, menggunakan peralatan serta mengetahui keterbatasan penerapan teknik-teknik, sumberdaya, peralatan bantu rekayasa dan IT, termasuk pemodelan dan prediksi bagi permasalahan kompleks keteknikan (WK2 dan WK6)
6.	Insinyur dan dunia	Tingkat Pengetahuan dan tanggung jawab bagi pembangunan berkelanjutan	Aktivitas pengembangan solusi atas permasalahan kompleks disertai dengan menganalisis dan mengevaluasi dampak-dampaknya terhadap masyarakat, ekonomi, keberlanjutan, kesehatan, keselamatan, kerangka acuan legal (hukum), dan lingkungan (WK1, WK5, dan WK7)
7.	Etika	Pemahaman dan tingkat penerapan	Menerapkan prinsip-prinsip etika dan komitmen terhadap etika profesional dan norma-norma praktik-praktik rekayasa, serta ketaatan terhadap hukum nasional dan internasional; menunjukkan pemahaman tentang pentingnya keberagaman dan sifat inklusif (WK9)

No.	Ranah Atribut Lulusan	Karakteristik	Deskripsi Kompetensi (Lulusan Sarjana Teknik)
8.	Kinerja individual dan kolaborasi dalam tim	Peranan dalam tim dan keragaman tim	Berfungsi secara efektif sebagai individu maupun sebagai anggota atau ketua kelompok kerja yang beragam, inklusif, dan multi-disipliner, baik ketika bekerja secara langsung, jarak jauh, maupun terdistribusi (WK9)
9.	Komunikasi	Tingkatan komunikasi sesuai tipe aktivitas yang dilakukan	Berkomunikasi secara efektif dan inklusif pada aktivitas-aktivitas kompleks keteknikan terhadap masyarakat keteknikan maupun publik secara luas, seperti misalnya, mampu memahami secara menyeluruh dan menulis laporan yang efektif, mendesain dokumentasi, presentasi yang efektif, mempertimbangkan budaya, bahasa, dan mempelajari perbedaan-perbedaan
10.	Manajemen proyek dan keuangan	Tingkatan manajemen yang diperlukan pada berbagai aktivitas yang berbeda	Menerapkan pengetahuan dan pemahaman tentang prinsip-prinsip manajemen dan pengambilan keputusan berbasis ekonomi pada pekerjaan sendiri sebagai anggota atau pemimpin kelompok kerja, pada manajemen proyek, dan pada lingkungan yang multidisiplin
11.	Pembelajar sepanjang hayat	Durasi dan cara	Memahami kebutuhan, dan memiliki persiapan dan kemampuan, untuk: (i) belajar mandiri dan sepanjang hayat, (ii) beradaptasi terhadap teknologi baru dan masa kini, (iii) berfikir kritis dalam konteks luas berkaitan dengan perubahan teknologi (WK8).

Lebih lanjut, IEA/Washington Accord memberikan penjelasan tentang ciri-ciri permasalahan teknik yang kompleks, yang semestinya lulusan sarjana teknik mampu mengembangkan solusinya (**Tabel 4.2**). Untuk memperoleh kemampuan sebagaimana dicirikan pada atribut lulusan, maka IEA/Washington Accord juga menyarankan aktivitas-aktivitas pembelajaran dengan karakteristik sebagaimana dijelaskan pada Tabel Profil Aktivitas Kerekayasaan untuk Mendukung Solusi Permasalahan Kompleks (**Tabel 4.3**). Setelah memberikan gambaran tentang atribut lulusan, profil permasalahan, dan profil aktivitas pembelajaran, selanjutnya IEA/Washington Accord memberikan saran tentang profil pengetahuan dan kecakapan yang perlu dipertimbangkan sebagai muatan kurikulum sarjana teknik (**Tabel 4.4**).

Tabel 4.2. Profil Permasalahan (WP) Kompleks Keteknikan (*Complex Engineering Problems*)

No.	Ranah Karakteristik	Deskripsi Profil Permasalahan Kompleks	Keterpenuhan
WP1.	Kedalaman pengetahuan yang diperlukan	Tidak dapat dipecahkan tanpa pemahaman yang mendalam atas pengetahuan keteknikan yang dicirikan oleh salah satu atau lebih dari Profil Pengetahuan WK3, WK4, WK5, WK6, atau WK8 (lihat Tabel 4) yang memungkinkan bagi penerapan pendekatan prinsip-prinsip analisis pertama yang fundamental (<i>fundamentals-based, first principles analytical approach</i>)	Permasalahan kompleks keteknikan memenuhi deskripsi WP1 ditambah sebagian atau seluruhnya dari karakteristik lainnya (WP2 hingga WP7)
WP2.	Batasan-batasan dengan rentang kepentingan yang saling bertentangan	Melibatkan isu-isu berskala luas dan/atau komplikasi isu teknis dan non-teknis (seperti: isu-isu etis, keberlanjutan, hukum, politik, ekonomi, kemasyarakatan) dan perhatian terhadap kebutuhan masa mendatang	
WP3.	Kedalaman analisis yang diperlukan	Tidak memiliki penyelesaian yang jelas sehingga memerlukan berfikir abstrak, kreativitas dan orisinalitas dalam analisis untuk memformulasikan model yang tepat	
WP4.	Tingkat familiaritas permasalahan	Melibatkan isu-isu yang jarang ditemukan atau permasalahan baru	
WP5.	Cakupan penggunaan standar	Permasalahan yang tidak dicakup oleh standar-standar praktik rekayasa	
WP6.	Tingkat pelibatan pemangku kepentingan dengan kebutuhan yang berbeda-beda	Melibatkan kolaborasi antar-disiplin keteknikan, bidang lain, dan/atau kelompok pemangku kepentingan yang beragam dengan berbagai kebutuhan yang berbeda	
WP7.	Interdependensi	Menyasar permasalahan tingkat tinggi dengan banyak komponen atau sub-permasalahan yang dapat memerlukan pendekatan kesisteman	

Memperhatikan profil permasalahan kompleks sebagaimana disarankan pada **Tabel 4.2**, maka pelibatan keterampilan olah pikir orde tinggi (*high-order thinking skills*) seperti kemampuan menganalisis, merancang/mencipta, dan mengevaluasi sangat ditekankan guna mengembangkan solusi atas permasalahan tersebut.

Tabel 4.3. Profil Aktivitas Kerekayasaan (WE) untuk Mendukung Solusi Permasalahan Kompleks

No.	Ranah Karakteristik	Deskripsi Profil Aktivitas Kompleks	Keterpenuhan
WE1	Rentang sumberdaya	Melibatkan penggunaan sumberdaya yang beragam termasuk orang, data dan informasi, alam, sumberdaya fisik dan finansial, serta teknologi tepat guna, termasuk perangkat lunak analitis dan/atau desain	Aktivitas kerekayasaan yang kompleks memenuhi sebagian atau seluruh deskripsi WE1 hingga WE5
WE2	Level interaksi	Memerlukan interaksi-interaksi yang optimal resolusinya, antara isu-isu teknis, non-teknis, dan rekayasa yang luas dan/atau saling bertentangan	
WE3	Inovasi	Melibatkan penggunaan prinsip-prinsip kerekayasaan secara kreatif, solusi inovatif dengan kesadaran akan tujuan, dan pengetahuan berbasis riset	
WE4	Konsekuensi bagi masyarakat dan lingkungan	Memiliki konsekuensi yang signifikan pada suatu rentang kontekstual, dicirikan dengan sulitnya melakukan prediksi dan mitigasi	
WE5	Familiaritas	Dapat diperluas di luar lingkup pengalaman sebelumnya dengan mengaplikasikan pendekatan-pendekatan berbasis prinsip	

Memperhatikan profil aktivitas pembelajaran pada **Tabel 4.3** di atas, maka bentuk-bentuk perkuliahan berbasis proyek/problem (*project-based/problem-based learning*) dan bentuk pembelajaran berpusat kepada mahasiswa (*student-centered learning*) lainnya dipandang relevan mencakup aktivitas-aktivitas tersebut.

Tabel 4.4. Profil Pengetahuan dan Sikap (WK) sebagai Masukan bagi Kurikulum Prodi

No.	Profil Pengetahuan dan Sikap yang Diajarkan Prodi berorientasi <i>Washington Accord</i>
WK1	Pemahaman berbasis teori atas ilmu pengetahuan alam yang sesuai dengan disiplinnya dan pengetahuan atas ilmu-ilmu sosial yang relevan

No.	Profil Pengetahuan dan Sikap yang Diajarkan Prodi berorientasi <i>Washington Accord</i>
WK2	Matematika berbasis konseptual, analisis numerik, analisis data, statistik dan aspek-aspek formal ilmu komputer dan informasi untuk mendukung analisis mendetail dan pemodelan yang sesuai dengan bidang disiplinnya
WK3	Formulasi sistematis prinsip-prinsip rekayasa yang diperlukan oleh bidang disiplinnya
WK4	Pengetahuan rekayasa spesialis yang memberikan kerangka teoritis dan badan keilmuan bagi praktik-praktik yang diterima di dalam bidang disiplinnya; sebagian besarnya merupakan pengetahuan yang terkini di dalam bidang disiplin tersebut
WK5	Pengetahuan yang mendukung perancangan dan pengoperasian keteknikan di bidangnya, termasuk pemanfaatan sumberdaya yang efisien, dampak lingkungan, biaya <i>whole-life</i> , daur ulang sumberdaya, net zero carbon, dan konsep-konsep yang serupa
WK6	Pengetahuan tentang praktik rekayasa (teknologi) di dalam lingkup disiplinnya
WK7	Pengetahuan tentang peran masyarakat keteknikan dan isu-isu yang teridentifikasi di dalam praktik-praktik keteknikan pada disiplinnya, seperti tanggung jawab profesional seorang insinyur atas keselamatan publik dan pembangunan berkelanjutan (yang direpresentasikan oleh Sustainable Development Goals PBB)
WK8	Keterlibatan dengan pengetahuan yang dipilih dalam literatur penelitian disiplin ilmu terkini, kesadaran akan kekuatan berpikir kritis dan pendekatan kreatif untuk mengevaluasi isu-isu yang muncul
WK9	Etika, tindakan dan perilaku inklusif. Pengetahuan tentang etika profesional, tanggung jawab, dan norma praktik teknik. Kesadaran akan perlunya keberagaman berdasarkan suku, gender, umur, kemampuan fisik dan lain-lain dengan saling pengertian dan hormat, serta sikap inklusif

IEA/Washington Accord memperkirakan bahwa kurikulum program studi yang membekali mahasiswa dengan profil pengetahuan dan sikap sebagaimana diuraikan pada Tabel 4 sehingga menghasilkan lulusan dengan atribut sebagaimana disarankan pada Tabel 1 sewajarnya dirancang untuk beban belajar selama 4 hingga 5 tahun, bergantung pada kualifikasi calon mahasiswa yang diterima program studi.

Sebagaimana dijelaskan di atas, selain untuk program sarjana, IEA juga menyarankan serangkaian atribut lulusan, profil permasalahan, profil aktivitas, dan profil pengetahuan dan sikap untuk program studi yang mencetak lulusan dengan kualifikasi sarjana terapan (Sydney Accord) dan teknisi (Dublin Accord). Penjelasan selengkapnya dapat dibaca pada dokumen *Graduate Attributes and Professional Competencies* IEA versi 4, 21 Juni 2021, yang dapat diunduh dari situs web IEA.

4.2. IABEE

IABEE (*Indonesian Accreditation Board for Engineering Education*) adalah lembaga akreditasi internasional untuk program studi teknik dan computing di Indonesia yang bernaung di bawah Persatuan Insinyur Indonesia sebagai sebuah Badan Tetap (Batap).

Mulai diinisiasi pembentukannya oleh Ditjen Dikti Kemenristekdikti pada 2014, IABEE pada Juli 2023 telah mewakili Indonesia sebagai anggota *signatory* penuh Washington Accord.

Seluruh anggota *signatory* Washington Accord, termasuk IABEE, berkewajiban mengembangkan kriteria akreditasi berbasis *outcome* yang mengacu kepada atribut lulusan yang disepakati (Tabel 1) guna menjamin dihasilkannya lulusan program studi terakreditasi yang memiliki kompetensi yang ekuivalen secara substansial. Mengacu kepada atribut lulusan Washington Accord, IABEE mewajibkan program studi sarjana teknik yang berkeinginan mengajukan akreditasi untuk mengembangkan Capaian Pembelajaran Program Studi (atau Capaian Pembelajaran Lulusan, CPL) yang mencakup seluruh unsur butir-butir kompetensi yang dipersyaratkan di dalam Kriteria Umum (*Common Criteria*), sebagaimana diuraikan pada **Tabel 4.5**.

Target

Tabel 4.5. Butir-butir Kompetensi Lulusan yang Disyaratkan Dicakup oleh CPL Prodi Sarjana Teknik untuk Pengajuan Akreditasi IABEE

No.	Deskripsi Kompetensi Lulusan (IABEE <i>Common Criteria</i> 1.3)
a.	Kemampuan menerapkan pengetahuan matematika, ilmu pengetahuan alam dan/atau material, teknologi informasi dan keteknikan untuk mendapatkan pemahaman menyeluruh tentang prinsip-prinsip keteknikan.
b.	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.
c.	Kemampuan mendesain dan melaksanakan eksperimen laboratorium dan/atau lapangan serta menganalisis dan mengartikan data untuk memperkuat penilaian teknik.
d.	Kemampuan mengidentifikasi, merumuskan, menganalisis dan menyelesaikan permasalahan kompleks keteknikan.
e.	Kemampuan menerapkan metode, keterampilan dan piranti teknik yang modern yang diperlukan untuk praktek keteknikan.
f.	Kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan maupun tulisan
g.	Kemampuan merencanakan, menyelesaikan dan mengevaluasi tugas didalam batasan-batasan yang ada.
h.	Kemampuan bekerja dalam tim lintas disiplin dan lintas budaya.
i.	Kemampuan untuk bertanggung jawab kepada masyarakat dan mematuhi etika profesi dalam menyelesaikan permasalahan teknik.
j.	Kemampuan memahami kebutuhan akan pembelajaran sepanjang hayat, termasuk akses terhadap pengetahuan terkait isu-isu kekinian yang relevan

BAB 5

RUMUSAN KURIKULUM

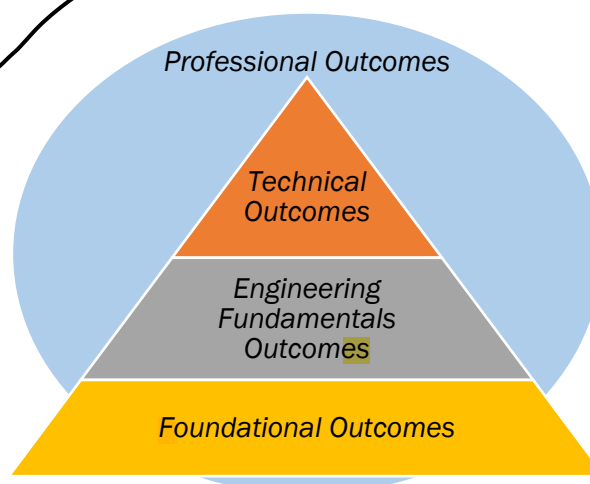
5.1. Batang Tubuh Keilmuan Teknik Sipil

Batang tubuh keilmuan merupakan komponen/materi yang harus dipelajari/diajarkan untuk mencapai capaian pembelajaran yang direncanakan. Batang tubuh keilmuan dapat berupa satu atau lebih cabang ilmu beserta ranting ilmunya, atau sekelompok pengetahuan yang telah terintegrasi dalam suatu pengetahuan baru yang sudah disepakati oleh forum program studi sejenis sebagai ciri bidang ilmu program studi tersebut. Batang tubuh keilmuan (*Body of knowledge*) Teknik Sipil didefinisikan sebagai sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang diperlukan untuk memasuki praktik teknik sipil di tingkat profesional.

American Society of Civil Engineer (ASCE) mengategorikan 4 (empat) ilmu dalam batang tubuh Teknik Sipil yaitu:

1. Ilmu dasar (*foundational outcomes*),
2. Ilmu dasar rekayasa (*engineering fundamentals outcomes*),
3. Ilmu teknis (*technical outcomes*), dan
4. Ilmu profesional (*professional outcomes*)

Foundational outcomes berperan sebagai landasan bagi pengetahuan teknik sipil serta sebagian besar profesi terpelajar lainnya. *Engineering fundamentals outcomes* berperan sebagai jembatan antara *foundational outcomes* dan *technical outcomes* untuk yang dialami oleh insinyur sipil dan disiplin ilmu teknik lainnya, yang dipenuhi sebagai bagian dari pendidikan sarjana. *Technical outcomes* memberikan pengetahuan yang lebih spesifik untuk teknik sipil, dimana berfokus pada keterampilan interpersonal dan profesional yang diperlukan untuk berhasil dalam praktik teknik sipil di tingkat profesional. Gambar 5.1 memperlihatkan hirarki dari capaian batang tubuh keilmuan Teknik Sipil (*Civil Engineering Body of Knowledge Outcomes*).



Gambar 5.1. Hirarki Capaian Tubuh Keilmuan Teknik Sipil

Lebih lanjut, ASCE menguraikan 21 bahan kajian dari capaian batang tubuh keilmuan Teknik Sipil sebagaimana dijelaskan pada **Tabel 5.1**.

Tabel 5.1. Bahan Kajian Batang Tubuh Keilmuan Teknik Sipil

Ilmu Dasar (<i>Foundational Outcomes</i>)	Ilmu Dasar Rekayasa (<i>Engineering Fundamentals Outcomes</i>)
<ul style="list-style-type: none"> • Matematika (<i>Mathematics</i>) • Ilmu Pengetahuan Alam (<i>Natural Sciences</i>) • Ilmu Pengetahuan Sosial (<i>Social Sciences</i>) • Humaniora (<i>Humanities</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sains Material (<i>Material Sciences</i>) • Mekanika Rekayasa (<i>Engineering Mechanics</i>) • Metode Eksperimen dan Analisis Data (<i>Experiments Methods and Data Analysis</i>) • Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah (<i>Critical Thinking and Problem Solving</i>)
Ilmu Rekayasa (<i>Technical Outcomes</i>)	Ilmu Profesional (<i>Professional Outcomes</i>)
<ul style="list-style-type: none"> • Manajemen Proyek (<i>Project Management</i>) • Ekonomi Teknik (<i>Engineering Economics</i>) • Risiko dan Ketidakpastian (<i>Risk and Uncertainty</i>) • Keluasan di Bidang Teknik Sipil (<i>Breadth in Civil Engineering Areas</i>) • Desain (<i>Design</i>) • Kedalaman di Bidang Teknik Sipil (<i>Depth in Civil Engineering Areas</i>) • Keberlanjutan (<i>Sustainability</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Komunikasi (<i>Communication</i>) • Kerja Sama Tim dan Kepemimpinan (<i>Teamwork and Leadership</i>) • Pembelajaran Sepanjang Hayat (<i>Lifelong Learning</i>) • Sikap Profesional (<i>Professional Attitudes</i>) • Tanggung Jawab Profesional (<i>Professional Responsibilities</i>) • Tanggung Jawab Etis (<i>Ethical Responsibilities</i>)

ASCE merumuskan kemampuan yang perlu didemonstrasikan sebagai capaian pembelajaran dari bahan kajian yang membentuk Batang tubuh keilmuan (Body of knowledge) Teknik Sipil untuk pendidikan sarjana pada Tabel 5.2- 5.5.

Tabel 5.2. Capaian Pembelajaran Ilmu Dasar

Bahan Kajian	Capaian Pembelajaran
Matematika	Menerapkan konsep dan prinsip matematika, termasuk persamaan diferensial dan metode numerik, untuk memecahkan masalah teknik sipil
Ilmu Pengetahuan Alam	Menerapkan konsep dan prinsip kimia, fisika berbasis kalkulus, dan setidaknya satu bidang ilmu alam lainnya, untuk memecahkan masalah teknik sipil.
Ilmu Pengetahuan Sosial	Menerapkan konsep dan prinsip ilmu sosial yang relevan dengan teknik sipil
Humaniora	Menerapkan aspek humaniora dalam penyelesaian permasalahan teknik sipil

Tabel 5.3. Capaian Pembelajaran Ilmu Dasar Rekayasa

Bahan Kajian	Capaian Pembelajaran
Sains Material	Menerapkan konsep dan prinsip ilmu material untuk memecahkan masalah teknik sipil
Mekanika Rekayasa	Menerapkan konsep dan prinsip mekanika padat dan fluida untuk menyelesaikan permasalahan teknik sipil
Metode Eksperimen dan Analisis Data	Melakukan eksperimen di setidaknya dua bidang khusus teknik sipil dan melaporkan hasilnya.
Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah	Merumuskan solusi yang mungkin untuk masalah, pertanyaan, atau isu yang kompleks yang relevan dengan teknik sipil.

Tabel 5.4. Capaian Pembelajaran Ilmu Teknis

Bahan Kajian	Capaian Pembelajaran
Manajemen Proyek	Menjelaskan konsep dan prinsip manajemen proyek
Ekonomi Teknik	Menerapkan konsep dan prinsip ekonomi teknik dalam praktik teknik sipil
Risiko dan Ketidakpastian	Menerapkan konsep dan prinsip statistik dan probabilitas untuk menentukan risiko yang relevan dengan teknik sipil.
Keluasan di Bidang Teknik Sipil	Menerapkan konsep dan prinsip untuk memecahkan masalah kompleks di setidaknya empat bidang khusus praktik teknik sipil.
Desain	Menerapkan proses desain teknik pada serangkaian persyaratan dan batasan tertentu untuk memecahkan masalah teknik sipil yang kompleks
Kedalaman di Bidang Teknik Sipil	Menjelaskan konsep dan prinsip lanjutan yang berkaitan dengan bidang khusus yang sesuai dengan praktik teknik sipil
Keberlanjutan	Menerapkan konsep dan prinsip keberlanjutan untuk memecahkan masalah teknik sipil yang kompleks

Tabel 5.5. Capaian Pembelajaran Ilmu Profesional

Bahan Kajian	Capaian Pembelajaran
Komunikasi	Kognitif : Merumuskan komunikasi yang efektif dan persuasif kepada khalayak teknis dan nonteknis. Afektif : Mempraktikkan komunikasi yang efektif dan persuasif kepada audiens teknis dan nonteknis
Kerja Sama Tim dan Kepemimpinan	Kognitif : Menerapkan konsep dan prinsip kerja sama tim dan kepemimpinan, termasuk

Bahan Kajian	Capaian Pembelajaran
	keberagaman dan inklusi, dalam penyelesaian permasalahan teknik sipil Afektif : Mempraktikkan konsep dan prinsip kerja sama tim, kepemimpinan, keberagaman, dan inklusi.
Pembelajaran Sepanjang Hayat	Kognitif : Menjelaskan perlunya tambahan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang harus diperoleh melalui pembelajaran mandiri. Afektif : Berpartisipasi dalam kesempatan belajar seumur hidup.
Sikap Profesional	Kognitif : Menjelaskan sikap profesional yang relevan dengan praktik teknik sipil, termasuk kreativitas, rasa ingin tahu, fleksibilitas, dan ketergantungan. Afektif : Melatih sikap profesional yang relevan dengan praktik teknik sipil, termasuk kreativitas, rasa ingin tahu, fleksibilitas, dan ketergantungan.
Tanggung Jawab Profesional	Kognitif : Menjelaskan tanggung jawab profesional yang relevan dengan praktik teknik sipil, termasuk keselamatan, masalah hukum, perizinan, kredensial, dan inovasi. Afektif : Memeriksa tanggung jawab profesional yang relevan dengan praktik teknik sipil termasuk keselamatan, masalah hukum, perizinan, kredensial, dan inovasi.
Tanggung Jawab Etis	Kognitif : Menerapkan penalaran yang tepat pada suatu dilema etika. Afektif : Mematuhi kode etik yang berlaku.

5.2. Struktur Kurikulum

Kurikulum disusun dengan beban belajar minimal 144 (seratus empat puluh empat) satuan kredit semester yang dirancang dengan masa tempuh kurikulum 8 (delapan) semester dengan kategori bahan kajian sebagai berikut:

1. Ilmu Sains Dasar dan Matematika

Ilmu sains dasar merupakan disiplin ilmu yang berfokus pada pengetahuan atau pemahaman tentang aspek-aspek mendasar dari fenomena alam. Kurikulum mempersiapkan lulusan untuk menerapkan pengetahuan matematika, fisika, kimia. Kurikulum juga menerapkan probabilitas dan statistik untuk mengatasi ketidakpastian.

Persyaratan SKS minimum mata kuliah sains dasar dan matematika ditunjukkan di **Tabel 5.6**.

Tabel 5.6. SKS Minimal Matematika dan Ilmu Sains Dasar dari LAMTEK dan IABEE

Persyaratan	Syarat Unggul LAMTEK	IABEE
SKS Minimum	25 SKS	20%

2. Ilmu Sosial dan Humaniora

Kurikulum menyajikan mata kuliah sosial dan humaniora yang tidak terbatas pada mata kuliah Agama; Pancasila; Kewarganegaraan; dan Bahasa Indonesia yang merupakan mata kuliah wajib nasional sesuai Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi.

3. Ilmu Ketekniksipilan

Kurikulum membekali mahasiswa dengan ilmu-ilmu ketekniksipilan untuk menganalisis dan memecahkan masalah di setidaknya tiga bidang spesialisasi teknik sipil (struktur, geoteknik, hidroteknik, transportasi, manajemen proyek, teknik lingkungan, dan geodesi).

4. Perancangan Keteknikan

Kurikulum mempersiapkan lulusan dengan kemampuan menerapkan proses perancangan. Kurikulum menyelenggarakan capstone design yang merupakan muara atau puncak pengalaman desain. Capstone design memiliki karakteristik:

- merancang sistem, komponen, atau proses yang mengintegrasikan setidaknya dalam 2 (dua) bidang spesialisasi teknik sipil;
- menggunakan standar-standar keteknikan dan batasan-batasan realistis;
- berdasarkan pada pengetahuan dan ketrampilan yang telah diperoleh di perkuliahan sebelumnya.

5. Eksperimen dan Analisis Data

Kurikulum mempersiapkan lulusan untuk mampu melakukan eksperimen di setidaknya dua bidang spesialisasi teknik sipil dan menganalisis serta menginterpretasi data yang diperoleh.

6. Interdisiplin dan Profesional

Kurikulum mempersiapkan lulusan untuk mampu:

- mempertimbangkan prinsip keberlanjutan dalam desain;
- menjelaskan konsep dasar manajemen proyek, bisnis konstruksi, kebijakan publik, dan kepemimpinan;
- menganalisis permasalahan dalam etika profesi; dan
- menjelaskan pentingnya lisensi profesional.

BAB 6

RUMUSAN INDIKATOR KINERJA CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah Capaian Pembelajaran ditetapkan maka pengetahuan dan keterampilan apa yang diperlukan untuk memenuhi capaian pembelajaran harus dirumuskan dalam bentuk indikator kinerja. Indikator Kinerja merupakan pernyataan spesifik dan terukur yang mengidentifikasi kinerja yang diperlukan untuk memenuhi capaian pembelajaran yang dapat dikonfirmasi melalui bukti. **IK ini akan menghubungkan CPL dengan CPMK** yang dapat disusun secara berjenjang atau tidak berjenjang.

Indikator kinerja setidaknya terdiri dari dua elemen utama;

1. Kata kerja Tindakan

Kata kerja yang mengarahkan mahasiswa pada kinerja tertentu yang dapat diamati, misalnya, “mengidentifikasi”, “menjelaskan”, “menerapkan”, atau “menyelesaikan”. Kata kerja tindakan dapat mengacu pada kata kerja kinerja pada taksonomi Bloom.

2. Referensi konten

Konteks yang menjadi fokus capaian pembelajaran, misalnya: langkah-langkah proses desain, langkah-langkah percobaan, etika professional, dan lain-lain.

Rumusan Indikator kinerja perlu memenuhi prinsip-prinsip berikut ini:

1. Terukur; Dapat direkam dan dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif
2. Tepat; Ditetapkan dengan cara yang sama oleh semua orang
3. Konsisten; Tidak berubah dari waktu ke waktu; selalu mengukur hal yang sama
4. Obyektif; Kondusif terhadap pengumpulan, pengelolaan, dan analisis data yang tidak memihak dan independen.

Beberapa contoh indikator kinerja Capaian Pembelajaran ditunjukkan pada **Tabel 6.1** yang dapat dikembangkan sesuai kebutuhan.

Tabel 6.1. Contoh Indikator Kinerja Capaian Pembelajaran

No.	Contoh Capaian Pembelajaran	Contoh Indikator Kinerja
a.	Kemampuan menerapkan pengetahuan matematika, ilmu pengetahuan alam dan/atau material, teknologi informasi dan keteknikan untuk mendapatkan pemahaman menyeluruh tentang prinsip-prinsip keteknikan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memilih metode matematika, sains, dan teknik yang sesuai untuk memecahkan masalah 2. Menerapkan metode dan prinsip-prinsip matematika untuk analisis atau mencapai solusi 3. Memeriksa pendekatan pemecahan masalah untuk memilih pendekatan yang lebih efektif

No.	Contoh Capaian Pembelajaran	Contoh Indikator Kinerja
b.	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.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengenali kebutuhan, ruang lingkup, kendala realistis, dan persyaratan desain yang relevan untuk masalah desain 2. Mendesain komponen bangunan Teknik Sipil secara komprehensif dalam batas-batas yang realistis 3. Memilih konsep desain potensial sebagai respons terhadap persyaratan desain yang telah ditentukan. 4. Mengembangkan desain secara berulang untuk memenuhi kebutuhan dan persyaratan yang diinginkan.
c.	Kemampuan mendesain dan melaksanakan eksperimen laboratorium dan/atau lapangan serta menganalisis dan mengartikan data untuk memperkuat penilaian teknik.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Merancang eksperimen dengan menentukan data yang akan diukur, merumuskan metodologi eksperimen, dan melakukan pengukuran dengan peralatan pengukuran yang sesuai 2. Menganalisis data. 3. Menarik kesimpulan atau membuat prediksi.
d.	Kemampuan mengidentifikasi, merumuskan, menganalisis dan menyelesaikan permasalahan kompleks keteknikan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi isu/variabel utama. 2. Merumuskan masalah. 3. Mengembangkan berbagai solusi alternatif untuk penyelesaian masalah 4. Menentukan solusi terbaik untuk pemecahan masalah
e.	Kemampuan menerapkan metode, keterampilan dan piranti teknik yang modern yang diperlukan untuk praktek keteknikan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan piranti berbasis komputer untuk pemodelan matematis atau analisis data 2. Menggunakan piranti berbasis komputer untuk proses desain bangunan 3. Menggunakan piranti berbasis komputer untuk penggambaran atau pemodelan informasi bangunan (BIM)
f.	Kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan maupun tulisan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan tata bahasa dan format yang sesuai 2. Menerapkan presentasi lisan yang memiliki kualitas dan substansi profesional kepada audiens 3. Menyajikan konsep teknik menggunakan representasi visual.

No.	Contoh Capaian Pembelajaran	Contoh Indikator Kinerja
g.	Kemampuan merencanakan, menyelesaikan dan mengevaluasi tugas didalam batasan-batasan yang ada.	<ol style="list-style-type: none">1. Membuat jadwal pelaksanaan pekerjaan2. Melaksanakan pekerjaan sesuai batasan-batasan yang ada3. Memantau jalannya pekerjaan
h.	Kemampuan bekerja dalam tim lintas disiplin dan lintas budaya.	<ol style="list-style-type: none">1. Memanfaatkan beragam keterampilan dan pengetahuan anggota tim2. Mengintegrasikan masukan dari semua anggota tim untuk membuat keputusan dalam kaitannya untuk mencapai tujuan yang ditetapkan
i.	Kemampuan untuk bertanggung jawab kepada masyarakat dan mematuhi etika profesi dalam menyelesaikan permasalahan teknik.	<ol style="list-style-type: none">1. Memahami kode etik insinyur2. Menilai dimensi etika suatu permasalahan keinsinyuran
j.	Kemampuan memahami kebutuhan akan pembelajaran sepanjang hayat, termasuk akses terhadap pengetahuan terkait isu-isu kekinian yang relevan	<ol style="list-style-type: none">1. Memahami bahwa pembelajaran terus berlanjut setelah lulus2. Mengidentifikasi isu kritis terkini yang dihadapi dalam bidang teknik sipil

BAB 7

RUMUSAN CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH

Sebelum membuat Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), harus ditetapkan terlebih dahulu mata kuliah tersebut akan mendukung CPL-IK yang mana. CPL masih bersifat umum sedangkan CPMK lebih spesifik terhadap mata kuliah. Sesuai CPL-IK yang telah ditetapkan kemudian dibuat CPMK nya. Hal ini untuk memastikan setiap mahasiswa mencapai CPL yang diinginkan setelah menyelesaikan studi mereka (setelah lulus).

CPMK yang baik harus dinyatakan dari sudut pandang pembelajar, secara tepat dan hanya mendukung satu interpretasi, menggambarkan perilaku yang dapat diamati, menentukan kondisi dimana perilaku dilakukan dan menentukan kriteria untuk pencapaian. Untuk memenuhi hal ini, maka harus diklarifikasi dulu apa yang akan dinilai, kemudian hasilnya harus terukur dan hasil yang diinginkan harus mengukur sesuatu yang berguna dan bermakna. Dalam penulisan CPMK mengadopsi model ABCD (Mohammad et al., 2016) sebagai berikut:

- *Audience* : Siapa yang akan melakukan perilaku tersebut?
- *Behavior* : Perilaku apa yang harus dapat dilakukan pelajar?
- *Condition* : Dalam kondisi seperti apa sehingga pelajar dapat melakukannya?
- *Degree* : Seberapa baik itu harus dilakukan, standar apa yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja

Hal-hal yang harus diperhatikan saat menulis CPMK:

- menggunakan hanya satu kata kerja per CPMK
- menghindari penggunaan kata kerja seperti “mengetahui, belajar, menghargai, mengerti, menyadari, melihat” yang tidak terukur
- CPMK harus dapat dinilai/ di-*assessment*.
- CPMK harus mewakili ranah pembelajaran dan tingkat taksonominya yang mencakup pengetahuan dan kecerdasan (domain kognitif), sikap dan keyakinan (domain afektif), dan kemampuan untuk menerapkan keterampilan fisik dan tubuh (domain psikomotor). Untuk Program Sarjana tingkat taksonomi untuk domain kognitif dibatasi pada tingkat 3 atau boleh naik satu level ke tingkat 4. Hal ini sesuai jenjang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) dimana untuk strata 1/ diploma empat kualifikasinya level 6. Klasifikasi kata kerja untuk domain kognitif, afektif dan psikomotor dapat dilihat pada **Tabel 7.1 – 7.3**.
- Selain domain kognitif, afektif dan psikomotor dapat juga mengandung *generic skill* yaitu keterampilan yang tidak spesifik untuk bekerja dalam pekerjaan atau industri tertentu, tetapi penting untuk pekerjaan, pendidikan, dan kehidupan secara umum, yang dapat diterapkan pada berbagai situasi yang berbeda. Klasifikasi *generic skills* dapat dilihat pada Tabel 7.4
- CPMK berdasarkan kemampuan yang dituju dan bukan berdasarkan topik/bab, tidak terlalu banyak hasil, misalkan 2-3 untuk pengetahuan, 1-2 untuk keterampilan umum.
- CPMK harus dipetakan dengan CPL untuk memastikan bahwa CPL sudah didistribusikan ke seluruh mata kuliah

Tabel 7.1. Taksonomi Bloom Ranah Kognitif (BPPSDMK Kemkes, 2022; Mohammad et al., 2016; Tamayo, 2022)

Kategori	Tingkat	Definisi	Kata kerja
Mengingat (<i>remembering</i>)	C1	<ul style="list-style-type: none"> mengenali dan mengingat kembali pengetahuan yang relevan dari memori jangka panjang 	Mengetahui, menemukenali (identifikasi), mengingat kembali, membaca, menyebutkan, melafalkan/melafazkan, menuliskan, menghafal, menyusun daftar, menggarisbawahi, menjodohkan, memilih, memberi definisi, menyatakan dll.
Memahami (<i>Understanding</i>)	C2	<ul style="list-style-type: none"> membangun makna dari pesan lisan, tertulis dan grafis memahami informasi 	Menerjemahkan, menafsirkan, memperkirakan, menentukan, menjelaskan, memahami, mengartikan, menginterpretasikan, menceritakan, menampilkan, memberi contoh, merangkum, menyimpulkan, membandingkan, mengklasifikasikan, menunjukkan, menguraikan, membedakan, menyadur, meramalkan, memperkirakan, menerangkan, menggantikan, menarik kesimpulan, meringkas, mengembangkan, membuktikan dll.
Menerapkan (<i>Applying</i>)	C3	<ul style="list-style-type: none"> menggunakan informasi dengan cara baru mengaplikasikan yang diperoleh di kelas untuk situasi yang baru 	Memecahkan, membuat, menggunakan, melaksanakan, mengimplementasikan, menggunakan, mengonsepan, menentukan, memproseskan, mendemonstrasikan, menghitung, menghubungkan, melakukan, membuktikan, menghasilkan, memperagakan, melengkapi, menyesuaikan dll

Kategori	Tingkat	Definisi	Kata kerja
Menganalisis (<i>analysing</i>)	C4	<ul style="list-style-type: none"> membedakan antara bagian-bagian, bagaimana mereka berhubungan satu sama lain dan dengan keseluruhan struktur dan tujuan melihat pola 	Mengenali, memberikan, menganalisis, mendiferensiasikan, mengorganisasikan, mengatribusikan, mendiagnosis, memerinci, menelaah, mendeteksi, mengaitkan, memecahkan, menguraikan, memisahkan, menyeleksi, memilih, membandingkan, mempertentangkan, menguraikan, membagi, membuat diagram, mendistribusikan, menganalisis, memilah-milah, menerima pendapat dll.
Mengevaluasi (<i>Evaluating</i>)	C5	<ul style="list-style-type: none"> membuat penilaian dan membenarkan keputusan membandingkan dan membedakan antara ide-ide 	Menilai, mengecek, mengkritik, membuktikan, mempertahankan, memvalidasi, mendukung, memproyeksikan, memperbandingkan, menyimpulkan, mengkritik, mengevaluasi, memberi saran, memberi argumentasi, menafsirkan, merekomendasi, memutuskan dll.
Menciptakan (<i>Creating</i>)	C6	<ul style="list-style-type: none"> menyatukan elemen untuk membentuk keseluruhan fungsional, membuat produk atau sudut pandang baru menggunakan ide lama untuk membuat ide baru 	Menghasilkan, menyusun, membangun, merencanakan, memproduksi, mengkombinasikan, merancang, merekonstruksi, membuat, menciptakan, mengabstraksi, mengkategorikan, mengkombinasikan, mengarang, menciptakan, mendesain, menyusun kembali, merangkaikan, menyimpulkan, membuat pola dll.

Tabel 7.2. Taksonomi Bloom Ranah Afektif (BPPSDMK Kemkes, 2022; Mohammad et al., 2016; Tamayo, 2022)

Kategori	Tingkat	Definisi	Kata kerja
Menerima (<i>Receiving</i>)	A1	secara selektif memperhatikan rangsangan	Menunjukkan, mengakui, menanyakan, memilih, mengikuti, menjawab, melanjutkan, memberi, menyatakan, menempatkan dll.

Kategori	Tingkat	Definisi	Kata kerja
Merespon (<i>Responding</i>)	A2	merespon rangsangan	Mematuhi, berperan aktif, melaksanakan, membantu, menawarkan diri, menyambut, menolong, mendatangi, melaporkan, menyumbangkan, menyesuaikan diri, berlatih, menampilkan, membawakan, mendiskusikan, menyatakan setuju, mempraktekkan dll.
Menghargai (<i>Valuing</i>)	A3	menempelkan nilai atau menilai sesuatu	Menerima, menyepakati, menghargai, menunjukkan, melaksanakan, menyatakan pendapat, mengambil prakarsa, mengikuti, memilih, ikut serta, menggabungkan diri, mengundang, mengusulkan, membedakan, membimbing, membenarkan, menolak, mengajak dll.
Mengorganisasikan (<i>organizing</i>)	A4	mengkonseptualisasikan nilai dan menyelesaikan konflik antara nilai tersebut dengan nilai lainnya	Membentuk, menangkap, bertanggung jawab, mengintegrasikan, merumuskan, berpegang pada, menghubungkan, mengaitkan, menyusun, mengubah, melengkapi, menyempurnakan, menyesuaikan, menyamakan, mengatur, memperbandingkan, mempertahankan, memodifikasi, mengorganisasi, mengkoordinir, merangkai dll.
Karakterisasi menurut nilai (<i>internalizing</i>)	A5	mengintegrasikan nilai ke dalam sistem nilai yang mengontrol perilaku	Menunjukkan, mempertimbangkan, melibatkan, bertindak, menyatakan, memperhatikan, melayani, membuktikan, menunjukkan, bertahan, mempertimbangkan, mempersoalkan dll.

Tabel 7.3. Taksonomi Bloom Ranah Psikomotor (BPPSDMK Kemkes, 2022; Mohammad et al., 2016; Tamayo, 2022)

Kategori	Tingkat	Definisi	Kata kunci
Persepsi (<i>perception</i>)	P1	<ul style="list-style-type: none"> • merasakan isyarat yang memandu aktivitas <i>motoric</i> • kesadaran 	Mendeteksi (<i>detect</i>), mendengar (<i>hear</i>), mendengarkan (<i>listen</i>), mengamati (<i>observe</i>), Mempersepsikan (<i>perceive</i>), mengenali (<i>recognize</i>), melihat (<i>see</i>), menalar (<i>senses</i>), membaui (<i>smell</i>), merasa (<i>taste</i>), memandang (<i>view</i>), menonton (<i>watch</i>)
Atur (<i>set</i>)	P2	<ul style="list-style-type: none"> • siap secara mental, emosional, dan fisik untuk bertindak • kesiapan 	Menentukan sikap (<i>achieve a posture</i>), melanjutkan sikap tubuh (<i>resume a body stance</i>), menetapkan posisi tubuh (<i>establish a body position</i>), meletakkan tangan lengan, dll (<i>place hands, arms, etc.</i>), memposisikan tubuh (<i>position the body</i>), duduk (<i>sit</i>), berdiri (<i>stand</i>), menempatkan (<i>station</i>)
Respon terpandu (<i>guided response</i>)	P3	<ul style="list-style-type: none"> • meniru dan mempraktikkan keterampilan, sering kali dalam langkah-langkah terpisah • mencoba 	Menyalin (<i>copy</i>), menduplikat (<i>duplicate</i>), meniru (<i>imitate</i>), memanipulasi dengan panduan (<i>manipulate with guidance</i>), mengoperasikan di bawah pengawasan (<i>operate under supervision</i>), mempraktekkan (<i>practice</i>), mengulang (<i>repeat</i>), mencoba (<i>try</i>)
Mekanisme (<i>mechanism</i>)	P4	<ul style="list-style-type: none"> • melakukan tindakan disertai dengan peningkatan kepercayaan diri dan kemahiran • kemampuan dasar 	percaya diri (<i>complete with confidence</i>), mengadakan (<i>conduct</i>), mendemonstrasikan (<i>demonstrate</i>), menjalankan (<i>execute</i>), meningkatkan efisiensi (<i>improve efficiency</i>), meningkatkan kecepatan (<i>increase speed</i>), membuat (<i>make</i>), berkiprah (<i>pace</i>), menghasilkan (<i>produce</i>), menunjukkan ketangkasan (<i>show automatically</i>)

Kategori	Tingkat	Definisi	Kata kunci
Tanggapan terbuka yang lengkap (<i>complete overt response</i>)	P5	<ul style="list-style-type: none"> • bekerja secara otomatis • ahli 	bertindak seperti biasa (<i>act habitually</i>), maju dengan jaminan (<i>advance with assurance</i>), kontrol (<i>control</i>), langsung (<i>direct</i>), unggul (<i>excel</i>), memandu (<i>guide</i>), menjaga efisiensi (<i>maintain efficiency</i>), mengelola (<i>manage</i>), menguasai (<i>master</i>), mengatur (<i>organize</i>), sempurna (<i>perfect</i>), tampil secara otomatis (<i>perform automatically</i>), melanjutkan (<i>proceed</i>)
Adaptasi (<i>adaptation</i>)	P6	<ul style="list-style-type: none"> • menyesuaikan keahlian dengan masalah • kemampuan beradaptasi 	Menyesuaikan (<i>adapts</i>), menata ulang (<i>reorganizes</i>), mengubah (<i>alters</i>), merevisi (<i>revises</i>), perubahan (<i>changes</i>)
<i>Origination</i>	P7	<ul style="list-style-type: none"> • menciptakan kinerja baru untuk situasi tertentu • kemampuan kreatif 	Mendesain (<i>designs</i>), berasal (<i>originates</i>), menggabungkan (<i>combines</i>), menyusun (<i>composes</i>), mengkonstruksikan (<i>construct</i>)

Tabel 7.4. *Generic Skills* (Azli, 2022)

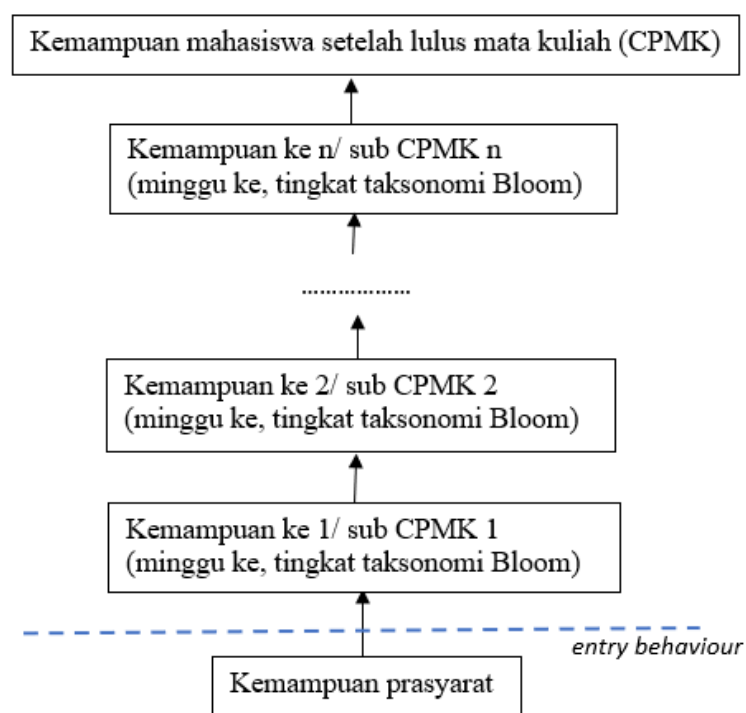
Elemen	Kualifikasi	Definisi
Kemampuan berkomunikasi (<i>communication skills</i>)	CS 1	Kemampuan untuk mempresentasikan ide dengan jelas, efektif dan percaya diri melalui mode tertulis dan lisan
	CS 2	Kemampuan untuk mendengarkan secara aktif dan merespons dengan tepat
	CS 3	Kemampuan untuk membuat presentasi yang jelas dan percaya diri sesuai dengan audiens
	CS 4	Kemampuan untuk menggunakan teknologi dalam presentasi
	CS 5	Kemampuan untuk bernegosiasi dan mencapai kesepakatan

Elemen	Kualifikasi	Definisi
Berpikir kritis dan pemecahan masalah (<i>critical thinking and problem-solving</i>)	CTPS 1	Kemampuan untuk mendefinisikan dan menganalisis masalah dalam domain yang kompleks, tumpang tindih, tidak terdefinisi dengan baik dan membuat penilaian yang didukung dengan baik
	CTPS 2	Kemampuan untuk menerapkan dan meningkatkan keterampilan berpikir khususnya keterampilan menalar, menganalisis, dan mengevaluasi
	CTPS 3	Kemampuan untuk mencari ide dan solusi alternatif
	CTPS 4	Kemampuan untuk berpikir dari sudut pandang yang lain (<i>out of the box</i>)
	CTPS 5	Kemampuan untuk memahami dan beradaptasi dengan budaya komunitas dan lingkungan kerja baru
Keterampilan kerja tim (<i>Team working skills</i>)	TW 1	Kemampuan untuk membangun hubungan yang baik, berinteraksi dengan orang lain dan bekerja secara efektif dengan mereka untuk memenuhi tujuan bersama
	TW 2	Kemampuan untuk memahami dan mengasumsikan peran pemimpin dan pengikut yang dapat dipertukarkan
	TW 3	Kemampuan untuk mengenali dan menghormati sikap, tindakan dan keyakinan orang lain
Manajemen informasi dan keterampilan belajar sepanjang hayat (<i>information management and lifelong learning skills</i>)	LL 1	Kemampuan untuk mencari dan mengelola informasi yang relevan dari berbagai sumber
	LL 2	Kemampuan untuk menerima ide-ide baru dan belajar secara mandiri dalam perolehan pengetahuan dan keterampilan baru
	LL 3	Kemampuan untuk mengembangkan pikiran yang ingin tahu yang didorong oleh hasrat untuk memperoleh pengetahuan
Keterampilan kewirausahaan (<i>Entrepreneurship skills</i>)	ES 1	Kemampuan untuk mengidentifikasi peluang bisnis
Keterampilan kepemimpinan dan	LS 1	Kemampuan untuk menunjukkan pengetahuan dasar tentang kepemimpinan

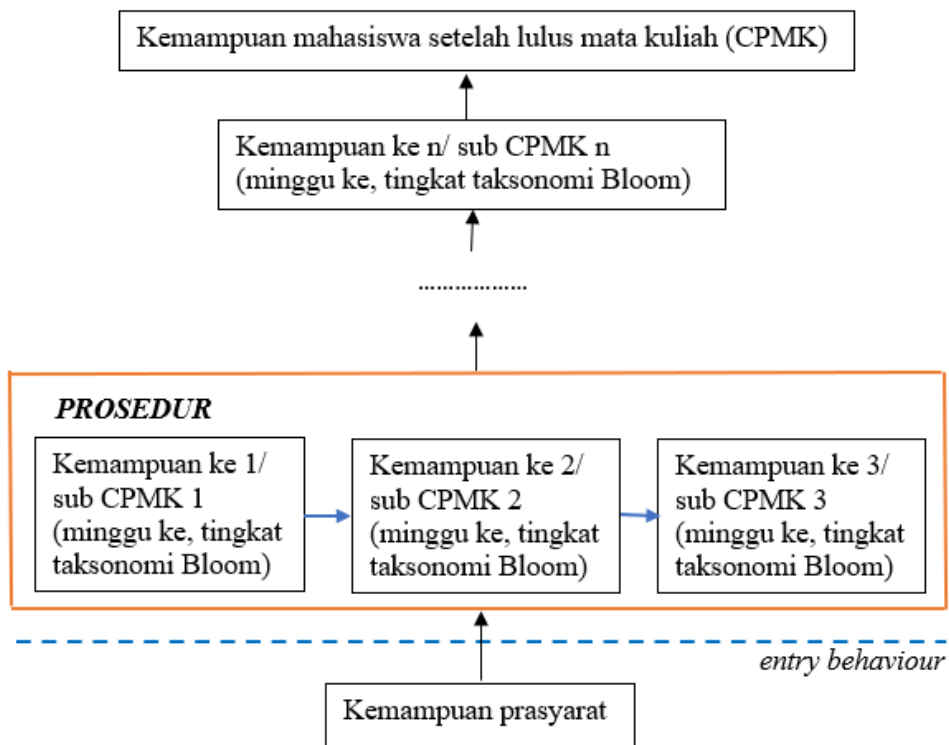
Elemen	Kualifikasi	Definisi
proaktif (<i>Leadership skills and proactiveness</i>)	LS 2	Kemampuan untuk mengambil tindakan dan membuat orang lain terlibat
Etika dan integritas (<i>Ethics and integrity</i>)	ET 1	Kemampuan untuk bertindak etis dan dengan rasa tanggung jawab sosial yang tinggi
	ET 2	Kemampuan untuk menganalisis dan membuat keputusan etis saat menghadapi masalah
	ET 3	Kemampuan untuk memahami dampak ekonomi, lingkungan dan sosial budaya dari praktik profesional

Sub CPMK

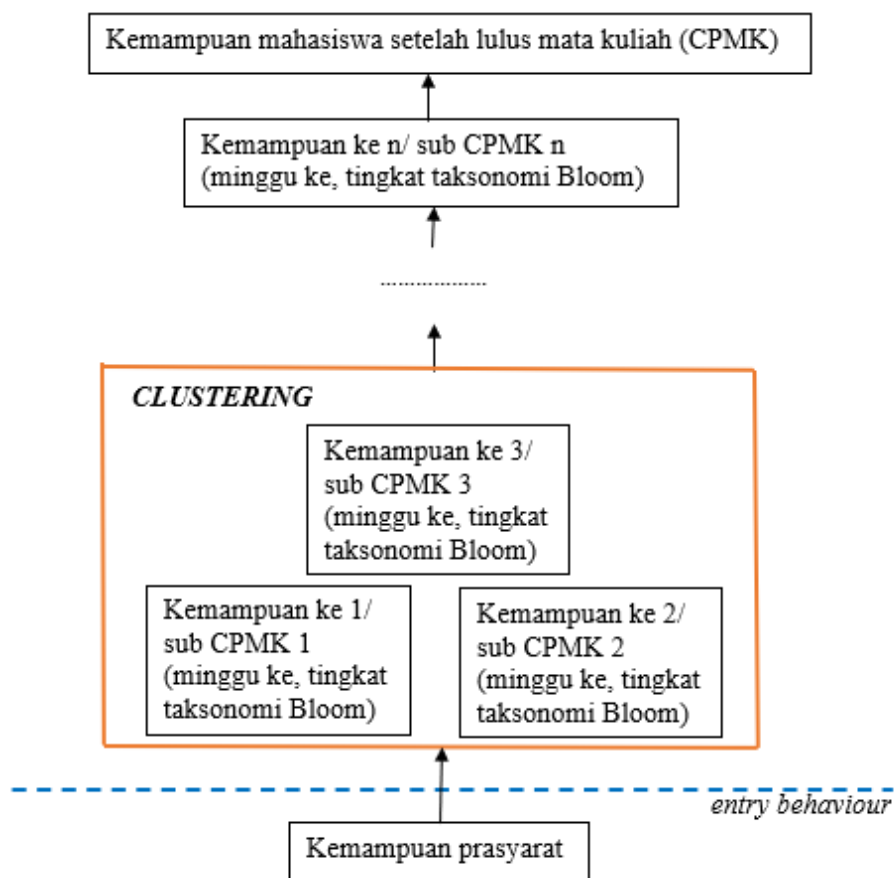
CPMK dijabarkan ke dalam sub CPMK. Sub-CPMK merupakan rumusan kemampuan akhir yang direncanakan pada tiap tahap pembelajaran berdasarkan rumusan CPMK, yang secara akumulatif berkontribusi terhadap pencapaian CPL. Sub CPMK dirumuskan sesuai dengan analisis pembelajaran mata kuliah atau urutan penyampaian bahan kajian/ materi kuliah. Struktur tahapan pembelajaran pada mata kuliah dapat berupa struktur hirarki (**Gambar 7.1**), struktur pengelompokan (**Gambar 7.2**), struktur prosedural (**Gambar 7.3**) dan struktur kombinasi (combination). Struktur kombinasi merupakan kombinasi dari dua atau tiga struktur (hirarki, prosedural, pengelompokan) (Junaedi dkk, 2020). Cara perumusan sub CPMK sama dengan CPMK dengan sistem ABCD dan mengacu pada ranah pembelajaran dan tingkat taksonominya.



Gambar 7.1. Analisis pembelajaran mata kuliah secara hirarki



Gambar 7.2. Analisis pembelajaran mata kuliah secara prosedur



Gambar 7.3. Analisis pembelajaran mata kuliah secara clustering

Contoh 1:

Pada mata kuliah Matematika III dengan pokok bahasan vektor dan matrik, yang mendukung CPL a dan Indikator kinerja butir 2 pada Tabel 6.1, rumusnya sebagai berikut:

Perumusan CPMK 1: Mahasiswa mampu menerapkan (C3) prinsip-prinsip vektor untuk memecahkan permasalahan vektor yang diberikan

Rumusan ABCD dari CPMK 1:

Audience : Mahasiswa

Behaviour : Menerapkan

Condition : Prinsip-prinsip vector

Degree : Memecahkan masalah sesuai permasalahan matrik yang diberikan

CPMK dan sub CPMK yang lebih lengkap untuk mata kuliah **Matematika 3** dapat dilihat pada **Tabel 7.5**.

Tabel 7.5. Contoh CPMK sesuai CPL-IK nya pada MK Matematika 3

Capaian Pembelajaran	Indikator Kinerja	CPMK	Sub CPMK
Kemampuan menerapkan pengetahuan matematika, ilmu pengetahuan alam dan/atau material, teknologi informasi dan keteknikan untuk mendapatkan pemahaman menyeluruh tentang prinsip-prinsip keteknikan (a)	Menerapkan metode dan prinsip-prinsip matematika untuk analisis atau mencapai solusi (a-2)	1. Mahasiswa mampu menerapkan (C3) prinsip-prinsip vektor untuk memecahkan permasalahan vector yang diberikan	1. Mahasiswa mampu menerapkan (C3) prinsip-prinsip vektor untuk menghitung kecepatan dan percepatan sesuai permasalahan vektor yang diberikan 2. Mahasiswa mampu menerapkan (C3) prinsip-prinsip vektor untuk menghitung kelengkungan dan torsi sesuai permasalahan vektor yang diberikan 3. Mahasiswa mampu menerapkan (C3) prinsip-prinsip vektor untuk mendapatkan persamaan bidang sesuai permasalahan vektor yang diberikan 4. dst.

Capaian Pembelajaran	Indikator Kinerja	CPMK	Sub CPMK
		2. Mahasiswa mampu menerapkan (C3) prinsip-prinsip matrik untuk memecahkan masalah sesuai permasalahan matrik yang diberikan	1. Mahasiswa mampu menerapkan (C3) prinsip-prinsip matrik untuk menyelesaikan penjumlahan dan perkalian matriks sesuai permasalahan matrik yang diberikan 2. dst

Contoh 2:

Pada mata kuliah **Irigasi** dengan pokok bahasan perencanaan petak sampai dengan bangunan irigasi, yang mendukung CPL b (indikator kinerja butir 2) dan CPL f (indikator kinerja butir 2) pada Tabel 6.1, rumusnya sebagai berikut:

Perumusan CPMK 1: Mampu menghitung (C3) secara mendetail dimensi saluran irigasi berdasarkan standar yang berlaku

Rumusan ABCD dari CPMK 1:

- Audience* : Mahasiswa
- Behaviour* : menghitung
- Condition* : secara mendetail dimensi saluran irigasi
- Degree* : berdasarkan standar yang berlaku

Perumusan CPMK 3: Mahasiswa mampu berkomunikasi (P4) dalam mempresentasikan hasil perencanaannya secara jelas, efektif dan percaya diri

Rumusan ABCD dari CPMK 3:

- Audience* : Mahasiswa
- Behaviour* : mampu berkomunikasi
- Condition* : dalam mempresentasikan hasil perencanaannya
- Degree* : secara jelas, efektif dan percaya diri

Ranah psikomotor ini juga bisa dimasukkan dalam *Generic Skill* berikut:

CS 1: Kemampuan untuk mempresentasikan ide dengan jelas, efektif dan percaya diri melalui mode tertulis dan lisan

CPMK dan sub CPMK yang lebih lengkap dapat dilihat pada **Tabel 7.6**.

Tabel 7.6. Contoh CPMK sesuai CPL-IK nya pada MK Irigasi

Capaian Pembelajaran	Indikator Kinerja	CPMK	Sub CPMK
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 (b)	Mampu mendesain komponen bangunan Teknik Sipil secara komprehensif dalam batas-batas yang realistis (b-2)	1. Mampu menghitung (C3) secara mendetail dimensi saluran irigasi berdasarkan standar yang berlaku	1. Mahasiswa mampu menjelaskan (C2) pengertian dasar Irigasi dan klasifikasinya berdasarkan standar yang berlaku 2. Mahasiswa mampu merancang (C3) jaringan Irigasi dan pembagian petak berdasarkan standar yang berlaku 3. Mahasiswa mampu menghitung (C3) kebutuhan Air Irigasi berdasarkan standar yang berlaku 4. dst
		2. Mampu menghitung (C3) secara mendetail dimensi bangunan irigasi berdasarkan standar yang berlaku	1. Mahasiswa mampu menghitung (C3) dimensi bangunan pengatur tinggi muka air berdasarkan standar yang berlaku 2. dst

Capaian Pembelajaran	Indikator Kinerja	CPMK	Sub CPMK
Kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan maupun tulisan (f)	Menerapkan presentasi lisan yang memiliki kualitas dan substansi profesional kepada audiens (f-2)	3. Mahasiswa mampu berkomunikasi dalam mempresentasikan hasil analisisnya secara jelas, efektif dan percaya diri (P4)	

BAB 8

PENETAPAN METODE PEMBELAJARAN

8.1 Metode Pembelajaran Berpusat pada Mahasiswa

Sesuai Pasal 11 Permendikbud Nomor 3 Tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi, salah satu karakteristik proses pembelajaran adalah berpusat pada mahasiswa. Capaian pembelajaran lulusan diperoleh melalui suatu proses pembelajaran yang mengedepankan pengembangan kreativitas, kapasitas, kepribadian, dan kebutuhan mahasiswa, serta kemandirian dalam mencari dan menemukan pengetahuannya.

Metode pembelajaran yang berpusat pada dosen (*Teacher Centered Learning/TCL*), ditandai dengan dosen memegang kendali penuh dalam proses pembelajaran sedangkan mahasiswa bersifat pasif sebagai pendengar. Metode ini sudah tidak lagi relevan karena tidak mampu menghasilkan mahasiswa yang kreatif dan mandiri dalam menemukan pengetahuannya. Metode pembelajaran ini digantikan dengan pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa (*Student Centered Learning/SCL*). Pendekatan dengan Metode SCL diharapkan dapat meningkatkan kemampuan *High Order Thinking Skills* (HOTS) terutama pada aspek 4C (*Creativity, Critical Thinking, Communication and Collaboration*).

Terdapat berbagai metode SCL, yaitu *Small Group Discussion* (SGD), *role-play and simulation*, *case-based learning*, *collaborative learning*, *cooperative learning*, *project-based learning*, *problem-based learning*, *discovery learning and inquiry*, *self-directed learning*, dan *contextual instruction* (Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kemendikbudristek, 2023).

8.1.1 Diskusi Kelompok (*Small Group Discussion*)

Small Group Discussion (SGD) adalah suatu metode pembelajaran dimana mahasiswa dibagi kedalam beberapa kelompok diskusi kecil. Satu kelompok dapat terdiri dari 3-5 mahasiswa. Dalam setiap kelompok, mahasiswa berinteraksi, melakukan diskusi, bertukar pikiran, informasi, dan pendapat dalam memecahkan suatu topik permasalahan. Kegiatan mahasiswa antara lain: mempresentasikan makalah; berdiskusi; memberi dan menerima umpan balik; mengemukakan ide-ide; menyimpulkan poin-poin penting dalam diskusi; mengerjakan quiz; mengerjakan tugas; membandingkan teori, konsep, isu; dan belajar menyelesaikan masalah. Dosen berperan sebagai pendamping, motivator dan fasilitator bagi kelompok belajar mahasiswa. Selain itu dosen juga bertugas untuk menyiapkan bahan ajar dan menyusun panduan diskusi. Dosen bertindak sebagai moderator dan memberikan masukan saat berakhirnya diskusi. Dosen selanjutnya memberikan penilaian terhadap setiap mahasiswa terkait penguasaan materi, sikap dan keterampilan pada saat diskusi.

8.1.2 Bermain Peran dan Simulasi (*role-play and simulation*)

Role-Play adalah suatu metode pembelajaran dimana mahasiswa bermain peran dalam suatu skenario kasus tertentu. Adapun kasus yang diangkat adalah kasus yang ada dalam dunia nyata yang kira-kira nanti akan dihadapi mahasiswa setelah lulus nanti. Misalnya kasus yang diangkat adalah kejadian keruntuhan sebuah jembatan. Mahasiswa

dibagi kedalam kelompok dan setiap kelompok memiliki peran yang berbeda seperti perencana, pelaksana, pengawas, dan pemilik (*owner*). Setiap kelompok memaparkan makalahnya sesuai tugas peran yang diberikan, lalu dilakukan diskusi. Adapun aktivitas dosen dan mahasiswa adalah sebagai berikut:

- a. Aktivitas Dosen
 - 1) menyiapkan kasus;
 - 2) menyiapkan tata tertib dan peran setiap kelompok;
 - 3) menjadi fasilitator dalam pelaksanaan;
 - 4) memberikan masukan; dan
 - 5) melakukan evaluasi.
- b. Aktivitas Mahasiswa
 - 1) mempelajari kasus yang diberikan;
 - 2) menyiapkan materi sesuai peran yang diberikan;
 - 3) melakukan diskusi kelompok;
 - 4) mempresentasikan makalah sesuai peran yang diberikan; dan
 - 5) mendiskusikan dan menyimpulkan hasil pelaksanaan.

8.1.3 Pembelajaran Berbasis Kasus (*case-based learning*)

Pembelajaran berbasis kasus adalah suatu metode pembelajaran dimana mahasiswa dihadapkan pada upaya pemecahan suatu kasus nyata di lapangan sesuai bidang keilmuannya. Metode pembelajaran ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa untuk memecahkan masalah dan mengambil suatu keputusan. Pembelajaran bersifat aktif dimana mahasiswa belajar untuk memecahkan suatu kasus nyata (*learning by doing*). Kasus yang diangkat dapat berupa suatu cerita nyata atau rekaan yang relevan sesuai topik mata kuliah yang memerlukan analisis untuk pengambilan suatu keputusan.

Kasus yang diangkat berasal dari kejadian nyata, misalnya terjadinya keruntuhan suatu bangunan, kemacetan lalu lintas, kecelakaan, dan lainnya sesuai topik mata kuliah. Kasus dapat pula suatu kejadian yang pernah atau sedang terjadi yang dialami oleh suatu perusahaan di bidang Teknik Sipil. Mahasiswa ditugaskan untuk mencari data dan informasi terkait kejadian yang terjadi serta melakukan inventarisasi upaya yang dilakukan oleh pihak perusahaan untuk menangani kejadian tersebut. Selanjutnya mahasiswa dibagi kedalam beberapa kelompok untuk mengevaluasi kasus yang ada serta berupaya memberikan solusi alternatif selain solusi yang telah dilakukan oleh perusahaan.

Dalam metode pembelajaran ini, aktivitas dosen dan mahasiswa sebagai berikut:

- a. Aktivitas Dosen
 - 1) menyiapkan kasus sesuai dengan CPMK;
 - 2) menyiapkan panduan tahapan penyelesaian suatu kasus;
 - 3) membagi mahasiswa kedalam beberapa kelompok;
 - 4) melakukan pengamatan terhadap proses kerja kelompok;
 - 5) mengevaluasi keaktifan setiap mahasiswa dalam kelompok;
 - 6) menjadi fasilitator dalam diskusi;
 - 5) memberikan masukan; dan
 - 6) mengevaluasi hasil belajar.

- b. Aktivitas Mahasiswa
 - 1) melakukan kajian pustaka terkait kasus yang diberikan;
 - 2) memperhatikan capaian pembelajaran yang diperoleh;
 - 3) mendiskusikan kasus dalam kelompok dan melakukan analisis untuk menentukan berbagai alternatif penyelesaian; dan
 - 4) mempresentasikan tugas.

8.1.4 Pembelajaran Kolaboratif (*collaborative learning*)

Collaborative Learning (CL) adalah suatu metode pembelajaran dimana mahasiswa belajar dalam suatu kelompok dengan struktur kelompok yang heterogen. Mahasiswa belajar dalam kelompok dengan tugas yang berbeda untuk mencapai tujuan Bersama. Kerjasama mahasiswa dalam suatu kelompok berdasarkan kesepakatan yang dibangun sendiri oleh kelompok tersebut. Masalah/tugas/kasus diberikan oleh dosen dan bersifat *open ended*. Pembentukan kelompok didasarkan pada minat, prosedur kerja, waktu dan tempat diskusi/kerja melalui kesepakatan bersama antar anggota. Keberhasilan metode ini sangat didukung oleh persiapan yang baik dan aktivitas dosen sebagai fasilitator. Persiapan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

a. Desain Mata kuliah

Desain mata kuliah berisikan judul mata kuliah, tujuan, topik, dan tahapan kegiatan dalam menyelesaikan tugas secara berkelompok.

b. Capaian Pembelajaran

Capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK) setidaknya meliputi kemampuan: 1) memperoleh penghargaan, 2) berpendapat dan toleransi, 3) membuat *networking*, 4) menyampaikan ide, 5) membuat keputusan kolektif, 6) mengatur waktu, dan 7) meningkatkan perspektif baru.

c. Pemilihan Materi

Pemilihan materi meliputi: 1) perencanaan tugas yang bersifat terbuka, 2) pengerjaan tugas diawali dengan pemahaman terhadap konsep teori terkait tugas yang diberikan, dan 3) hasil kajian pustaka didiskusikan dalam kelompok untuk mendapatkan kesepakatan.

d. Fasilitator

Dosen sebagai fasilitator perlu memiliki: 1) kemampuan merencanakan tugas yang terbuka, 2) kemampuan memberikan instruksi dan memotivasi, dan 3) kemampuan sebagai fasilitator.

e. Peserta Pembelajaran

Mahasiswa perlu memiliki: 1) pemahaman awal terkait tugas, 2) kemampuan bekerja sama dalam kelompok, dan 3) kemampuan berdiskusi dan melakukan analisis.

f. Bahan dan Sumber Pembelajaran

Bahan dan sumber pembelajaran meliputi: 1) tugas yang dirancang dosen, 2) materi utama, dan 3) materi pendukung.

g. Sarana dan Prasarana

Sarana dan prasarana yang dibutuhkan meliputi: 1) ruang kuliah yang memadai untuk bekerja secara berkelompok, 2) ruang kerja dan diskusi kelompok lengkap dengan peralatannya, 3) perpustakaan, dan 4) laboratorium.

h. Rencana Penilaian/Asesmen

Rencana penilaian diperlukan agar ketercapaian CPMK dapat diukur dengan valid. Diperlukan indikator dan kriteria penilaian yang jelas dan terukur serta adanya instrumen penilaian yang berupa rubrik atau portofolio. Penilaian yang dilakukan meliputi aspek kognitif, psikomotorik dan afektif. Proses penilaian juga melibatkan penilaian antar mahasiswa (*peer evaluation*).

8.1.5 Pembelajaran Kooperatif (*cooperative learning*)

Cooperative Learning (CoL) adalah suatu metode pembelajaran dimana mahasiswa belajar dalam kelompok dengan tugas yang sama untuk mencapai tujuan bersama. Kelompok yang dibentuk terdiri atas beberapa orang mahasiswa, yang memiliki kemampuan akademik heterogen. Metode ini sangat terstruktur dimana dosen sebagai fasilitator telah merancang pembentukan kelompok, materi, tahapan, serta produk yang harus dihasilkan. Setiap mahasiswa berperan aktif dalam diskusi kelompok dan mengikuti tahapan prosedur yang telah dibuat oleh dosen.

Tahapan pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

- 1) penyiapan masalah/kasus atau tugas;
- 2) perancangan tahapan proses belajar;
- 3) penyampaian tujuan dan pemberian motivasi kepada mahasiswa;
- 4) penyampaian informasi atau konsep pembelajaran;
- 5) pembagian kelompok;
- 6) pemberian bimbingan dan pemantauan setiap kelompok; dan
- 7) pelaksanaan evaluasi.

8.1.6 Pembelajaran Berbasis proyek (*project-based learning*)

Pembelajaran berbasis proyek dimaksudkan untuk memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengerjakan tugas (berupa sebuah proyek). Proyek ini dirancang secara sistematis dimana mahasiswa mengerjakannya secara berkelompok, kemudian menghasilkan kerja kelompok berupa produk yang dapat dipertanggungjawabkan. Dalam metode ini, dosen sebagai fasilitator bertugas merancang suatu tugas (sebuah proyek), sehingga mahasiswa memperoleh pengetahuan, keterampilan dan sikap sesuai CPMK yang telah ditetapkan, melalui proses pencarian/penggalian (*inquiry*) yang terstruktur dan kompleks, lalu merumuskan dan melakukan proses pembimbingan.

Metode ini paling tidak diimplementasikan setelah semester ke-2, agar mahasiswa mendapatkan bekal teori yang memadai. Dalam taksonomi *Bloom*, metode ini masuk dalam tingkat kemampuan mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi, dan berkreasi. Proyek yang diberikan dapat merupakan gabungan dari beberapa mata kuliah yang diaplikasikan untuk menyelesaikan suatu permasalahan tertentu. Proses pembelajaran diawali dengan mengidentifikasi permasalahan dengan jelas, dilanjutkan dengan

perancangan proyek untuk menciptakan produk, lalu membuat jadwal dan pembagian tugas, kemudian kegiatan monitoring dan evaluasi progres, penilaian terhadap produk yang dihasilkan dan terakhir adalah evaluasi proses pembelajaran. Tahapan kegiatan digambarkan dalam suatu *flow chart* dan rancangan berupa diagram blok. Setiap bagian diagram blok perlu disusun dengan jelas dan dapat diuji kesesuaiannya. Tugas ditulis dalam bentuk laporan dan dipresentasikan. Diskusi dilakukan untuk mendapatkan masukan-masukan penyempurnaan sehingga proyek dapat diselesaikan dengan baik.

Dengan penerapan metode ini, mahasiswa akan mendapat pengalaman otentik dalam mengembangkan keterampilannya untuk memecahkan masalah nyata di lapangan melalui kerja kelompok. Pengalaman ini diperlukan oleh mahasiswa sebagai lulusan nantinya untuk dapat bersaing dalam dunia kerja. Melalui penerapan metode ini diharapkan dapat mempersiapkan lulusan yang lebih siap ketika memasuki dunia kerja nantinya.

Karakteristik metode pembelajaran ini adalah sebagai berikut.

1) Pertanyaan pendorong

- a. pertanyaan pendorong terkait dengan masalah nyata di lapangan;
- b. pertanyaan bersifat terbuka dan menantang bagi mahasiswa untuk menyelesaikan tugasnya secara berkelompok.

2) Tujuan Pembelajaran

- a. metode ini memungkinkan mahasiswa untuk mempelajari bahan kajian baru dan memperoleh keterampilan sesuai CPMK yang telah ditetapkan;
- b. metode ini memerlukan waktu belajar lebih lama dari pembelajaran konvensional;
- c. mahasiswa memiliki pemahaman teori yang baik dan mampu menjawab permasalahan secara berkelompok.

3) Pengalaman Ilmiah

- a. mahasiswa aktif melakukan studi pustaka dan mengembangkan metode untuk memecahkan permasalahan;
- b. pengalaman ilmiah yang dilakukan merupakan *inquiry-based learning* yang terdiri atas tahapan berikut.
 - orientasi ke topik: memiliki permasalahan tertentu sesuai bahan kajian;
 - konseptualisasi: merumuskan permasalahan dan menyusun hipotesis (jika ada);
 - investigasi: eksplorasi (jika hanya ada pertanyaan penelitian tetapi tidak ada hipotesis) atau melakukan eksperimen (jika ada hipotesis), dilanjutkan interpretasi data;
 - kesimpulan: menyusun simpulan;
 - diskusi: mendiskusikan hasil;
 - refleksi.

4) Kolaborasi

Proyek dikerjakan dengan berkolaborasi untuk melatih *soft skill*.

5) Menggunakan teknologi

Mahasiswa menerapkan teknologi dalam proses pengumpulan, analisis data dan presentasi. Dosen menerapkan teknologi dalam menyampaikan materi, kegiatan fasilitasi, pemantauan dan penilaian.

6) Menghasilkan produk

- a. output dari proses pembelajaran adalah suatu produk yang merupakan solusi atas permasalahan. Produk inilah yang membedakan dengan metode *problem-based learning* (pembelajaran berbasis masalah);
- b. produk yang dihasilkan memenuhi kriteria sebagai berikut:
 - dapat menjawab permasalahan atau pertanyaan pendorong;
 - memperlihatkan tingkat pemahaman konsep;
 - membantu mahasiswa untuk menguasai konsep bahan kajian yang dipelajari;
 - bermakna; dan
 - berupa penyelesaian permasalahan atau jawaban atas pertanyaan pendorong.

8.1.7 Pembelajaran Berbasis Masalah (*problem-based learning*)

Metode *Problem Based Learning* (PBL) adalah suatu metode pembelajaran yang menggunakan masalah sebagai fokus belajar untuk mengembangkan keterampilan memecahkan masalah dunia nyata, penguasaan materi dan pengaturan diri. Mahasiswa dituntut aktif menggali/mencari informasi (*inquiry*) dan menggunakannya untuk memecahkan masalah yang diberikan. Secara berkelompok, mahasiswa menganalisis strategi pemecahan masalah dan mempresentasikan hasilnya di kelas. Dengan penerapan metode ini diharapkan mahasiswa memiliki kompetensi tertentu dalam menyelesaikan masalah yang terjadi di dunia nyata.

Masalah yang dibahas bersifat otentik, yaitu masalah nyata di lapangan di bidang Teknik Sipil yang kira-kira akan dihadapi mahasiswa setelah lulus nanti. Masalah diuraikan dengan jelas sehingga mudah dipahami, mencakup semua materi sesuai dengan waktu, ruang, dan sumber daya yang tersedia. Petunjuk teknis penyelesaian suatu masalah harus disiapkan dengan baik oleh dosen agar pemecahan masalah sesuai dengan yang diharapkan. Dosen bertindak sebagai fasilitator dan motivator serta melakukan evaluasi terhadap kinerja mahasiswa.

8.1.8 Discovery Learning and Inquiry

Discovery Learning adalah suatu metode pembelajaran dimana mahasiswa tidak mempelajari sesuatu secara final, tetapi mendapat kesempatan untuk mengelola materi belajarnya sendiri, menemukan konsep melalui proses pengamatan, pengukuran, prediksi dan penentuan. Perbedaannya dengan *Inquiry* yaitu pada *discovery*, masalah disiapkan dan direkayasa oleh dosen, sedangkan pada *Inquiry*, masalah bukan direkayasa tapi dari kondisi nyata di lapangan. Banyak pertanyaan atau permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang dapat dipergunakan, yang menumbuhkan rasa ingin tahu mahasiswa, sehingga mendorong mahasiswa untuk melakukan proses penyelidikan secara ilmiah sampai menemukan solusinya. Mahasiswa dibiasakan untuk bekerja secara ilmiah sehingga nantinya terampil dalam memecahkan berbagai permasalahan. Dalam penerapan metode ini, mahasiswa diharapkan dapat menemukan sendiri ilmu pengetahuan atau solusi dari suatu permasalahan melalui proses penelusuran,

pengumpulan data/informasi, analisis data, penarikan kesimpulan, sampai menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah.

Prinsip dari metode ini adalah sebagai berikut:

- 1) permasalahan yang menarik atau trend yang sedang terjadi yang mengusik rasa ingin tahu mahasiswa;
- 2) mahasiswa difasilitasi untuk mencari sendiri solusinya;
- 3) mahasiswa melakukan pengumpulan data/informasi yang diperlukan; dan
- 4) mahasiswa didorong untuk meningkatkan kemampuan berpikir induktif berbasis data (*data-driven*).

Aktivitas dosen dan mahasiswa adalah sebagai berikut.

Aktivitas dosen

- 1) menyiapkan permasalahan yang dapat menimbulkan rasa ingin tahu mahasiswa;
- 2) memfasilitasi pembentukan kelompok;
- 3) menyampaikan stimulus;
- 4) melakukan memonitoring dan evaluasi; dan
- 5) memfasilitasi pelaksanaan presentasi/diskusi kelas hingga menghasilkan kesimpulan.

Aktivitas mahasiswa

- 1) membentuk kelompok;
- 2) mencermati permasalahan dan merumuskannya;
- 3) menyusun hipotesis;
- 4) merancang aktivitas untuk menguji hipotesis;
- 5) melaksanakan pengumpulan data;
- 6) melaksanakan analisis data dan pengujian hipotesis;
- 7) menarik kesimpulan; dan
- 8) berperan aktif dalam diskusi kelas.

8.1.9 Self Directed Learning

Self-Directed Learning (SDL) adalah suatu metode pembelajaran dimana mahasiswa belajar berdasarkan pengalamannya sendiri (pembelajaran mandiri). Dalam hal ini, setiap mahasiswa diberi kesempatan untuk berinisiatif, dengan atau tanpa bantuan orang lain, dalam merencanakan kebutuhan belajarnya, merumuskan langkah untuk mencapai capaian pembelajaran, mengidentifikasi sendiri sumber belajar, memilih dan menerapkan strategi pembelajaran, serta mengevaluasi hasil pembelajaran. Sehingga mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan belajar secara mandiri untuk mencari, berdiskusi, dan bereksperimen dengan menerapkan teknologi atau sumber daya lain yang mungkin tidak dikenal sebelumnya.

Tahapan metode pembelajaran ini adalah sebagai berikut:

- 1) memahami capaian pembelajaran;
- 2) menciptakan lingkungan yang kondusif;
- 3) membekali mahasiswa dengan keterampilan dan pengalaman yang memadai;

- 4) mendiskusikan dengan setiap mahasiswa tentang proposal, kontrak, atau perencanaan untuk memenuhi CPMK, CPL dan tujuan individunya; dan
- 5) menetapkan proses untuk penilaian diri, prosedur, dan evaluasi kemajuan belajarnya.

Dalam penerapan metode ini, mahasiswa diberikan pemahaman bahwa mereka harus memiliki rasa tanggungjawab terhadap tindakan yang dilakukan dan dipikirkan selama proses belajar. Asumsi dalam penerapan metode pembelajaran ini adalah sebagai berikut:

- 1) mahasiswa menjadi individu yang mampu belajar mandiri dan tidak bergantung pada orang lain;
- 2) pengalaman merupakan sumber belajar yang sangat bermanfaat;
- 3) kesiapan belajar mandiri; dan
- 4) menjaga hubungan yang baik antara dosen dan mahasiswa serta saling melengkapi.

Dosen berperan sebagai fasilitator dan membantu mahasiswa saat mengalami kesulitan dalam memahami suatu konsep/teori. Dalam metode ini, mahasiswa tidak sepenuhnya dilepaskan dalam proses belajarnya, tetapi dibimbing oleh dosen. Kelebihan metode ini antara lain mahasiswa dapat belajar: 1) sesuai dengan gaya belajar, minat dan bakatnya, 2) dari berbagai sumber belajar, 3) materi yang menjadi minatnya, dan 4) mengembangkan pengetahuan dan keterampilannya. Sedangkan kelemahan metode ini antara lain: 1) diperlukan keaktifan mahasiswa, dan 2) mahasiswa belum mengetahui potensi diri dan minatnya.

Penilaian hasil belajar dalam metode ini tidak dapat dilakukan secara bersamaan karena bervariasinya proses belajar setiap mahasiswa. Diperlukan waktu yang cukup oleh Dosen untuk mengevaluasi dan memberikan umpan balik kepada setiap mahasiswa.

8.1.10 Contextual Instruction (CI)

Contextual Instruction adalah suatu metode pembelajaran yang mengaitkan antara konsep atau teori dengan dunia nyata. Mahasiswa melakukan studi lapangan untuk mengamati kesesuaian antara konsep/teori dengan dunia nyata. Menurut Gibbon (2002) strategi pembelajaran dengan metode ini meliputi *Relating, Experiencing, Applying, Cooperating and Transferring* (REACT).

Relating (menghubungkan) merupakan bagian penting dalam pembelajaran konstruktivisme. Dalam hal ini, mahasiswa menghubungkan teori baru yang dipelajarinya dengan pengalaman hidup atau pengetahuan sebelumnya yang dibawa ke kelas. Jika mahasiswa tidak memiliki pengalaman atau pengetahuan sebelumnya maka dosen memfasilitasi dengan menginformasikan pengalaman melalui demonstrasi, penayangan video atau bentuk lain yang terkait peristiwa atau fenomena yang ada.

Experiencing atau mengalami, mahasiswa belajar melalui pengalaman langsung di kelas seperti kegiatan praktikum laboratorium.

Applying, mahasiswa dapat menerapkan teori yang dipelajarinya melalui suatu kegiatan proyek dengan dibimbing oleh Dosen.

Cooperating, mahasiswa bekerja sama dalam kelompok untuk menyelesaikan tugas dan mendapatkan pengalaman nyata.

Transferring, penyampaian adalah strategi pembelajaran dimana mahasiswa diberi kesempatan untuk menyampaikan pengalaman dan pengetahuan baru yang diperolehnya.

Temuan yang diperoleh tiap kelompok dipresentasikan, didiskusikan dan disimpulkan, sehingga menjadi suatu pengetahuan baru.

8.2 Strategi Pemilihan Metode Pembelajaran

Kurikulum yang telah disusun dengan baik, perlu diikuti dengan ketepatan pemilihan metode pembelajaran. Dari berbagai metode pembelajaran SCL yang telah diuraikan di atas, dapat dipilih salah satu atau kombinasi beberapa metode yang disesuaikan dengan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan. Hal ini merupakan tanggung jawab setiap Dosen pengampu suatu mata kuliah untuk memilih metode pembelajaran yang tepat sesuai CPMK pada saat menyusun Rencana Pembelajaran Semester (RPS).

Metode pembelajaran merupakan suatu cara untuk mencapai keberhasilan CPMK. Berbagai faktor mempengaruhi pemilihan metode pembelajaran, seperti keselarasan dengan CPMK, karakteristik materi ajar, karakteristik mahasiswa, ketersediaan sumber daya, dan lingkungan belajar (Biggs, 1996; Murlidhar and Shastri, 2016; Taylor and Hamdy, 2013), sebagaimana diuraikan berikut ini.

a. Keselarasan dengan CPMK

Proses pembelajaran pada suatu mata kuliah diarahkan untuk dapat menghantarkan mahasiswa meraih CPMK. Dengan demikian, diperlukan adanya keselarasan antara metode pembelajaran yang diterapkan dengan CPMK. Keselarasan juga diperlukan pada tahap penilaian pembelajaran (Biggs, 1996).

b. Karakteristik Materi Ajar

Materi ajar sangat terkait dengan CPMK, sehingga diperlukan adanya keselarasan antara materi ajar, metode pembelajaran dan CPMK. Karakteristik materi ajar berbeda-beda untuk setiap mata kuliah. Pemilihan metode pembelajaran juga perlu diselaraskan dengan karakteristik materi ajar.

c. Karakteristik Mahasiswa

Karakteristik mahasiswa bervariasi, baik dari segi jenis kelamin, umur, sosial-budaya, ekonomi, dan pengalaman belajar. Oleh karena itu, metode SCL yang diterapkan perlu untuk memperhatikan keragaman karakteristik mahasiswa tersebut, sehingga setiap mahasiswa bisa terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran.

d. Ketersediaan Sumber Daya

Ketersediaan sarana dan prasarana seperti ruang kuliah, peralatan, laboratorium, perpustakaan, fasilitas internet, laboran yang bersertifikat kompetensi, dan pustakawan, akan mempengaruhi proses pembelajaran. Kelengkapan sarana dan prasarana pembelajaran akan mempengaruhi pemilihan dan penerapan metode pembelajaran.

e. Lingkungan Belajar

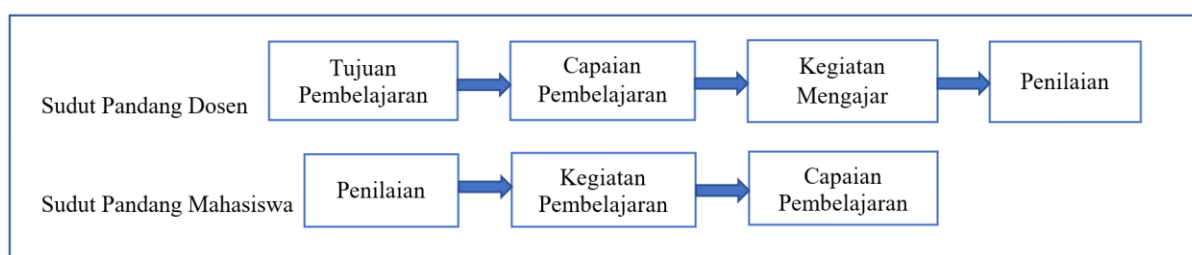
Lingkungan belajar yang kondusif akan mempengaruhi pemilihan metode pembelajaran. Lingkungan belajar yang kondusif dapat meningkatkan interaksi antara dosen dan mahasiswa, antar mahasiswa, serta antara mahasiswa dan sumber belajarnya. Kegiatan belajar yang dilaksanakan di kelas dan di laboratorium berbeda, sehingga metode pembelajaran yang dipilih harus memperhatikan kondisi lingkungan belajar mahasiswa.

BAB 9

STRATEGI DAN METODE ASESMEN

9.1. Pengukuran Hasil Pembelajaran Matakuliah

Jenis asesmen yang tepat akan ditentukan oleh indikator ketercapaian CP. Dalam proses asesmen, perspektif yang berbeda antara dosen dan mahasiswa harus diklarifikasi dan dijelaskan kepada mahasiswa agar keduanya memiliki pandangan dan keputusan yang sama tentang model asesmen. Mahasiswa diharapkan dapat mempersiapkan membuat model pembelajaran setelah mereka mengetahui CP yang diharapkan dan model asesmen yang akan digunakan. Gambar 9.1 menunjukkan ilustrasi perbedaan pandangan antara dosen dan mahasiswa saat melakukan asesmen.



Gambar 9.1 Ilustrasi perbedaan perspektif pada pelaksanaan asesmen

Bentuk asesmen atau penilaian yang dapat dilakukan dalam pembelajaran dijelaskan dalam Tabel 9.1.

Tabel 9.1. Bentuk asesmen yang dapat dilakukan (Arifin dkk, 2018)

Bentuk Asesmen	Bentuk Pembelajaran yang sangat memungkinkan untuk dinilai
Bentuk Esai	
Ujian esai	Pertanyaan secara langsung, kecepatan struktur
Open book	Seperti ujian, dengan memori terbatas, cakupan
Tugas take home	Membaca dalam cakupan yang luas, menghubungkan mengatur, menerapkan
Test Obyektif	
Pilihan Ganda	Pengakuan, strategi, daya pemahaman
Hasil yang diperintahkan	Hirarki pemahaman
Penilaian Kinerja	
Praktikum	Keterampilan dalam kerja nyata
Seminar, presentasi	Kemampuan berkomunikasi
Poster	Konsentrasi pada relevansi, aplikasi
Wawancara	Menanggapi secara interaktif
Wawancara atas kejadian kritis	Refleksi, aplikasi, perasaan terhadap relevansi
Proyek	Aplikasi, keterampilan dalam penelitian
Reflektif Jurnal	Refleksi, aplikasi, perasaan terhadap relevansi
Studi kasus, masalah	Aplikasi, keterampilan profesional
Portofolio	Refleksi, kreativitas, hasil yang tidak diinginkan

Model asesmen diperlukan untuk mengukur ketercapaian CP. Model asesmen tradisional dinilai banyak memiliki kelemahan dan kurang sesuai jika diterapkan pada kurikulum OBE. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyesuaian model asesmen pada kurikulum OBE. Perbedaan prinsip antara model asesmen tradisional dan model asesmen alternatif yang dapat digunakan pada kurikulum OBE dapat dilihat pada **Tabel 9.2**.

Tabel 9.2. Perbandingan antara asesmen tradisional dengan asesmen alternatif untuk kurikulum OBE (Arifin dkk, 2018)

No	TRADITIONAL Assessment (Teaching Centered Learning)	→	ALTERNATIVE Assessment (Student Centered Learning)
1	Samples: multiple choice test, matching test, true-false test, completion test	→	Samples: student experiment, debates, portfolios, student product
2	Evaluation judgment based on objective recording and interpretation of scores	→	Evaluation judgment based on observation and subjective, professional, judgement
3	Focus more on score of students as it compares with scores of other students	→	Focus on individual student in light of his or her learning
4	Enables evaluator to present student knowledge as a score only	→	Enables evaluator to create an evaluation story regarding an individual or group
5	Evaluation tends to be generalized	→	Evaluation tends to be idiosyncratic
6	Furnishes data in ways that inhibit curricular or instructional action	→	Furnishes data in ways that allow curricular action
7	Tends to place evaluation under the selves of the teacher or external	→	Allows students to participate in their assessment

Salah satu hal penting berikutnya adalah kriteria soal yang digunakan pada asesmen. Kriteria soal harus disesuaikan dan harus menunjukkan sifat yang dijabarkan pada Tabel 9.3.

Tabel 9.3. Kriteria soal test (Aisjah, 2019)

Kriteria	
Valid	Teruji kebenaran soal
Relevan	Sesuai dengan kompetensi/outcome
Spesifik	Tidak bias
Representatif	Mewakili elemen Kompetensi
Seimbang	Sesuai dengan bobot kompleksitas bahan kajian
Terbuka	Sesuai dengan Rencana Pembelajaran (RP) yang telah disepakati antara Dosen dengan Mahasiswa

Model pembelajaran harus disesuaikan dengan bentuk asesmen yang dilakukan agar setiap aspek kemampuan baik dari kognitif, afektif, dan psikomotorik dapat tercapai

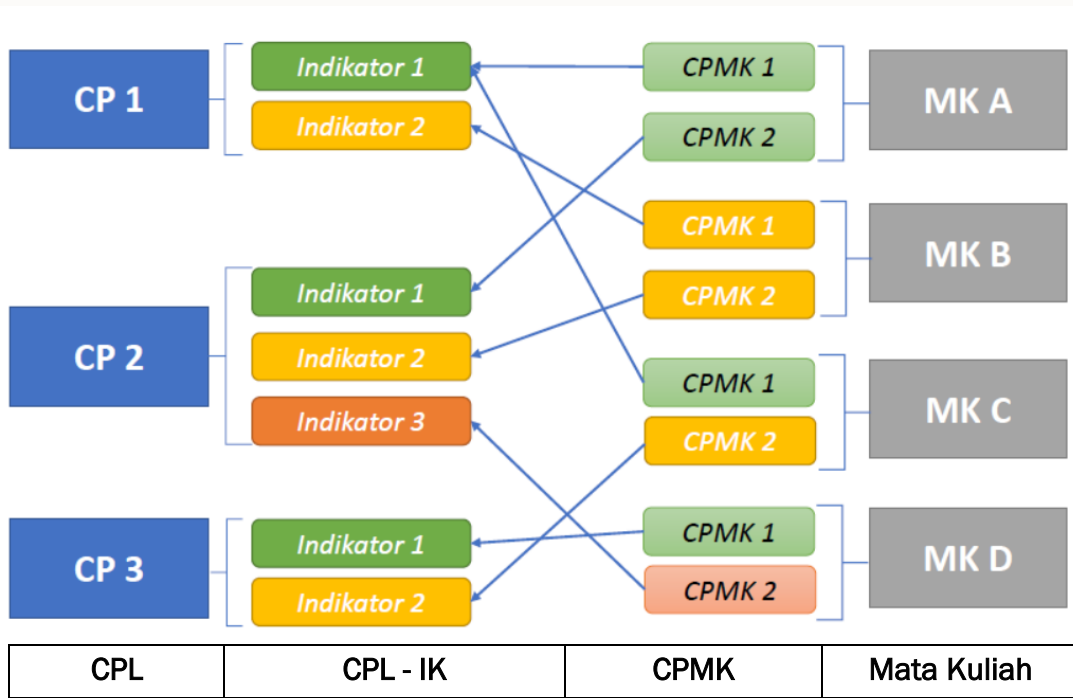
dalam pencapaian Sub CP MK/ LLO. Dosen dapat menggunakan **Tabel 9.4** sebagai acuan untuk menentukan bentuk asesmen berdasarkan setiap aspek kemampuannya.

Tabel 9.4 Bentuk tes terhadap aspek kemampuan (kognitif, afektif dan psikomotorik)
(Aisjah, 2019)

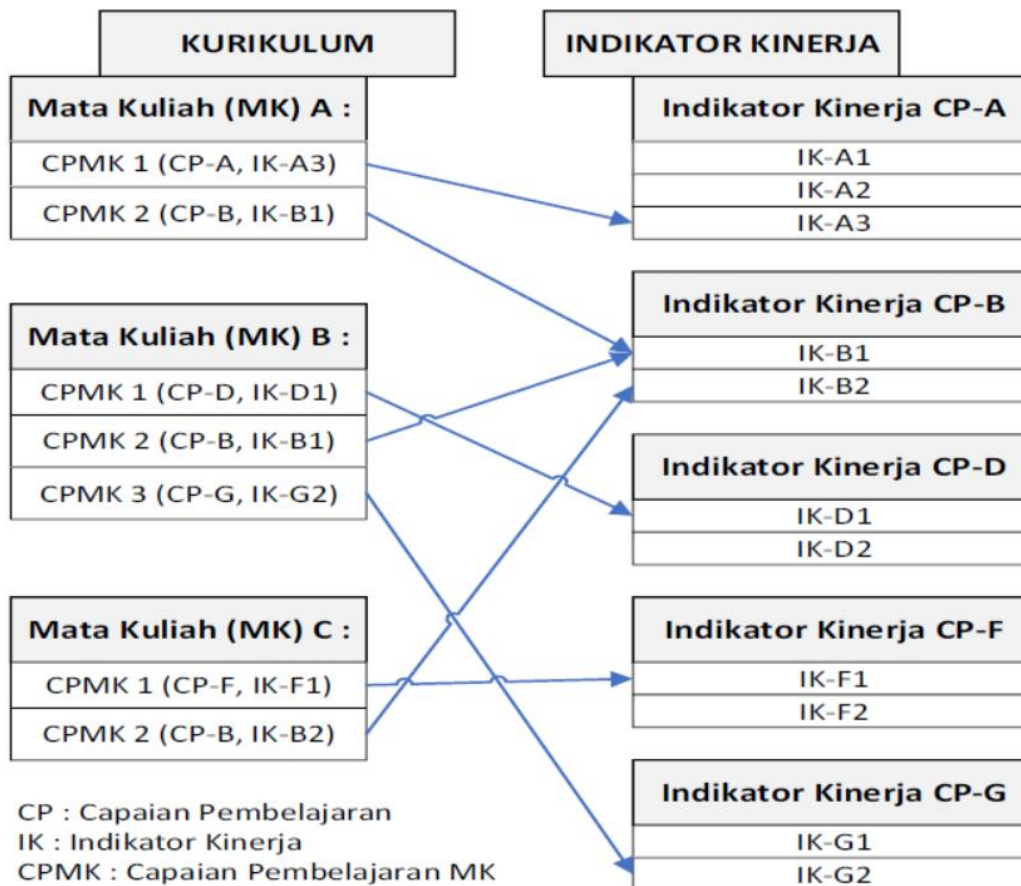
No	Bentuk	Kognitif	Psikomotor	Afektif
Tes Ujian Tulis (UTUL) untuk mengukur Kompetensi hard skill				
1	Tes seleksi	√		
2	Tes awal	√		
3	Tes akhir	√		
4	Tes diagnostik	√		
5	Tes formatif	√		
6	Tes sumatif	√		
Non Tes ⇒ Kompetensi soft skill				
7	Pengamatan	√	√	√
8	Wawancara/Ujian Lisan	√	√	√
9	Angket	√		
10	Pemeriksaan dokumen	√	√	√
Alternative Assesment ⇒ Kompetensi soft skill				
11	Makalah/portofolio	√	√	√
12	Makalah & presentasi	√	√	√
13	Petunjuk	√	√	√
14	Laporan kemajuan	√	√	√
15	Peran	√	√	√
16	Penulisan Proposal	√	√	√
17	Proyek	√	√	√
18	Pemeran	√	√	√
19	Mereview Buku	√	√	√
20	Simulasi peran	√	√	√

9.2. Pengukuran Pemenuhan Capaian Pembelajaran

Penyusunan pengukuran hasil pembelajaran mata kuliah ini sangat terkait dengan penentuan CPL, CPL-IK dan CPMK yang telah ditetapkan pada bab sebelumnya. Ilustrasi hubungan antara CPL, CPL-IK dan CPMK dapat dilihat pada **Gambar 9.2** dan **Gambar 9.3**.



Gambar 9.2. Hubungan antara CPL, CPL-Indikator, CPMK dengan mata kuliah (Ramli, 2023)



Gambar 9.3 Hubungan antara CPMK dengan CPL-Indikator (Ramli, 2023)

Sedangkan contoh hubungan keterkaitan antara instrumen penilaian dengan CP dapat dilihat pada Tabel 9.5.

Tabel 9.5 Contoh keterkaitan antara instrumen penilaian dengan CP (Ramli, 2023)

No	Instrumen Penilaian	Deskripsi	CP
1	Essai	Menyusun makalah dengan tujuan untuk mengukur kemampuan komunikasi, etika dan pengetahuan terkini	CP3, CP4, dan CP7
2	Ujian Tulis	Bentuk Quiz, Problem Set, UTS, UAS, dengan tujuan untuk mengukur penerapan prinsip sains dan kemampuan desain. Selain itu, juga mengukur etika dan pengetahuan terkini	CP1, CP2, CP4, CP7
3	Presentasi	Untuk mengukur kemampuan berkomunikasi dan atau pengetahuan terkini	CP3, CP7
4	Tugas Berbasis Proyek	Kemampuan problem solving dan menerapkan desain teknis. Selain itu, juga untuk mengukur etika, kemampuan bekerja sama dan menganalisa data	CP1, CP2, CP4, CP5, dan CP6
5	Laboratorium	Untuk mengukur kemampuan bekerja sama, melakukan eksperimen dan menganalisa data.	CP5 dan CP6

Sedangkan contoh dari bobot CPMK dengan koefisien indikator CP dapat dilihat pada Gambar 9.4 dan hubungan nilai CPMK dan CP dapat dilihat pada Gambar 9.5.

MK	CPMK	Bobot CPMK	CP1		CP2			CP3	
			IK-1	IK-2	IK-1	IK-2	IK-3	IK-1	IK-2
A	1	60%	0,75						
	2	40%			0,75				
B	1	50%		0,5					
	2	50%				0,5			
C	1	50%	0,75						
	2	50%							0,75
D	1	70%						0,75	
	2	30%					0,25		

Koefisien hubungan **kuat** = 0,75

Koefisien hubungan **sedang** = 0,5

Koefisien hubungan **lemah** = 0,25

Gambar 9.4 Contoh hubungan bobot CPMK dengan koefisien indikator CP (Ramli, 2023)

MK	CPMK	Nilai CPMK	Bobot CPMK	CP-1		CP-2			CP-3	
				IK-1	IK-2	IK-1	IK-2	IK-3	IK-1	IK-2
A	1	80	60%	0,75						
	2	90	40%			0,75				
B	1	90	50%		0,5					
	2	100	50%				0,5			
C	1	60	50%	0,75						
	2	80	50%							0,75
D	1	60	70%						0,75	
	2	70	30%					0,25		

$$\text{Nilai MK} = \sum (\text{Nilai CPMK}_i \times \text{Bobot CPMK}_i)$$

$$\text{Nilai MK}_A = \sum (80 \times 0,6) + (90 \times 0,4) = 84 \text{ (nilai B)}$$

Capaian SO1:

$$= \frac{(\text{Nilai CPMK}_1 \text{MK}_A \times 0,75) + (\text{Nilai CPMK}_1 \text{MK}_B \times 0,5) + (\text{Nilai CPMK}_1 \text{MK}_C \times 0,75)}{(100 \times 0,75) + (100 \times 0,5) + (100 \times 0,75)} \times 100$$

$$= \frac{(80 \times 0,75) + (90 \times 0,5) + (60 \times 0,75)}{(100 \times 0,75) + (100 \times 0,5) + (100 \times 0,75)} \times 100 = 75 \text{ (Baik)}$$

Gambar 9.5 Contoh hubungan nilai CPMK dengan koefisien indikator CP (Ramli, 2023)

Sedangkan hubungan antara media pengukuran / media asesmen dengan CPMK dapat dilihat pada Gambar 9.6.

Mata Kuliah	CP/CO	Bobot CPMK	MEDIA ASSESSMENT						E:LD:1 di (kehadiran dib.)	GP
			TUGAS	KUIS	UTS	UAS	TDB	Praktikum Lab		
Mekanika Fluida	CPMK2	Menghasilkan desain yang sesuai untuk mendapatkan solusi yang sesuai kebutuhan dengan mempertimbangkan keselamatan,	30		30					2
	CPMK3	Melaksanakan tugas dan tanggung jawab sesuai dengan prosedur,	20				20			5
	CPMK4	Mendesain dan melakukan eksperimen pada mekanika fluida,	10					10		6
Rekayasa Hidrologi	CPMK1	Mengevaluasi permasalahan dan menyelesaikan dengan melakukan kontrol,	40			40				1
	CPMK2	Menghasilkan desain yang sesuai untuk mendapatkan solusi yang sesuai kebutuhan dengan mempertimbangkan keselamatan,	30		30					2
	CPMK3	Melaksanakan tugas dan tanggung jawab sesuai dengan prosedur,	20				20			5
	CPMK4	Mendesain dan melakukan eksperimen pada rekayasa hidrologi,	10					10		6
Statistik & Probabilitas	CPMK1	Mengevaluasi permasalahan dan menyelesaikan dengan melakukan kontrol berkomunikasi secara efektif dalam tim,	40	10		30				1
	CPMK2	Mengidentifikasi dan menjelaskan topik teknis yang berkaitan dengan statistika,	30	10		20				3
	CPMK3	Menganalisis data secara statistik dan probabilitas,	30	10		20				6

Gambar 9.6 Hubungan antara media pengukuran / media asesmen dengan CPMK (Ramli, 2023)

Dengan adanya instrumen pengukuran ketercapaian CPL melalui CPMK serta CPL-IK, maka selanjutnya akan diperoleh hasil ketercapaian CPL untuk setiap mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 9.6.

Tabel 9.6 Contoh hubungan ketercapaian CPL dengan mata kuliah (Iranata, 2022)

SMT		Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS	CPL-1	CPL-2	CPL-3	CPL-4	CPL-5	CPL-6	CPL-7	CPL-8	CPL-9
1	1	KM22-4101	Kalkulus 1	3				3					
	2	SF22-4101	Fisika Mekanika	4				3					
	3	CS22-4101	Statistika	3	1	1	1	3					
	4	CS22-4102	Pengantar Geologi	2	1	1	1	3					
	5	CS22-4103	Pemrograman Komputer	3	1	3	1						
	6	CS22-4104	Mekanika Teknik	3	1	1	1	3				2	
2	7	KM22-4201	Kalkulus 2	3				3					
	8	SF22-4202	Fisika Listrik dan Magnet	3				3					
	9	SK22-4101	Kimia	3				3					
	10	UG22-4911	Pancasila	2	3		1						1
	11	CS22-4103	Pemrograman Komputer	3	1	1	1	3					
	12	CS22-4204	Mekanika Bahan	3	1	1	1	3				2	
3	13	CS22-4301	Kalkulus 3	3	1	1	1	3					
	14	CS22-4302	Manajemen Konstruksi	2	1	1	1	3	3			2	
	15	CS22-4303	Mekanika Fluida dan Hidrolika	3	1	1	1	3		3		2	
	16	CS22-4304	Metode Numerik	3									
	17	CS22-4305	Konstruksi Jalan Rel	2	1	1	1	2	3				
	18	CS22-4306	Teknologi Beton dan Material Maju	3	1	1	1		3	3	3	2	
	19	CS22-4307	Pemodelan dan Analisa Struktur	3	1	1	1	3	3			2	
4	20	CS22-4401	Operasi Konstruksi	2	1	1	1				3		
	21	CS22-4402	Teknik Pengambilan Keputusan	2	1	1	1				3		
	22	CS22-4403	Perencanaan dan Perancangan Drainase	3	1	1	1	3	3			2	2
	23	CS22-4404	Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi	4	1	1	1	3					

SMT		Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS	CPL-1	CPL-2	CPL-3	CPL-4	CPL-5	CPL-6	CPL-7	CPL-8	CPL-9
	24	CS22-4405	Geometrik Jalan Raya	2	1	1	1	3					
	25	CS22-4406	Elemen Struktur Beton Bertulang	3	1	1	1	3	3			2	
	26	CS22-4407	Elemen Struktur Baja	3	1	1	1	3	3			2	
5	27	CS22-4501	Perencanaan dan Pengendalian Proyek Konstruksi	2	1	1	1				3		
	28	CS22-4502	Perencanaan dan Perancangan Bangunan Pantai	2	1	1	1	3	3			2	2
	29	CS22-4503	Perencanaan dan Perancangan Irigasi	3	1	1	1	3	3	3	3	2	2
	30	CS22-4504	Timbunan dan Konstruksi Penahan Tanah	5	1	1	1	3	3				
	31	CS22-4505	Perkerasan Jalan Raya	2	1	1	1	3	3				
	32	CS22-4506	Rekayasa Jembatan Baja dan Beton	3	1	1	1	3	3			2	
	33	CS22-4507	Struktur Bangunan Beton Bertulang	2	1	1	1	3					
	34	CS22-4508	Struktur Bangunan Baja	2	1	1	1	3					
6	35	CS22-4601	Desain dan Pengadaan Proyek Konstruksi	2	1	1	1	2	2		3	2	
	36	CS22-4602	Perancangan Bangunan Sungai	3	1	1	1	3	3	2			
	37	CS22-4603	Perancangan Pelabuhan	2	1	1	1	3	3	2			1
	38	CS22-4604	Perancangan Struktur Bangunan Gedung	3	1	1	1	3	3	2		2	2
	39	CS22-4605	Aplikasi teknologi dan Transformasi Digital	3	1		3					2	
	40	CS22-4606	Teknopreneur	2	1	2	3						
	41	UG22-4901-6	Agama	2	3								
	42	UG22-4911	Pancasila	2	3		1						1
7	43	CS22-4701	Perencanaan Bandara	2	1	1	1	3	3				

SMT		Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS	CPL-1	CPL-2	CPL-3	CPL-4	CPL-5	CPL-6	CPL-7	CPL-8	CPL-9
	44		Pengayaan	2									
	45	CS22-4703	Teknik Penulisan Ilmiah	2	1	3						2	2
	46	CS22-4704	Internship	3	1	2	2					3	3
	47	UG22-4914	Bahasa Inggris	2	2		1					3	2
	48	UG22-4912	Bahasa Indonesia	2	2		1					3	2
	49	UG22-4913	Kewarganegaraan	2	3		1						1
	50	CS22-4702	Perancangan Jalan dan Jembatan	3	1	1	1	3	3	3		2	2
8	51	CS22-4801	Tugas Akhir	6	1	1	1	3	3	3	3	2	2
	52	0	Pilihan										

Berikut ini adalah contoh matriks mata kuliah dan CP dalam Kurikulum P8 Departemen Teknik Sipil

SMT		Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS	Nilai		CPL-1	CPL-2	CPL-3	CPL-4	CPL-5	CPL-6	CPL-7	CPL-8	CPL-9
					Huruf	Angka									
1	1	KM 184101	Matematika 1	3	A	4	0.00%	0.00%	0.00%	3.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	2	SF 184101	Fisika 1	4	AB	3.5	0.00%	0.00%	0.00%	3.62%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	3	UG 18490-	Agama	2	A	4	2.21%	2.59%	2.40%	3.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	4	UG 184912	Bahasa Indonesia	2	A	4	1.47%	1.72%	1.60%	2.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	5	UG 184913	Kewarganegaraan	2	AB	3.5	1.93%	6.79%	2.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	6	RC 184101	Statistik Dasar	2	A	4	2.21%	2.59%	2.40%	3.10%	0.00%	0.00%	0.00%	4.72%	0.00%
	7	RC 184102	Struktur Statis Tertentu	3	A	4	0.00%	0.00%	0.00%	3.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2	8	KM 184201	Matematika 2	3	A	4	0.00%	0.00%	0.00%	3.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	9	SF 184202	Fisika 2	3	A	4	0.00%	0.00%	0.00%	3.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	10	SK 184101	Kimia 1	3	A	4	4.41%	0.00%	1.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.90%
	11	UG 184911	Pancasila	2	AB	3.5	1.93%	2.26%	2.10%	2.72%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	12	UG 184914	Bahasa Inggris	2	AB	3.5	1.93%	2.26%	2.10%	2.72%	0.00%	0.00%	0.00%	4.13%	0.00%
	13	RC 184201	Pemrograman Komputer	2	A	4	2.21%	2.59%	2.40%	3.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

SMT		Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS	Nilai		CPL-1	CPL-2	CPL-3	CPL-4	CPL-5	CPL-6	CPL-7	CPL-8	CPL-9
					Huruf	Angka									
	14	RC 184202	Mekanika Bahan	3	A	4	1.47%	1.72%	1.60%	2.07%	3.68%	0.00%	0.00%	3.15%	0.00%
3	15	RW 184901	Pengantar Informasi Geospasial	2	AB	3.5	1.93%	2.26%	2.10%	2.72%	0.00%	11.25%	0.00%	4.13%	0.00%
	16	RC 184301	Pemodelan dan Analisa Struktur	3	A	4	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	17	RC 184302	Teknologi Bahan Bangunan	4	AB	3.5	1.29%	1.51%	1.40%	1.21%	3.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	18	RC 184303	Mekanika Fluida dan Hidrolika	4	AB	3.5	1.93%	2.26%	2.10%	0.00%	4.83%	11.25%	13.13%	4.13%	0.00%
	19	RC 184304	Perencanaan Lalu Lintas dan Transportasi	3	A	4	2.21%	2.59%	2.40%	3.10%	5.52%	0.00%	0.00%	4.72%	0.00%
	20	RC 184305	Menggambar Bangunan Sipil	3	AB	3.5	1.29%	1.51%	1.40%	0.00%	0.00%	0.00%	8.75%	0.00%	0.00%
4	21	RC 1284401	Elemen Struktur Baja	3	A	4	1.47%	1.72%	1.60%	0.00%	0.00%	0.00%	10.00%	0.00%	0.00%
	22	RC 1284402	Elemen Struktur Beton	3	AB	3.5	1.93%	2.26%	2.10%	2.72%	4.83%	0.00%	0.00%	4.13%	7.61%
	23	RC 1284403	Hidrologi	3	A	4	2.94%	3.45%	3.20%	4.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	24	RC 1284404	Konstruksi Jalan Kereta Api	2	AB	3.5	1.29%	1.51%	1.40%	1.81%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	25	RC 1284405	Manajemen Konstruksi	2	A	4	2.21%	2.59%	2.40%	3.10%	5.52%	0.00%	0.00%	4.72%	0.00%
	26	RC 1284406	Mekanika Tanah dan Pondasi	4	A	4	2.21%	2.59%	2.40%	3.10%	5.52%	0.00%	0.00%	4.72%	0.00%
5	27	RC 184501	Struktur Bangunan Baja	4	A	4	1.47%	1.72%	1.60%	0.00%	0.00%	0.00%	10.00%	0.00%	0.00%
	28	RC 184502	Struktur Bangunan Beton	3	AB	3.5	1.29%	1.51%	1.40%	1.81%	3.22%	0.00%	0.00%	2.76%	5.07%
	29	RC 184503	Drainase	3	A	4	2.21%	2.59%	2.40%	3.10%	5.52%	12.86%	15.00%	4.72%	8.70%
	30	RC 184504	Teknik Sungai	2	AB	3.5	3.22%	3.77%	3.50%	4.53%	8.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

SMT		Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS	Nilai		CPL-1	CPL-2	CPL-3	CPL-4	CPL-5	CPL-6	CPL-7	CPL-8	CPL-9
					Huruf	Angka									
	31	RC 184505	Peralatan dan Metode Konstruksi	3	B	3	1.10%	1.29%	1.20%	1.55%	2.76%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	32	RC 184506	Timbunan dan Konstruksi Penahan Tanah	5	A	4	2.21%	2.59%	2.40%	3.10%	5.52%	0.00%	0.00%	4.72%	0.00%
6	33	RC 184601	Rekayasa Jembatan	2	C	2	0.74%	0.86%	0.80%	1.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	34	RC 184602	Perancangan Struktur Beton	2	AB	3.5	1.29%	1.51%	1.40%	1.81%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	35	RC 184603	Irigasi dan Bangunan Air	4	B	3	1.10%	1.29%	1.20%	1.03%	1.84%	0.00%	7.50%	2.36%	0.00%
	36	RC 184604	Dasar Teknik Pantai dan Perencanaan Pelabuhan	4	A	4	2.21%	2.59%	2.40%	3.10%	5.52%	8.57%	0.00%	0.00%	0.00%
	37	RC 184605	Pengendalian dan Waktu dan Biaya Proyek	2	A	4	1.47%	1.72%	1.60%	2.07%	3.68%	5.71%	0.00%	0.00%	2.90%
	38	RC 184606	Perencanaan Jalan Raya	5	A	4	2.21%	2.59%	2.40%	3.10%	5.52%	8.57%	0.00%	4.72%	8.70%
7	39	UG 184915	Technopreneur	2	AB	3.5	1.93%	0.00%	6.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.13%	0.00%
	40	RC 184701	Perancangan Jembatan	2	A	4	1.47%	3.45%	4.80%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	41	RC 184702	Teknik Pengambilan Keputusan	3	A	4	4.41%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	42	RC 184703	Perencanaan dan Perancangan Bandara	2	AB	3.5	3.86%	0.00%	1.40%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.54%
	43	RC 184704	Teknik Penulisan Ilmiah	2	A	4	1.47%	1.72%	1.60%	2.07%	3.68%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
8	44	UG184916	Wawasan dan Aplikasi Teknologi	3	AB	3.5	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	45	XXXXXX	Mata Kuliah Pengayaan	3	A	4	1.47%	5.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.15%	5.80%

SMT	Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS	Nilai		CPL-1	CPL-2	CPL-3	CPL-4	CPL-5	CPL-6	CPL-7	CPL-8	CPL-9	
				Huruf	Angka										
	46	RC 184801	Pengadaan dan Kontrak Proyek Konstruksi	2	A	4	2.21%	5.17%	4.80%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.09%	13.04%
	47	RC 184802	Kerja Praktek	2	A	4	2.94%	0.00%	1.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.72%	5.80%
	48	RC 184803	Tugas Akhir	6	A	4	2.94%	0.00%	1.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.72%	5.80%

Tahun Masuk : 2018

Nama : --

NRP : --

REKAP PENILAIAN

No	Item	CPL-1	CPL-2	CPL-3	CPL-4	CPL-5	CPL-6	CPL-7	CPL-8	CPL-9	Nilai rata-rata
1	Nilai Capaian tiap CPL	83.64%	86.31%	85.20%	85.13%	78.45%	58.21%	64.38%	81.69%	68.84%	77.88%
2	Total Target	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
3	% Pencapaian CP	83.64%	86.31%	85.20%	85.13%	78.45%	58.21%	64.38%	81.69%	68.84%	
4	Minimal Target	56.00%	Nilai C								

BAB 10

PERBAIKAN BERKELANJUTAN (*CONTINUAL IMPROVEMENT*)

Sistem pendidikan berbasis capaian pembelajaran (OBE) menuntut program studi agar menjalankan suatu sistem manajemen mutu guna meningkatkan kualitas kompetensi para lulusan dan mempertahankan relevansi program studi bagi masyarakat di tengah-tengah lingkungan yang senantiasa berubah secara dinamis. Program studi yang telah mengadopsi OBE bukanlah program studi yang sangat ideal sehingga terbebas dari segala kekurangan dan kelemahan. Namun justru program studi yang mampu menemukan kelemahan dan kekurangan tersebut, mengurai akar-akar masalahnya, dan memprogramkan upaya-upaya perbaikan yang dimonitor dan dievaluasi efektivitasnya.

Mengingat sistem OBE berfokus pada pendayagunaan seluruh sumberdaya pendidikan yang dimiliki program studi guna mengantarkan mahasiswa menjadi para lulusan yang memiliki kompetensi tinggi sesuai dengan capaian pembelajaran yang telah digariskan, maka dasar dari pelaksanaan perbaikan mutu berkelanjutan yang relevan dengan sistem OBE adalah evaluasi terhadap hasil asesmen tingkat pemenuhan setiap butir pernyataan capaian pembelajaran program studi. Untuk itu, program studi perlu memiliki dan menjalankan kebijakan dan prosedur pengukuran keterpenuhan capaian pembelajaran secara berkala dan terdokumentasi dengan baik.

Dalam implementasinya, manajemen perbaikan berkelanjutan yang dijalankan oleh program studi berlangsung dalam 2 (dua) skala siklus, yaitu skala mata kuliah (siklus pendek) dan skala kurikulum atau program studi (siklus panjang). Mata kuliah dipandang sebagai satuan-satuan proses pembelajaran yang lebih singkat namun memiliki target capaian pula, yaitu Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK). Manajemen mutu untuk mencapai perbaikan berkelanjutan pada tingkat mata kuliah dilakukan berdasarkan portofolio mata kuliah yang berisi catatan-catatan refleksi dari dosen pengampunya tentang pemenuhan CP mata kuliah dari semester ke semester disertai saran perbaikan yang masih perlu diupayakan untuk peningkatan pemenuhan CPMK oleh mahasiswa yang menempuhnya.

Pada skala yang lebih besar dan komprehensif, program studi melakukan manajemen mutu untuk senantiasa meningkatkan pemenuhan seluruh butir CPL yang telah ditetapkan dan disusun strategi pemenuhannya melalui kurikulum program studi. Perlu ditekankan kembali bahwa CPL program studi dapat diukur secara bermakna dan efektif bagi program perbaikan berkelanjutan bilamana program studi telah menetapkan terlebih dahulu indikator-indikator kinerja CPL dan metode/media pengukurannya secara tepat, rencana jadwal pengukurannya, serta kriteria keberterimaannya. Menurut ABET (2017), pengembangan dan penetapan indikator-indikator kinerja bagi CPL tidak diragukan lagi menjadi bagian yang paling krusial dalam pengembangan proses pengumpulan data yang sistematis dan bermakna, yang berkaitan dengan pengukuran dan perbaikan pemenuhan CPL.

Dengan adanya keselarasan yang membangun (*constructive alignment*) antara CPL dengan struktur kurikulum dan mata kuliah-mata kuliah yang mendukungnya pada

rancangan kurikulum OBE, maka manajemen perbaikan berkelanjutan pada skala kecil (mata kuliah) maupun skala besar (kurikulum) dapat dijalankan secara selaras.

Pada prinsipnya, perlu disadari bahwa perbaikan berkesinambungan:

- akan terwujud apabila ada standar yang ditetapkan oleh program studi sebagai acuan proses evaluasi.
- akan efektif apabila didasarkan pada pengukuran hasil belajar (pemenuhan capaian pembelajaran)
- akan berkelanjutan apabila ada sistem dokumentasi yang baik
- tidak pernah berhenti untuk menetapkan target yang lebih tinggi jika target yang sebelumnya ditetapkan telah tercapai
- sangat efektif apabila melibatkan semua pihak.

Contoh pelaksanaan Sistem Penjaminan Mutu pada Siklus P-D-C-A di Prodi S1 Teknik Sipil Unhas untuk menjamin keterpenuhan PPM Prodi berbasis pada pelaksanaan survei Lulusan dan Pengguna Lulusan, dimana hasil-hasil survei dianalisis dan dievaluasi untuk melihat ketercapaian PPM Prodi dan mengusulkan perubahan/perbaikan PPM Prodi. Disamping itu dilakukan FGD bersama Konstituen Prodi (mahasiswa, dosen, alumni, user, asosiasi profesi dan *advisory board*) untuk mendapatkan masukan dalam rangka perubahan/perbaikan PPM Prodi. Pelaksanaan Sistem Penjaminan Mutu pada Siklus P-D-C-A untuk menjamin keterpenuhan CP Kurikulum Prodi berbasis pada pelaksanaan pengukuran dan penilaian serta evaluasi keterpenuhan CP Kurikulum dari kegiatan pembelajaran baik pada level Prodi maupun pada level Mata Kuliah, dimana hasil-hasil penilaian pada masing-masing level didiskusikan/dievaluasi untuk perubahan pengusulan perubahan/perbaikan CP Kurikulum dan Proses Belajar Mengajar (PBM) yang diperlukan, dalam bentuk Rapat Dosen Pengampu MK, Rapat Dosen KKD, Rapat Tim Pengembangan Kurikulum pada level Mata Kuliah, dan dalam bentuk Rapat Dewan Dosen Prodi dengan Tim Pengembangan Kurikulum Prodi pada level Prodi.

Hasil-hasil evaluasi keterpenuhan CP baik pada level Mata Kuliah maupun pada level Prodi menjadi usulan upaya-upaya peningkatan atau perbaikan berkelanjutan pada siklus tahun ajaran berikutnya utk perbaikan metode pembelajaran mata kuliah, dan usulan perbaikan/perubahan CP Kurikulum Prodi pada saat kaji ulang CP Kurikulum Prodi. Hasil-hasil pada kedua level siklus P-D-C-A ini juga akan menjadi bahan masukan dalam proses siklus P-D-C-A untuk evaluasi/kaji ulang keterpenuhan PPM Prodi.

Proses kaji ulang CP berbasis siklus PDCA untuk Sistem Penjaminan Mutu Akademik secara detail mulai dari level PPM, mata kuliah dan program studi digambarkan pada Tabel 10.1 – 10.3 berikut.

Tabel 10.1. Contoh Matriks Kegiatan Sistem Penjaminan Mutu Berbasis Siklus P-D-C-A pada Level PPM pada Prodi S1 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin

P-D-C-A	Kegiatan	Tujuan
INPUT	FGD/Workshop Konstituen Prodi	Mendapatkan masukan dari Konstituen Prodi untuk Perumusan PPM
PLAN	Rapat Dewan Dosen & Tim Pengembangan Kurikulum	Penentuan/Perumusan PPM Prodi

DO	Workshop Pengembangan Kurikulum 2016	Pengembangan Kurikulum Prodi Berdasarkan PPM
CHECK	Survei Lulusan & Pengguna Lulusan	Mengukur Keterpenuhan PPM Prodi
ACT	Rapat Dewan Dosen & Tim Pengembangan Kurikulum	- Mengevaluasi/Mengkaji Keterpenuhan PPM - Mengusulkan Perbaikan /Perubahan PPM

Tabel 10.2. Contoh Matriks Kegiatan Sistem Penjaminan Mutu Berbasis Siklus P-D-C-A pada Level Mata Kuliah pada Prodi S1 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin

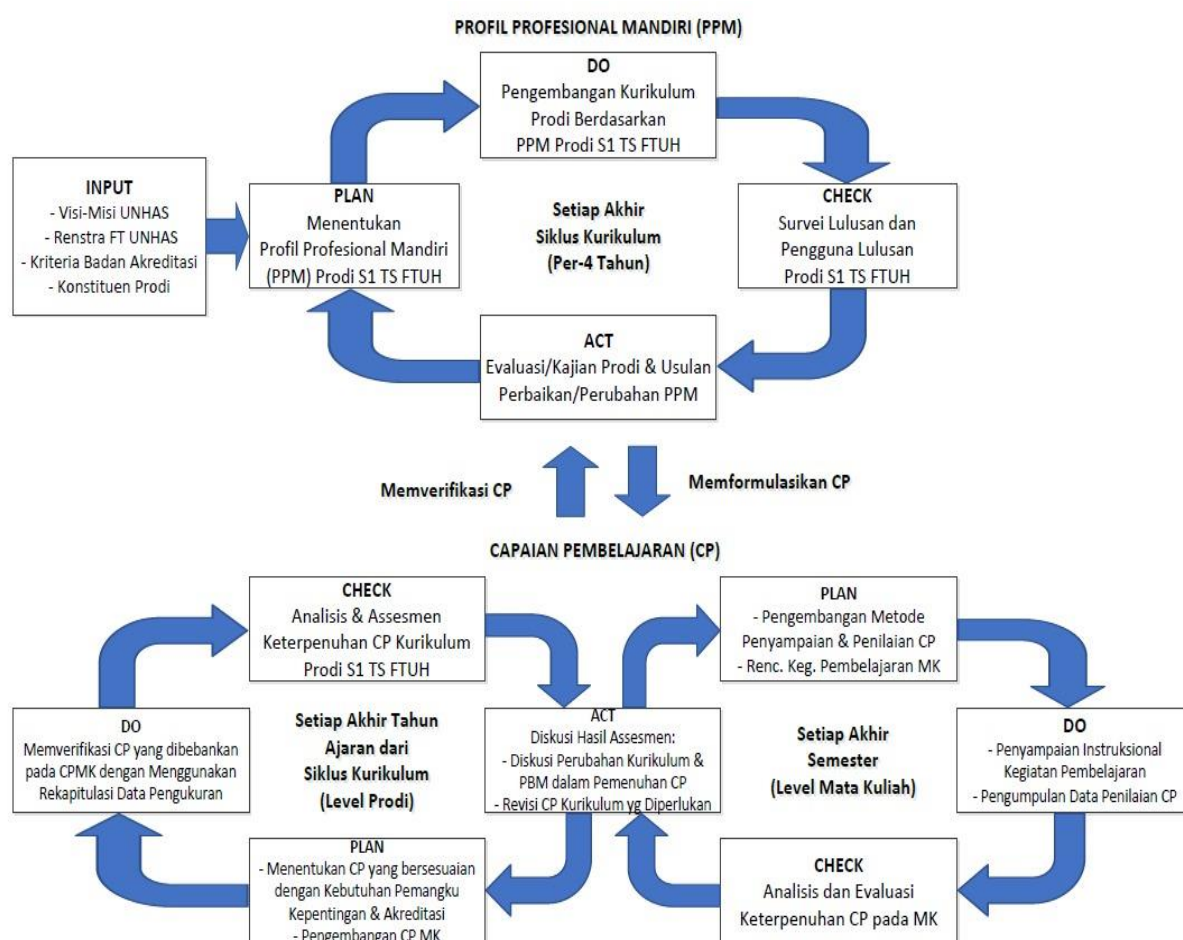
P-D-C-A	Kegiatan	Tujuan
PLAN	- Rapat Dewan Dosen & Tim Pengembangan Kurikulum - Workshop Penyusunan GBRP/RPS MK	- Mengembangkan Metode Penyampaian & Penilaian CP Kurikulum yg terstruktur & Sistematis melalui pelaksanaan MK - Menyusun Rencana Pembelajaran Semester MK yang sesuai dengan Pembebanan CP Kurikulum
DO	- Pelaksanaan Proses Belajar Mengajar (PBM) Per-Semester - Rapat Monitoring & Evaluasi Pengumpulan Data Penilaian CP	- Mengimplementasikan Intruksional Kegiatan Pembelajaran MK - Mengumpulkan Hasil Penilaian Pemenuhan CP pada setiap MK
CHECK	- Rapat Tim Portal LOA & Tim Pengembangan Kurikulum - Rapat Dewan Dosen & Tim Pengembangan Kurikulum	Menganalisis dan Mengevaluasi Keterpenuhan CP pada MK
ACT	- Rapat Dewan Dosen & Tim Pengembangan Kurikulum	- Mendiskusikan Hasil Penilaian Keterpenuhan CP pada MK - Mendiskusikan Usulan Perubahan/Perbaikan RPS dan Metode PBM untuk Keterpenuhan CP

Tabel 10.3. Contoh Matriks Kegiatan Sistem Penjaminan Mutu Berbasis Siklus P-D-C-A pada Level Program Studi pada Prodi S1 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin

P-D-C-A	Kegiatan	Tujuan
PLAN	- Rapat Dewan Dosen & Tim Pengembangan Kurikulum	- Menentukan CP yang bersesuaian dengan Kebutuhan Pemangku Kepentingan/Konstituen Prodi & Kriteria Akreditasi - Mengembangkan CPMK
DO	- Rapat Tim Portal LOA & Tim Pengembangan Kurikulum dengan Kaprodi	- Memverifikasi CP yang dibebankan pada CPMK berbasis Rekapitulasi Data Pengukuran Keterpenuhan CP pada MK

P-D-C-A	Kegiatan	Tujuan
CHECK	- Rapat Dewan Dosen & Tim Pengembangan Kurikulum	Menganalisis dan Menilai Keterpenuhan CP Kurikulum pada MK
ACT	- Rapat Dewan Dosen & Tim Pengembangan Kurikulum	- Mendiskusikan Hasil Penilaian Keterpenuhan CP pada MK - Mendiskusikan Usulan Perubahan/Perbaikan RPS dan Metode PBM untuk Keterpenuhan CP

Contoh siklus PDCA yang telah dilakukan oleh Program Studi Teknik Sipil Universitas Hasanuddin selama empat tahun (Semester awal 2016/ 2017, hingga semester akhir 2019/2020) ditampilkan pada Gambar 10.1.



Gambar 10.1. Contoh siklus PLAN-Do-Check-Action (PDCA) yang telah dilakukan oleh Prodi S1 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin selama empat tahun (Semester awal 2016/ 2017, hingga semester akhir 2019/2020)

Tabel 10.4. Contoh Matriks Kegiatan Perbaikan Berkelanjutan Terkini untuk Peningkatan Pemenuhan CP-5 (Kemampuan Kerjasama Tim) pada Prodi S1 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin

CP-5 : Kerjasama Tim						
Mata Kuliah Terkait	TA 2017/2018		TA 2018/2019		TA 2019/2020	
	Hasil Evaluasi	Usulan Perbaikan	Hasil Evaluasi	Usulan Perbaikan	Hasil Evaluasi	Usulan Perbaikan
Capstone Design (MK Perancangan Bangunan Sipil Terpadu - PBST)	<p>Keterpenuhan CP-5 dalam hal Kemampuan Kerjasama Tim mahasiswa dalam mengerjakan Tugas Desain PBST masih cukup rendah.</p> <p>Penyebab:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pembagian Jumlah Anggota Tim dalam mengerjakan Tugas Desain masih kurang memadai (1 Tim terdiri dari 2 Orang). - Pembagian tanggungjawab pengerjaan Tugas Desain tidak diatur dengan rinci. 	<ul style="list-style-type: none"> - Memperbaiki Strategi Proses Pengerjaan Tugas Desain MK PBST dalam hal pengorganisasian jumlah mahasiswa dalam satu kelompok Tugas - Perbaikan Pengorganisasian Mahasiswa dalam mengerjakan Tugas Desain berbasis tanggungjawab per-Bagian dari Tugas Desain) 	<ul style="list-style-type: none"> - Impelementasi Usulan Upaya Perbaikan yang dilakukan dapat meningkatkan kemampuan kerjasama Tim mahasiswa. - Kemampuan kerjasama Tim masih tetap perlu lebih ditingkatkan. - Diperlukan Fasilitas Ruang/Studio Perancangan MK PBST agar kondusif bagi Mahasiswa dalam berdiskusi dan bekerjasama 	<ul style="list-style-type: none"> - Strategi upaya perbaikan yang telah dilakukan hendaknya dapat dipertahankan; - Memperbaiki pengelolaan Pembagian tanggungjawab pengerjaan Tugas Desain agar Mahasiswa dapat lebih bekerjasama dalam satu tim - Peningkatan Fasilitas Ruang Asistensi/Diskusi Pengerjaan tugas Desain MK PBST (Oleh Prodi & Fakultas) 	<ul style="list-style-type: none"> - Impelementasi Usulan Upaya Perbaikan yang dilakukan dapat lebih meningkatkan kemampuan kerjasama Tim mahasiswa. - Kemampuan kerjasama Tim dari Mahasiswa masih perlu lebih ditingkatkan. - Hasil-hasil Tugas Desain MK PBST Mahasiswa memerlukan penilaian dari Kalangan Profesional 	<ul style="list-style-type: none"> - Strategi upaya perbaikan yang telah dilakukan dapat dipertahankan dan ditingkatkan; - Mengoptimalkan Strategi pengelolaan Pembagian tanggungjawab pengerjaan Tugas Desain untuk Mahasiswa - Melibatkan Profesional Konsultan Desain terkait dalam Penilaian Hasil-Hasil Desain Mahasiswa

BAB 11

TANTANGAN PEMBELAJARAN KEDEPANNYA

Pendidikan teknik sipil perlu mempersiapkan pemimpin masa depan yang mampu mengatasi tantangan-tantangan seperti perubahan iklim, keadilan sosial, ketahanan, ketersediaan sumber daya, ataupun permasalahan urbanisasi. Tantangan-tantangan ini juga melibatkan ketidakpastian, otomatisasi, dan data besar (*big data*) serta teknologi terbaru (Mitchell, 2023). Oleh karena itu, ilmu data (*data science*), komputasi, rekayasa sistem, kecerdasan buatan serta pemanfaatan teknologi terbaru menjadi bagian yang perlu diintegrasikan dari kurikulum teknik sipil. Hal ini memberikan peluang menarik bagi pendidikan teknik sipil untuk membekali sarjana teknik sipil dengan keterampilan yang dibutuhkan untuk mengatasi tantangan-tantangan kompleks tersebut.

Keterampilan dalam ilmu data dan pemrograman semakin dibutuhkan bidang teknik sipil untuk mengatasi tantangan-tantangan di masa yang akan datang. Hal ini dapat dibantu dengan adanya integrasi bahasa ilmu data modern (seperti Java, Python, atau R) ke dalam kurikulum teknik sipil, serta penggunaan perangkat lunak (*software* seperti MATLAB, atau spreadsheet) secara signifikan. Selain itu juga diperlukan adanya penggabungan bahasa ilmu data modern dan memfasilitasi pengalaman mahasiswa dalam keterampilan ilmu data yang lebih luas (misalnya, terkait masalah privasi, keamanan data, dsb.) ke dalam kurikulum (Graidura dan Niemeier, 2022).

Kondisi pendidikan teknik sipil juga perlu mengimbangi munculnya teknologi disruptif dan memperkenalkan pengalaman lapangan yang disesuaikan untuk memastikan solusi bermanfaat bagi seluruh pemangku kepentingan. Oleh karena itu, pendidikan teknik sipil perlu bergerak hingga menuju modernisasi kurikulum yang inovatif dan juga berfokus pada teknologi baru, serta adaptif terhadap perubahan lingkungan, tantangan yang terjadi di masa yang akan datang, hingga penggunaan teknologi yang berpotensi dalam meningkatkan efisiensi dan keselamatan (Harper, Mehany dan Parajuli, 2022).

Kondisi yang terjadi saat ini adalah peserta didik juga dikelilingi oleh berbagai gangguan atau kepuasan/proses yang instan. Hal ini akan dapat berdampak seperti adanya depresi pada saat menempuh pendidikan bagi peserta didik atau adanya ketidakpuasan pada pengguna lulusan dikarenakan lemahnya filosofi pemahaman lulusan. Oleh karena itu, diperlukan strategi penentuan metode pembelajaran yang tepat untuk dapat mengatasi tantangan ini.

Selain mengintegrasikan keterampilan terkait ilmu data dan pemrograman, adanya pengalaman langsung peserta didik teknik sipil memungkinkan bagi pendidik untuk menerapkan pengetahuan konseptual ke dalam aplikasi praktis. Dalam hal ini, penggunaan *virtual reality* (VR) atau *augmented reality* (AR) akan memungkinkan peserta didik di ruang kelas atau laboratorium untuk berinteraksi dengan objek virtual serupa dengan yang mereka lakukan jika mereka membangun komponen bangunan secara fisik. Pemanfaatan teknologi ini dapat berkontribusi dalam memberikan pengalaman pembelajaran yang menghasilkan hal yang serupa atau mendekati dengan implementasi di dunia nyata, peningkatan pengetahuan dari profesional industri, serta adanya pengalaman reflektif bagi peserta didik (Kieren, dkk, 2022; Kisi, 2022; Tayeh, Bademosi,

Issa, 2020). Hal lain yang dapat dilakukan sebagai contoh adalah dengan mengenalkan peserta didik dengan teknologi pesawat nirawak (*drone*) dalam melakukan pemetaan (Harper, Mehany, Parajuli, 2022).

Selain pesawat nirawak, hal lain yang perlu diperhatikan dalam pengembangan kurikulum adalah perkembangan akan kecerdasan buatan (*artificial intelligence/AI*). Pemanfaatan AI serta *machine learning* dalam pembelajaran sudah mulai diperkenalkan pada para peserta didik. Machine learning dapat digunakan untuk memprediksi kerusakan struktural pada jembatan (Hu dan Liu, 2022) atau juga memperhitungkan indeks kekasaran permukaan jalan (Qiao, Chen, Alinizzi, Alamaniotis dan Labi, 2022). Bahkan di bidang konstruksi, pemanfaatan AI dan robot juga sudah mulai digunakan pada industri prefabrikasi (Pan, Yang, Zheng, dan Pan, 2022).

Dalam hal ini, konsep keberlanjutan, pemanfaatan teknologi dan juga pemikiran berbasis komputasi juga dapat menjadi salah satu pertimbangan untuk diintegrasikan dalam kurikulum teknik sipil sebagai capaian pembelajaran lulusan, menjadi salah satu capaian pembelajaran mata kuliah ataupun pengalaman belajar peserta didik. Beberapa gambar berikut ini merupakan contoh implementasinya dalam kurikulum teknik sipil.

15.	<p>Expected Learning Outcomes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apply knowledge of mathematics, natural science, engineering fundamentals and civil engineering to the solution of complex engineering problems. 2. Identify, formulate, research literature and analyze complex civil engineering problems reaching substantiated conclusions using first principles of mathematics, natural sciences and engineering sciences. 3. Design solutions for complex civil engineering problems and design systems, components or processes that meet specified needs with appropriate consideration for public health and safety, cultural, societal, and environmental considerations. 4. Conduct investigations of complex civil engineering problems using research-based knowledge and research methods including design of experiments, analysis and interpretation of data, and synthesis of information to provide valid conclusions. 5. Create, select and apply appropriate techniques, resources, and modern engineering and IT tools, including prediction and modelling, to complex civil engineering problems, with an understanding of the limitations. 6. Apply reasoning informed by contextual knowledge to assess societal, health, safety, legal and cultural issues and the consequent responsibilities relevant to professional civil engineering practice and solutions to complex civil engineering problems. 7. Understand and evaluate the sustainability and impact of professional engineering work in the solution of complex civil engineering problems in societal and environmental contexts. 8. Apply ethical principles and commit to professional ethics and responsibilities and norms of engineering practice. 9. Function effectively as an individual, and as a member or leader in diverse teams and in multi-disciplinary settings. 10. Communicate effectively on complex civil engineering activities with the civil engineering community and with society at large, such as being able to comprehend and write effective reports and design documentation, make effective presentations, and give and receive clear instructions. 11. Demonstrate knowledge and understanding of engineering management principles and economic decision-making and apply these to one's own work, as a member and leader in a team, to manage projects and in multidisciplinary environments. 12. Recognize the need for and have the preparation and ability to engage in independent and life-long learning in the broadest context of technological change. 13. Apply knowledge of entrepreneurship to identify an independent business based on creativity and professional ethics.
-----	---

Gambar 11.1. Implementasi penggunaan teknologi dan aspek keberlanjutan pada capaian pembelajaran lulusan (Sumber: Faculty of Engineering Universitas Indonesia Academic Guidebook 2020 – 2024: *Civil Engineering Study Program*, 2022)

Surveying & Geospatial Information Systems

ENCV 603 006

2 Credits

Expected Learning Outcomes :

CLO 4 (Experiment)

CLO 5 (Modern Tools)

Course Learning Outcomes (CLO) :

1. Be able to apply static and probabilistic concepts in analysing the results of surveying measurements. (CLO 4)
2. Be able to use tools (ex: total station) to measure angles and distances and ArcGIS software in mapping of the earth's surface (CLO 5)

Learning Experiences :

1. Interactive lectures
2. Conducting field measurements using theodolite, water pass and total station.
3. Using ArcGIS software in mapping the earth's surface.

Gambar 11.2. Implementasi penggunaan teknologi pada capaian pembelajaran mata kuliah (Sumber: Faculty of Engineering Universitas Indonesia Academic Guidebook 2020 – 2024: Civil Engineering Study Program, 2022)



Gambar 11.3. Implementasi penggunaan teknologi pada pengalaman belajar (Sumber: Dokumentasi pribadi, 2023)

Sebagai bentuk adaptasi trend kemajuan teknologi pembelajaran, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin juga telah mengembangkan teknologi materi pembelajaran berbasis *Virtual Augmented Reality* (VAR) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.4.



Gambar 11.4. Pengembangan Teknologi Materi Pembelajaran Berbasis *Virtual Augmented Reality* (VAR) di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

DAFTAR PUSTAKA

1. Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), Student Outcomes and Performance Indicators, <https://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/04/program-outcomes-and-performance-indicators.pdf>
2. Aisjah A.S. (2019) Guide Book – Outcome Based Education : Constructive Alignment, ASEAN-QA www.its.ac.id
3. American Society of Civil Engineers (ASCE) (2019) *The Civil Engineering Body of Knowledge: Preparing the Future Civil Engineer*.
4. Arifin S., Aisjah A.S., Tajunnisa Y. (2018) Asesmen & Evaluasi Hasil Pembelajaran, www.its.ac.id
5. Azli, N.A. 2022. Sessions 2: Developing Outcomes, TOT OBE UTM-UNDIP-UNS
6. Biggs, J. (1996) Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32, 347-364.
7. BPPSDMK Kemkes. 2022. Kata Kerja Operasional (KKO) Edisi Revisi Teori Bloom. <http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2018/03/00-KATA-KERJA-OPERASIONAL-KKO-EDISI-REVISI-TEORI-BLOOM.pdf>
8. Buku Kurikulum 2021 Program Studi Sarjana Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
9. Christofer M. Harper, Mohammed Mehany, dan Manish Parajuli, 2022. Unmanned Aircraft Vehicles in Construction and Engineering Higher Education Programs. Construction Research Congress 2022.
10. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (2023) Panduan Implementasi Pembelajaran Berpusat pada Mahasiswa.
11. Faculty of Engineering Universitas Indonesia Academic Guidebook 2020 – 2024: Civil Engineering Study Program, 2022.
12. General Criteria dan Program Criteria dari Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET).
13. Gibbon, M. (2002) *The self-directed learning handbook: Challenging adolescent students to excel*. San Francisco: Jossey-Bass.
14. Guide Book – Outcomes Based Education: Constructive Alignment, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
15. <https://www.asce.org/publications-and-news/civil-engineering-source/civil-engineering-magazine/issues/magazine-issue/article/2023/05/the-state-of-civil-engineering-education>
16. Instrumen Penilaian Program Sarjana Lembaga Akreditasi Mandiri Teknik (LAM Teknik)
17. Iranata D. (2022) Ikhtisar Prodi S1 Teknik Sipil ITS dan Laporan Evaluasi Diri, www.ce.its.ac.id
18. Junaedi, A. dkk. 2020. Panduan penyusunan kurikulum pendidikan tinggi di era industri 4.0 untuk mendukung merdeka belajar-kampus merdeka. Edisi ke-4. Jakarta: Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
19. Kriteria Umum dan Kriteria Disiplin dari Indonesian Accreditation Board for Engineering Education (IABEE).

20. Kieren H. McCord., Steven K. Ayer, Karan R. Patil, Wei Wu, Jeremi S. London, dan Logan A. Perry, 2022. Full Scale Augmented Reality to Support Construction Sequencing Education Case Study. Construction Research Congress 2022.
21. Krishna P. Kisi dan Tulio Sulbaran, 2022. Correlation between Brain Cognitive Response and Online Questionnaire during Construction Safety Training in Virtual Reality. Construction Research Congress 2022.
22. Margaret M. Mitchell, 2023. The State of Civil Engineering Education.
23. Mi Pan, Yi Yang, Zhenjie Zheng, dan Wei Pan, 2022. Artificial Intelligence and Robotics for Prefabricated and Modular Construction: A Systematic Literature Review. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 148, Issue 9.
24. Mohammad, S., Samian, Y. and Fatin Aliah Phang, F.A..2016. Outcome-Based Education (OBE): An Overview. Malaysia: CEE UTM
25. Murlidhar, M. and Shastri, S. (2016) *Aggressive behaviour among elementary school children in Bagalore: A study on gender and grade differences*. The International Journal of Indian Psychology, 3(4).
26. Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 53 Tahun 2023 tentang Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi
27. Permendikbud. (2020) *Permendikbud No. 3 tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi*. Indonesia: Permendikbud.
28. Pusat Inovasi dan Kajian Akademik UGM, Outcome-Based Education, Newsletter, Maret 2018
29. Ralph Tayeh, Fopefoluwa Bademosi, dan Raja R. A. Issa, 2020. Information Systems Curriculum for Construction Management Education. Construction Research Congress 2020: Safety, Workforce, and Education.
30. Ramli M.I. (2023) Berbagi Model Implementasi Pengukuran CPL di FT Universitas Hasanuddin, Prodi S1 Teknik Sipil Unhas.
31. Sarah Grajdura and Deb Niemeier, 2022. State of Programming and Data Science Preparation in Civil Engineering Undergraduate Curricula. Journal of Civil Engineering Education, Volume 149, Issue 2.
32. Tamayao, M. J. M. 2022. Higher Order Thinking Skills: Bloom's Taxonomy of Learning Objectives. <https://slidetodoc.com/higher-order-thinking-skills-blooms-taxonomy-of-learning/>
33. Taylor, D. C. M and Hamdy, H. (2013) *Adult learning theories: Implications for learning and teaching in medical education: AMEE Guide No. 83*, Medical Teacher, 35:11, e1561-e1572, DOI: 10.3109/0142159X.2013.828153.
34. The International Engineering Alliance (IEA), 2021, Graduate Attributes and Professional Competencies, <https://www.ieagrements.org/assets/Uploads/IEA-Graduate-Attributes-and-Professional-Competencies-2021.1-Sept-2021.pdf>
35. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi.
36. Xi Hu, dan Kaijian Liu, 2022. Structural Deterioration Knowledge Ontology towards Physics-Informed Machine Learning for Enhanced Bridge Deterioration Prediction. Journal of Computing in Civil Engineering, Volume 37, Issue 1.
37. Yu Qiao, Sikai Chen, Majed Alinizzi, Miltos Alamaniotis, dan Samuel Labi, 2022. IRI Estimation Based on Pavement Distress Type, Density, and Severity: Efficacy of Machine Learning and Statistical Techniques. Journal of Infrastructure Systems, Volume 28, Issue 4



BMPTTSI
Badan Musyawarah
Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia
Board of Indonesian Civil Engineering
Higher Education Communication
(BICEHEC)