



DOKUMEN KURIKULUM INTI

PROGRAM SARJANA TEKNIK KIMIA

disusun oleh

ASOSIASI PENDIDIKAN
TEKNIK KIMIA INDONESIA
APTEKIM

EDISI
2021

ISBN : 978-623-99552-0-5



PROGRAM SARJANA TEKNIK KIMIA

DOKUMEN KURIKULUM INTI

dirancang oleh:
**ASOSIASI PENDIDIKAN TEKNIK
KIMIA INDONESIA (APTEKIM)**

EDISI 2021

ISBN : 978-623-99552-0-5

Dokumen Kurikulum Inti
Program Sarjana Teknik Kimia
TIM PENYUSUN

Pengarah

1. Tjokorde Walmiki Samadhi
2. Muslikhin Hidayat

Penanggung Jawab

Suherman (Ketua APTEKIM 2019-2021)

Penyusun

- Ketua : Nita Aryanti
Wakil Ketua : Teguh Ariyanto
Anggota : 1. Luqman Buchori
 2. Pramujo Widiatmoko

Editor : Aininu Nafunisa

ISBN : 978-623-99552-0-5

Penerbit :

Asosiasi Pendidikan Teknik Kimia Indonesia (APTEKIM)
Kampus Undip Tembalang, JL. Prof. Soedarto, Tembalang,
Departemen Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang
X, 50 hal, 160 X 240 mm

Lay-out / Setting : Progress

Cover : Apriya H. Setiawan

Image cover : <https://unsplash.com/photos/u13zBF4r56A>

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-Undang

Dilarang mengutip, memperbanyak, dan mengedarkan sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

Undang Undang Nomor 28 Tahun 2014

Pasal 112

Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan perbuatan pasal 7 ayat (3) dan atau pasal 52 untuk penggunaan secara komersial, dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun dan atau pidana denda paling banyak Rp300.000.000,00 (tiga ratus juta rupiah).

Pasal 113

- (1). Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf i untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
- (2). Setiap orang yang dengan tanpa hak dan atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan atau huruf h, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)
- (3). Setiap orang yang dengan tanpa hak dan atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan atau huruf g, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah)
- (4). Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah)

Pasal 114

Setiap orang yang mengelola tempat perdagangan dalam segala bentuknya yang dengan sengaja dan mengetahui membiarkan penjualan dan atau penggantian barang hasil pelanggaran hak cipta dan atau hak terkait ditempat perdagangan yang dikelolanya sebagaimana dimaksud dalam pasal 10, dipidana dengan pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah)



DOKUMEN KURIKULUM INTI PROGRAM SARJANA TEKNIK KIMIA 2021

TIM PENYUSUN

Pengarah

1. Tjokorde Walmiki Samadhi
2. Muslikhin Hidayat

Penanggung Jawab

Suherman
(Ketua APTEKIM 2019-2021)

Penyusun

- Ketua : Nita Aryanti
Wakil Ketua : Teguh Ariyanto
Anggota : 1. Luqman Buchori
2. Pramujo Widiatmoko

Editor

Aininu Nafiunisa



DAFTAR ISI

COVER.....	i
TIM PENYUSUN.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
KATA PENGANTAR KETUA APTEKIM.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. LANDASAN HUKUM.....	1
1.3. DAFTAR ISTILAH.....	3
BAB II PROFIL LULUSAN DAN CAPAIAN PEMBELAJARAN.....	6
2.1. PROFIL LULUSAN.....	6
2.2. CAPAIAN PEMBELAJARAN.....	9
BAB III KURIKULUM PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA.....	14
3.1. PERKEMBANGAN PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK KIMIA, RISET DAN INDUSTRI KIMIA.....	14
3.2. KURIKULUM INTI PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA.....	23
3.3. REKOMENDASI PENYUSUNAN KURIKULUM LENGKAP.....	44
3.4. IMPLEMENTASI PROGRAM MERDEKA BELAJAR.....	45
BAB IV PENUTUP.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Rekomendasi European Federation of Chemical Engineering (EFCE) untuk Kurikulum Inti Teknik Kimia (EFCE, 2020)	16
Tabel 3.2.	Alokasi <i>IChemE Credits</i> Minimum untuk <i>B-Standard Accreditation</i>	17
Tabel 3.3.	Kriteria ABET untuk Program Undergraduate	19
Tabel 3.4.	Komposisi Bidang Ilmu dalam Kurikulum Menurut Kriteria IABEE	20
Tabel 3.5.	Pemeringkatan Sub Bidang Ilmu Teknik Kimia (Varma and Grossmann, 2014)	21
Tabel 3.6.	Pemeringkatan Capaian Pembelajaran Lulusan oleh Alumni (Fachrurrozi, 2020)	21
Tabel 3.7.	Pemeringkatan Mata Kuliah Inti Teknik Kimia oleh Alumni (Fachrurrozi, 2020)	22
Tabel 3.8.	Komposisi Kurikulum Inti APTEKIM untuk Program Studi S1 Teknik Kimia	23
Tabel 3.9.	Silabi dan Capaian Pembelajaran Minimum Mata Kuliah Kurikulum Inti : Bidang Ilmu Dasar (<i>Mathematics and Basic Sciences</i>)	25
Tabel 3.10.	Silabi dan Capaian Pembelajaran Minimum Mata Kuliah Kurikulum Inti : Bidang Ilmu Teknik Dan Perancangan (<i>Engineering Science and Design</i>)	29
Tabel 3.11.	Silabi dan Capaian Pembelajaran Minimum Mata Kuliah Kurikulum Inti : Tugas Mandiri Terbimbing	37
Tabel 3.12.	Silabi dan Capaian Pembelajaran Minimum Mata Kuliah Kurikulum Inti : Utilitas, Keselamatan dan Lingkungan	40
Tabel 3.13.	Silabi dan Capaian Pembelajaran Minimum Mata Kuliah Kurikulum Inti : Penunjang	42
Tabel 3.14.	Alternatif Lokasi dan Kegiatan Pembelajaran MBKM bagi Program Studi Teknik Kimia (Fahrurrozi, 2020 dengan beberapa tambahan)	46

KATA PENGANTAR KETUA APTEKIM

Kurikulum merupakan salah satu bagian terpenting dalam institusi pendidikan untuk mencapai tujuan pendidikannya. Saat ini Kemendikbudristekdikti mendorong agar seluruh Perguruan Tinggi di Indonesia melaksanakan Program MBKM (Merdeka Belajar Kampus Merdeka). Hal ini menuntut kurikulum yang adaptif, memudahkan proses konversi kegiatan MBKM dan mendukung keberjalanan program MBKM. Kurikulum yang disusun juga harus mengacu pada standar internasional, dan dapat mendorong penerapan metode pembelajaran dengan kelas yang kolaboratif dan partisipatif.



Oleh karena itu, pengurus APTEKIM telah membentuk Tim untuk menyusun kurikulum inti pendidikan tinggi teknik kimia. Kurikulum inti APTEKIM ini disusun sebagai acuan bersama bagi para anggotanya dalam menyusun kurikulum pendidikan tinggi Teknik Kimia.

Saya mengucapkan terima kasih kepada Tim Penyusun Kurikulum Inti yang telah bekerja keras dalam penyusunan Kurikulum Inti hingga selesai. Akhir kata semoga Kurikulum Inti ini bermanfaat bagi perguruan tinggi dan dapat digunakan di Institusi Pendidikan Tinggi Teknik Kimia Indonesia untuk menghasilkan para Sarjana Teknik Kimia Indonesia yang beradab, berilmu, profesional dan kompetitif di era 5.0.

Semarang, 1 Oktober 2021
Ketua APTEKIM

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Dalam proses pembelajaran di perguruan tinggi, kurikulum merupakan bagian yang sangat penting. Visi, misi serta sifat dan corak program studi akan tercermin dari kurikulumnya. Meskipun pendidikan tinggi mempunyai kebebasan yang luas, termasuk menentukan sifat dan corak pendidikan, tetapi dalam batas tertentu masih diperlukan kerangka dasar materi pendidikan yang mencerminkan visi bersama asosiasi dalam berkontribusi untuk kemajuan Bangsa Indonesia melalui lulusan yang memiliki kompetensi minimum yang sesuai dengan perkembangan terkini profesi Teknik Kimia. Ditambah dengan perkembangan terbaru yakni penerapan konsep MBKM (Merdeka Belajar Kampus Merdeka) di perguruan Tinggi. Pemikiran inilah yang mendasari penyusunan kurikulum inti Teknik Kimia oleh Asosiasi Pendidikan Tinggi Teknik Kimia Indonesia (APTEKIM), yang nantinya diharapkan dapat digunakan sebagai dasar penyusunan kurikulum lengkap oleh masing-masing perguruan tinggi.

1.2. LANDASAN HUKUM

Landasan hukum dan peraturan perundangan yang melandasi pengembangan Kurikulum Inti Pendidikan Tinggi Teknik Kimia adalah:

1. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 157, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4586);
3. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 158, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5336);

4. Peraturan Presiden Nomor 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia;
5. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 73 Tahun 2013 tentang Penerapan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia Bidang Pendidikan Tinggi;
6. Peraturan Pemerintah Nomor 44 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi Dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
7. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2014 tentang Ijazah, Sertifikat Kompetensi, dan Sertifikat Profesi Pendidikan Tinggi.
8. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 44 Tahun 2015 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi;
9. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 157, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4586);
10. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 158, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5336);
11. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 62 Tahun 2016 tentang Sistem Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi;
12. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 3 tahun 2020, tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi;
13. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 5 tahun 2020, tentang Akreditasi Program Studi dan Perguruan Tinggi;
14. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 7 Tahun 2020 tentang Pendirian, Perubahan, Pembubaran Perguruan Tinggi Negeri, dan Pendirian, Perubahan, Pencabutan Izin Perguruan Tinggi Swasta.
15. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2017 tentang Rencana

Strategis Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Tahun 2015-2019.;

16. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 59 tahun 2018, tentang Ijazah, Sertifikat Kompetensi, Sertifikat Profesi, Gelar dan Tata Cara Penulisan Gelar di Perguruan Tinggi;
17. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 22 tahun 2020, tentang Rencana Strategis Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan;
18. Keputusan Menteri Pendidikan Nasional No. 232/U/2000 tentang Pedoman Penyusunan Kurikulum Perguruan Tinggi dan Penilaian Hasil Belajar Mahasiswa;
19. Keputusan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor U45/U/2002 tentang Kurikulum Inti Pendidikan Tinggi;
20. Keputusan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi No. 123 Tahun 2019 tentang Magang dan Pengakuan Satuan Kredit Semester Magang Industri untuk Program Sarjana dan Sarjana Terapan.
21. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 83 Tahun 2020 tentang Lembaga Akreditasi Internasional.

1.3. DAFTAR ISTILAH

Kurikulum adalah seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan Pendidikan Tinggi (Permendikbud No. 3 tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi).

Capaian Pembelajaran adalah kemampuan yang diperoleh melalui internalisasi pengetahuan, sikap, keterampilan, kompetensi, dan akumulasi pengalaman kerja (Perpres Nomor 8 Tahun 2012 tentang KKN).

Dosen adalah pendidik profesional dan ilmuwan dengan tugas utama mentransformasikan, mengembangkan dan menyebarkan ilmu pengetahuan, teknologi melalui pendidikan, penelitian dan pengabdian

kepada masyarakat (UU Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan tinggi).

Profil Lulusan adalah penciri atau peran yang dapat dilakukan oleh lulusan di bidang keahlian atau bidang kerja tertentu setelah menyelesaikan studinya.

Mata Kuliah adalah satuan pelajaran yang diajarkan (dan dipelajari oleh mahasiswa) di tingkat perguruan tinggi (sumber: KBBI) yang disusun berdasarkan CPL yang dibebankan padanya, berisi materi pembelajaran, bentuk dan metode pembelajaran, dan penilaian, serta memiliki bobot minimal satu satuan kredit semester (sks)

Pembelajaran adalah proses interaksi mahasiswa dengan dosen dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar (UU Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi).

Program Educational Objective (PEO) merupakan pernyataan umum yang menggambarkan apa yang diharapkan akan dicapai lulusan dalam beberapa tahun setelah lulus. PEO didasarkan pada kebutuhan dan prediksi kemampuan masa depan.

Pendidikan Tinggi adalah jenjang pendidikan setelah Pendidikan menengah yang mencakup program diploma, program magister, program doktor dan program profesi serta program spesialis yang diselenggarakan oleh perguruan tinggi berdasarkan budaya Indonesia.

Program Studi adalah kesatuan kegiatan pendidikan dan pembelajaran yang memiliki kurikulum dan metode pembelajaran tertentu dalam satu jenis pendidikan akademik, pendidikan profesi dan atau pendidikan vokasi (UU Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan tinggi).

Rencana Pembelajaran Semester (RPS) adalah rencana proses pembelajaran yang disusun untuk kegiatan pembelajaran selama satu semester guna memenuhi capaian pembelajaran yang dibebankan pada mata kuliah/modul. Rencana pembelajaran semester atau istilah lain, ditetapkan dan dikembangkan oleh dosen secara mandiri atau

bersama dalam kelompok keahlian suatu bidang ilmu pengetahuan dan atau teknologi dalam program studi.

Satuan Kredit Semester (SKS) adalah takaran waktu kegiatan belajar yang dibebankan kepada mahasiswa per minggu per semester dalam proses pembelajaran melalui berbagai bentuk pembelajaran atau besarnya pengakuan atas keberhasilan usaha mahasiswa dalam mengikuti kegiatan kurikuler di suatu program studi.

Kurikulum Pendidikan Tinggi dikembangkan oleh setiap Perguruan Tinggi dengan mengacu pada Standar Nasional Pendidikan Tinggi untuk setiap Program Studi yang mencakup pengembangan kecerdasan intelektual, akhlak mulia, dan keterampilan (Undang-Undang No. 12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi: Pasal 35 ayat 2).

Standar Nasional Pendidikan Tinggi (SN Dikti) adalah satuan standar yang meliputi standar nasional pendidikan, ditambah dengan standar nasional penelitian, dan standar nasional pengabdian masyarakat. Standar nasional pendidikan adalah kriteria minimal tentang pembelajaran pada jenjang pendidikan tinggi di perguruan tinggi di seluruh wilayah hukum Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Standar Kompetensi Lulusan (SKL) merupakan kriteria minimal tentang kualifikasi kemampuan lulusan yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang dinyatakan dalam rumusan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) (Permendikbud No. 3 tahun 2020: Pasal 5 (1)).

Literasi Data adalah pemahaman untuk membaca, menganalisis, menggunakan data dan informasi (*big data*) di dunia digital.

Literasi Teknologi adalah pemahaman cara kerja mesin, dan aplikasi teknologi (*coding, artificial intelligence, dan engineering principle*).

Literasi Manusia adalah pemahaman tentang humanitas, komunikasi, dan desain

BAB II

PROFIL LULUSAN DAN CAPAIAN PEMBELAJARAN

2.1. PROFIL LULUSAN

Profil lulusan merupakan peran yang diharapkan dapat dilakukan oleh lulusan program studi di masyarakat/dunia kerja. Peran ini bisa menunjuk pada suatu profesi, jenis pekerjaan tertentu maupun bidang pekerjaan yang lebih umum yang dicanangkan oleh program studi. Kompetensi lulusan atau kemampuan yang diharapkan terhadap lulusan merupakan salah satu faktor utama yang dirumuskan dalam penyusunan kurikulum. Di dalam kompetensi ini, ciri khas lulusan suatu perguruan tinggi perlu digariskan.

Lembaga pemberi akreditasi seperti ABET hanya memberikan kriteria yang sangat umum untuk program Teknik Kimia yaitu bahwa *“The program must demonstrate that graduates have: thorough grounding in the basic sciences including chemistry, physics, and biology appropriate to the objectives of the program; and sufficient knowledge in the application of these basic sciences to enable graduates to design, analyze, and control physical, chemical, and biological processes, consistent with the program educational objectives”* (Program harus menunjukkan bahwa lulusan memiliki: landasan menyeluruh dalam ilmu dasar termasuk kimia, fisika, dan biologi yang sesuai dengan tujuan program; dan pengetahuan yang cukup dalam penerapan ilmu-ilmu dasar ini untuk memungkinkan lulusan merancang, menganalisis, dan mengendalikan proses fisik, kimia, dan biologi, konsisten dengan tujuan pendidikan program). Selain itu ABET juga memberikan persyaratan minimum kompetensi untuk memperoleh akreditasi. Setiap perguruan tinggi bebas menambahkan kompetensi tambahan di atas persyaratan minimal untuk mendapatkan akreditasi ABET.

Menurut ABET, kompetensi minimum lulusan dirumuskan sebagai berikut:

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

6. *An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgement to draw conclusions* (kemampuan untuk mengembangkan dan melakukan eksperimen yang tepat, menganalisis dan menginterpretasikan data, dan menggunakan penilaian keteknikan untuk menarik kesimpulan)
7. *An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies* (kemampuan untuk memperoleh dan menerapkan pengetahuan baru sesuai kebutuhan, menggunakan strategi pembelajaran yang tepat).

Sedangkan IChemE menyusun *learning outcome* berdasarkan Mata Kuliah Dasar meliputi Matematika, Sains (Kimia, Fisika, Biologi), Prinsip Teknik Kimia, Fundamental (neraca massa dan energi; termodinamika; transportasi fluida, padatan dan multifase; perpindahan massa, panas dan momentum; reaksi kimia dan reaktor), Teknologi Proses dan Produk, Sistem (operasi batch dan kontinu; pinch; control), Keselamatan Proses (K3L), Keberlanjutan dan Ekonomi, serta Etika; Praktik Teknik Kimia; dan Desain Teknik Kimia.

Untuk menghasilkan lulusan yang mempunyai pengetahuan dan keterampilan khusus di bidang teknik kimia maka program studi berkewajiban untuk membekali para lulusan dengan ilmu dan keterampilan sesuai dengan bidang keilmuan/keahlian teknik kimia. Untuk itu maka APTEKIM merumuskan bahwa lulusan Program Studi Teknik Kimia diharapkan memiliki profil dan kemampuan sebagai berikut,

1. Sarjana Teknik Kimia yang berilmu dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, cakap, kreatif, mandiri, serta memegang teguh kode etik profesi dan memiliki pemahaman yang menyeluruh terhadap tanggung jawab profesi
2. Sarjana Teknik Kimia yang mampu untuk mengaplikasikan pengetahuan dan keterampilannya di bidang Teknik kimia

3. Sarjana Teknik Kimia yang mempunyai kemampuan dalam desain keteknikan dengan menjunjung tinggi aspek-aspek keselamatan, kesehatan dan lingkungan.
4. Sarjana Teknik Kimia yang mampu untuk mengembangkan suatu eksperimen dan inovasi di bidang keteknikan, serta mampu mengolah, menganalisa dan menginterpretasikan data.
5. Sarjana Teknik Kimia yang mampu berinteraksi dan berkomunikasi secara efektif dengan berbagai khalayak dari berbagai disiplin ilmu.
6. Sarjana Teknik Kimia yang berperan secara aktif di lingkungannya, mampu menginspirasi dan memberikan motivasi serta bertanggung jawab penuh terhadap pekerjaannya.
7. Sarjana Teknik Kimia yang mampu untuk mengembangkan pengetahuannya terhadap isu-isu global dan kontemporer serta mampu untuk beradaptasi dan berkontribusi terhadap digitalisasi di dalam Teknik Kimia
8. Sarjana Teknik Kimia yang mempunyai kesadaran untuk belajar seumur hidup dan mampu untuk menjalankannya.

2.2. CAPAIAN PEMBELAJARAN

Peraturan Presiden Nomor 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI), dan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi, merupakan dasar dalam penyusunan rumusan capaian pembelajaran (*learning outcome*). KKNI merupakan pernyataan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) Indonesia yang penjenjangan kualifikasinya didasarkan pada tingkat kemampuan yang dinyatakan dalam rumusan capaian pembelajaran (*learning outcomes*) (Junaidi, dkk., 2020). Lulusan Program Sarjana/Sarjana Terapan harus memiliki 'kemampuan' minimal yang setara dengan capaian pembelajaran pada jenjang 6 KKNI.

Capaian Pembelajaran (*Learning outcome*) Program Studi Sarjana Teknik Kimia meliputi sikap, penguasaan pengetahuan,

keterampilan umum dan keterampilan khusus. Hal ini merujuk pada Permendikbud No. 3 Tahun 2020 tentang SN-DIKTI pasal 5, ayat (1), yang menyatakan Standar Kompetensi Lulusan (SKL) merupakan kriteria minimal tentang kualifikasi kemampuan lulusan yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang dinyatakan dalam rumusan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL). Detail capaian pembelajaran lulusan program studi sarjana Teknik Kimia dinyatakan sebagai berikut:

I. SIKAP

- S1 Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius
- S2 Menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral, dan etika
- S3 Berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan kemajuan peradaban berdasarkan Pancasila
- S4 Berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air, memiliki nasionalisme serta rasa tanggung jawab pada negara dan bangsa
- S5 Menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, agama, dan kepercayaan, serta pendapat atau temuan orisinal orang lain
- S6 Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
- S7 Taat hukum dan disiplin dalam kehidupan bermasyarakat dan bernegara
- S8 Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik;
- S9 Menunjukkan sikap bertanggung jawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri;
- S10 Menginternalisasi semangat kemandirian, kejuangan, dan kewirausahaan.

II. PENGUASAAN PENGETAHUAN

- P1 Konsep teoretis sains-rekayasa (*engineering sciences*), prinsip-prinsip rekayasa (*engineering principles*), dan perancangan rekayasa yang diperlukan untuk analisis dan perancangan

proses, sistem pemrosesan, dan peralatan yang diperlukan untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang mempunyai nilai tambah

- P2 Konsep sains alam dan prinsip aplikasi matematika rekayasa pada analisis dan perancangan proses, sistem pemrosesan, dan peralatan yang diperlukan untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang mempunyai nilai tambah
- P3 Prinsip dan teknik perancangan proses, sistem pemrosesan, dan peralatan yang diperlukan untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang mempunyai nilai tambah
- P4 Prinsip dan isu terkini dalam ekonomi, sosial, dan ekologi secara umum
- P5 Teknik komunikasi dan teknologi informasi serta perkembangan teknologi terbaru dan terkini

III. KETERAMPILAN UMUM

- KU1 Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang keahliannya
- KU2 Mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur
- KU3 Mampu mengkaji implikasi pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora sesuai dengan keahliannya berdasarkan kaidah, tata cara dan etika ilmiah dalam rangka menghasilkan solusi, gagasan, desain atau kritik seni
- KU4 Mampu menyusun deskripsi saintifik hasil kajian tersebut di atas dalam bentuk skripsi atau laporan tugas akhir, dan mengunggahnya dalam laman perguruan tinggi
- KU5 Mampu mengambil keputusan secara tepat dalam konteks penyelesaian masalah di bidang keahliannya, berdasarkan hasil analisis informasi dan data

- KU6 Mampu memelihara dan mengembangkan jaringan kerja dengan pembimbing, kolega, sejawat baik di dalam maupun di luar lembaganya
- KU7 Mampu bertanggungjawab atas pencapaian hasil kerja kelompok dan melakukan supervisi serta evaluasi terhadap penyelesaian pekerjaan yang ditugaskan kepada pekerja yang berada di bawah tanggungjawabnya
- KU8 Mampu melakukan proses evaluasi diri terhadap kelompok kerja yang berada di bawah tanggung jawabnya, dan mampu mengelola pembelajaran secara mandiri
- KU9 Mampu mendokumentasikan, menyimpan, mengamankan, dan menemukan kembali data untuk menjamin kesahihan dan mencegah plagiasi

IV. KETERAMPILAN KHUSUS

- KK1 Mampu menerapkan matematika, sains alam, dan prinsip rekayasa (*engineering principles*) untuk menyelesaikan masalah rekayasa kompleks pada proses, sistem pemrosesan, dan peralatan yang diperlukan untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang mempunyai nilai tambah melalui reaksi kimia
- KK2 Mampu menemukan sumber masalah rekayasa pada proses, sistem pemrosesan, dan peralatan yang diperlukan untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang mempunyai nilai tambah melalui proses penyelidikan, analisis, interpretasi data dan informasi berdasarkan prinsip-prinsip rekayasa
- KK3 Mampu melakukan riset yang mencakup identifikasi, formulasi dan analisis masalah rekayasa pada proses, sistem pemrosesan, dan peralatan yang diperlukan untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang mempunyai nilai tambah
- KK4 Mampu merumuskan alternatif solusi untuk menyelesaikan masalah rekayasa kompleks pada proses, sistem

pemrosesan, dan peralatan yang diperlukan untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang mempunyai nilai tambah dengan memperhatikan faktor-faktor ekonomi, kesehatan dan keselamatan publik, kultural, sosial dan lingkungan (*environmental consideration*)


- KK5 Mampu merancang proses, sistem pemrosesan, dan peralatan yang diperlukan untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang mempunyai nilai tambah dengan pendekatan analitis dan mempertimbangkan standar teknis, aspek kinerja, keandalan, kemudahan penerapan, keberlanjutan, serta memperhatikan faktor-faktor ekonomi, kesehatan dan keselamatan publik, kultural, sosial dan lingkungan
- KK6 Mampu memilih sumberdaya dan memanfaatkan perangkat perancangan dan analisis rekayasa berbasis teknologi informasi dan komputasi yang sesuai untuk melakukan aktivitas rekayasa di bidang proses, sistem pemrosesan, dan peralatan yang diperlukan untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang mempunyai nilai tambah
- KK7 Mampu untuk berkomunikasi secara efektif baik lisan maupun tulisan
- KK8 Mampu untuk merencanakan, menyelesaikan dan mengevaluasi tugas di dalam batasan-batasan yang ada
- KK9 Mampu untuk bekerja dalam tim lintas disiplin dan lintas budaya
- KK10 Memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
- KK11 Memiliki pemahaman tentang tanggung jawab profesi dan etika
- KK12 Memiliki kemampuan untuk belajar sepanjang hayat

BAB III

KURIKULUM PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA

3.1. PERKEMBANGAN PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK KIMIA, RISET DAN INDUSTRI KIMIA

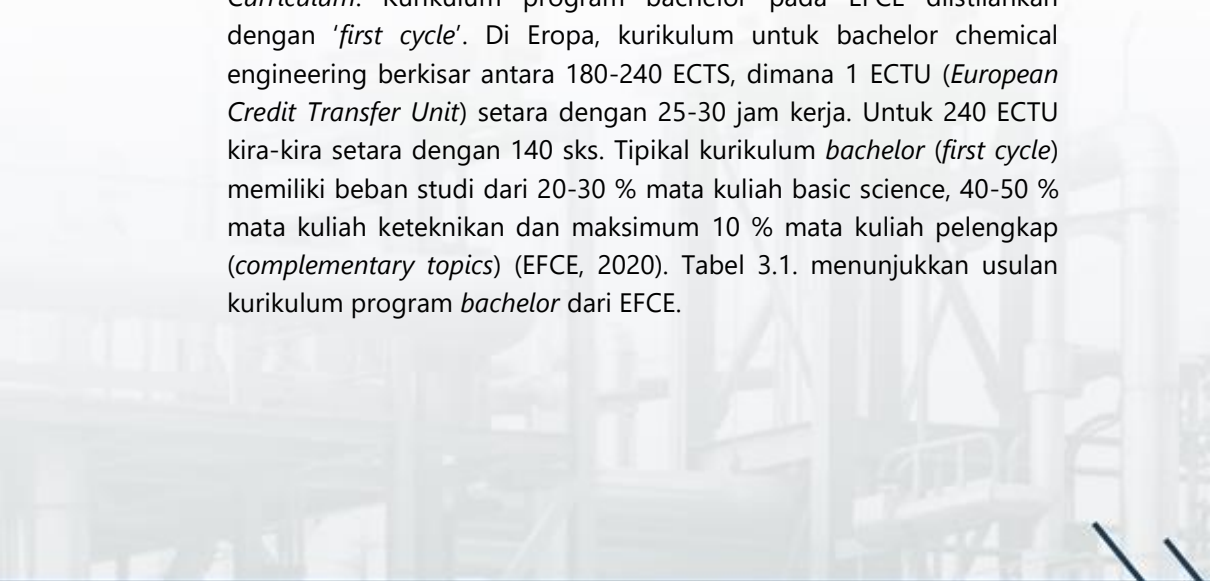
Sejarah awal kurikulum Teknik Kimia pada kurun waktu sekitar tahun 1900 dimulai dengan gabungan mata kuliah-mata kuliah dari bidang kimia dan Teknik mesin, serta mata kuliah terkait yang ada di industri dan kimia terapan. Keunikan bidang teknik kimia dimulai dengan pengembangan konsep unit operasi (paradigma pertama dari Teknik Kimia), yang pada akhirnya membedakannya dengan Kimia dan Teknik mesin. Konsep Pendidikan Teknik Kimia makin berkembang dengan adanya mata kuliah terkait proses kimia, neraca massa dan energi, termodinamika, desain proses dan peralatan, teknik reaksi kimia dan pengendalian proses (Varma and Grossman, 2014). Pada periode tahun 1950-1960, analisis dan matematika terapan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan teknik kimia. Prinsip-prinsip perpindahan momentum, panas, dan massa yang dikenal dengan transport phenomena mulai diterapkan. Teknik-teknik matematika mulai diaplikasikan untuk desain, operasi pemisahan serta reaktor. Seiring dengan adanya komputer, simulasi numerik dari suatu pemodelan proses mulai dilakukan untuk menentukan desain maupun kondisi operasi. Periode tahun 1950-1960 tersebut dikenal dengan paradigma kedua dari Teknik Kimia (Varma and Grossman, 2014). Pendekatan kurikulum teknik kimia merupakan perpaduan dari bidang kimia, fisika dan matematika. Lulusan teknik kimia dididik untuk dapat mengembangkan, mendesain, dan mengoperasikan secara efektif proses-proses pemurnian dan sintesis bahan kimia yang kompleks.



Kontribusi bidang ilmu Teknik Kimia makin berkembang diantaranya dengan desain katalis dan *converter* katalitik, bioteknologi dan industri-industri terkait bioteknologi seperti farmasi. Konsep-konsep biologi selanjutnya dikombinasikan dengan prinsip-prinsip Teknik Kimia seperti teknik reaksi, proses perpindahan, proses pemisahan dan rekayasa proses.

Beberapa program studi Teknik Kimia di luar negeri bahkan mengubah namanya diantaranya menjadi *Chemical and Biomolecular Engineering* atau *Chemical and Biological Engineering*. Perkembangan bidang ilmu lain seperti nanoteknologi khususnya aplikasi material pada skala nanometer menjadi corak baru dalam bidang Teknik Kimia. Konsekwensi dari munculnya bioteknologi dan nanoteknologi membawa tren adanya mata kuliah berbasis biologi molekular dan material khususnya material lanjut.

Seiring dengan perkembangan industri dan teknologi, serta keunikan dari masing-masing perguruan tinggi, kurikulum Teknik kimia menjadi lebih beragam. Beberapa asosiasi/lembaga melakukan harmonisasi Kurikulum Teknik Kimia dengan tetap mempertahankan keunikan dari masing-masing perguruan tinggi. Negara-negara Eropa dalam konvensi Bologna melalui *European Federation of Chemical Engineering* (EFCE) mengusulkan suatu *Chemical Engineering Core Curriculum*. Kurikulum program bachelor pada EFCE diistilahkan dengan '*first cycle*'. Di Eropa, kurikulum untuk bachelor chemical engineering berkisar antara 180-240 ECTS, dimana 1 ECTU (*European Credit Transfer Unit*) setara dengan 25-30 jam kerja. Untuk 240 ECTU kira-kira setara dengan 140 sks. Tipikal kurikulum *bachelor (first cycle)* memiliki beban studi dari 20-30 % mata kuliah basic science, 40-50 % mata kuliah keteknikan dan maksimum 10 % mata kuliah pelengkap (*complementary topics*) (EFCE, 2020). Tabel 3.1. menunjukkan usulan kurikulum program *bachelor* dari EFCE.



Tabel 3.1. Rekomendasi *European Federation of Chemical Engineering* (EFCE) untuk Kurikulum Inti Teknik Kimia (EFCE, 2020)

Core Curriculum Chemical Engineering (First Cycle)	Minimum ECTS Credit	Range in %
Fundamentals of science and natural sciences <i>Mathematics, informatics (including data management and digitalization toolbox), physics, chemistry, biology</i>	35	20% to 30 %
Chemical Engineering fundamentals <i>Material and energy balances, thermodynamics, fluid dynamics, heat and mass transfer, separations processes, chemical reaction engineering, unit operations, bioprocess engineering, process control</i>	50	30% to 40%
Core Chemical Engineering applications <i>e.g. basic product engineering, chemical and process safety, health and environment, design and process software and analytical techniques</i>	10	5% to 12 %
Chemical Engineering sciences or field specific chemical engineering applications <i>according to the main emphasis of the degree course of the university; it might include a longer industrial internship as well. Classical or modern areas of the field, e.g. bioprocess engineering, biomaterials, food engineering, pharmaceutical engineering</i>	30	15% to 25%
Complementary fields <i>e.g. Economics, management, entrepreneurship, regulatory frameworks, teamwork professional English</i>	10	5% to 12%

First Cycle ('Bachelor's') thesis project or design project

<i>Final thesis or design project is not required at the bachelor level, but if it is not included, minimum 10 engineering design credits (cumulative) are required in the curriculum</i>	10	5% to 10%
---	----	-----------

Asosiasi profesi Teknik Kimia Teknik Kimia IChemE (*The Institution of Chemical Engineer*) yang berpusat di London memberikan detail *learning outcome* untuk topik-topik yang ada dalam kurikulum inti (IChemE, 2020). IChemE juga memberikan akreditasi untuk program-program *Chemical Engineering, Biochemical Engineering, Food Process Engineering and Pharmaceutical Engineering*. Kategorisasi akreditasi IChemE dinyatakan dengan konvensi standar akreditasi M-, B-, F- and D-Standard. Untuk program *first cycle*, standar akreditasi dikategorikan pada *B-Standard Accreditation* (lama studi 3 tahun, 180 *IChemE credits*), dengan 1 credit dinyatakan sebagai 20 jam yang merupakan gabungan antara jam belajar yang dipimpin oleh tutor dan jam belajar mandiri).

Tabel 3.2. Alokasi *IChemE Credits* Minimum untuk *B-Standard Accreditation*

	<i>Minimum Credits</i>	<i>Percentage*</i>
<i>Underpinning Mathematics, Science and Associated Engineering</i>	<i>Appropriate</i>	<i>Appropriate</i>
<i>Core Chemical Engineering</i>	≥ 85	≥ 47.22 %
<i>Chemical Engineering Practice</i>	≥ 10	≥ 5.56 %
<i>Chemical Engineering Design Practice & Design Projects</i>	≥ 10	≥ 5.56 %
<i>Embedded learning</i>	<i>sufficient</i>	<i>sufficient</i>
Total minimum specified content	115	63.89 %
<i>Complementary topics</i>	<i>Balance</i>	<i>Balance</i>

*berdasarkan total *IChemE credit* 180

Lembaga pemberi akreditasi program studi teknik dan teknologi, yaitu ABET mengeluarkan kriteria-kriteria dalam akreditasinya, diantaranya kriteria untuk Kurikulum. Kurikulum program studi harus memberikan muatan yang memadai untuk masing-masing bidang, konsisten dengan capaian pembelajaran dan tujuan pendidikan program, untuk memastikan agar mahasiswa siap untuk masuk dalam praktek keteknikan. Menurut ABET, kurikulum harus mencakup (ABET, 2019):

- a. Minimum 30 jam kredit semester (atau ekuivalen) kombinasi *mathematics and basic sciences* dengan pengalaman eksperimental yang sesuai dengan program.
- b. Minimum 45 jam kredit semester (atau ekuivalen) *engineering topics* yang sesuai dengan program, terdiri dari ilmu-ilmu teknik dan komputer, *engineering design* dan penggunaan *modern engineering tools*.
- c. Komponen pendidikan lainnya yang melengkapi isi teknis kurikulum dan konsisten dengan tujuan pendidikan program.
- d. Pengalaman mendesain utama yang menggabungkan standar-standar keteknikan yang sesuai dan berbagai batasan dan berdasarkan pada pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh pada perkuliahan sebelumnya.

Secara spesifik, untuk Program Teknik Kimia kurikulum harus mencakup:

1. Penerapan matematika termasuk persamaan differensial dan statistik untuk permasalahan keteknikan
2. Fisika dan Kimia level perguruan tinggi, dengan beberapa bagian pada level lanjut sesuai dengan tujuan program.
3. Rekayasa penerapan ilmu-ilmu tersebut untuk desain, analisis, dan pengendalian proses, termasuk bahaya terkait dengan proses-proses tersebut.

Kriteria kurikulum ABET dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Kriteria ABET untuk Program *Undergraduate*

	Minimum Credits	Percentage*
<i>Mathematics and basic science</i>	30	23.4 %
<i>Engineering topics</i>	45	35.2 %
<i>General education</i>	-	-
<i>Major engineering design</i>	-	-

*Dengan asumsi program 4 tahun 128 credit hours (SKS)

Beberapa perguruan tinggi USA yang dipelopori oleh MIT berusaha untuk merombak total (*totally reinvent*) kurikulum Teknik Kimia melalui proyek yang disebut *Frontiers in Chemical Engineering Education*. Salah satu usulan proyek *Frontiers in Chemical Engineering Education* adalah tiga pilar utama (*three organizing principles*) kurikulum Teknik Kimia:

- a. Proses-proses molekular (*molecular processes*)
- b. Analisis multiskala (*multiscale analysis*)
- c. Analisis dan sintesis sistem (*systems analysis and synthesis*)

Pada tahun 2015 *Indonesian Accreditation Board for Engineering Education* (IABEE) yang merupakan sebuah organisasi independen nirlaba, didirikan sebagai bagian dari lembaga Persatuan Insinyur Indonesia (PII) untuk menumbuh kembangkan budaya mutu dalam pengelolaan pendidikan tinggi di bidang teknik dan *computing*. IABEE bertanggungjawab terhadap akreditasi program-program studi yang memberikan gelar sarjana akademik di bidang teknik dan *computing* di Indonesia. Akreditasi oleh IABEE menyatakan bahwa program-program studi dalam bidang Teknik dan *computing* telah diselenggarakan dengan memenuhi bakuan-bakuan minimum, dan dengan mempergiat peningkatan mutu yang berkesinambungan. Pada tanggal 12 Juni 2019, IABEE telah diterima sebagai *Provisional Signatory Member Washington Accord* sehingga yuridiksi IABEE di Indonesia mulai mendapatkan pengakuan dari *Washington Accord*. Salah satu kriteria bidang ilmu

IABEE adalah *Discipline Criteria for Chemical, Biochemical, and Similarly Named Engineering Programs*. Kriteria Program tersebut berlaku bagi program-program studi teknik dengan nama yang menggunakan istilah "kimia", "biokimia", "bioproses", "bioenergi", serta istilah-istilah lain yang sepadan. Kriteria Kurikulum masuk sebagai salah satu sub kriteria dari Kriteria 2 (Pelaksanaan Pembelajaran). Komposisi bidang ilmu menurut kriteria IABEE dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Komposisi Bidang Ilmu dalam Kurikulum Menurut Kriteria IABEE

	Persentase	Jumlah SKS*
<i>Mathematics and Basic Science</i>	Minimal 20%	Minimal 30
<i>Engineering and Design</i>	Minimal 40%	Minimal 59
Teknologi informasi dan komunikasi	cukup	-
Pendidikan umum yang mencakup moral, etika, sosial budaya, lingkungan, dan manajemen.	Maksimal 30%	Maksimal 44

* berdasarkan perhitungan SKS Program Sarjana 148 SKS

Selain itu juga dipersyaratkan adanya pengalaman praktek keteknikan mahasiswa dalam merancang yang diakhiri dengan *capstone design* (proyek perancangan utama) dengan menggunakan standar-standar keteknikan dan batasan-batasan realistis berdasarkan pada pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh di perkuliahan sebelumnya.

Pendidikan Teknik Kimia tentunya harus sejalan dengan pandangan dari industri terkait kemampuan/sub bidang ilmu yang penting bagi alumni yang akan bekerja di industri. Tabel 3.5 menunjukkan pemeringkatan dari industri terkait beberapa sub bidang ilmu Teknik Kimia.

Tabel 3.5. Pemeringkatan Sub Bidang Ilmu Teknik Kimia (Varma and Grossmann, 2014)

Kemampuan	Kepentingan Relatif Rata-rata
Unit Operasi : Unit operasi, fenomena perpindahan, termodinamika, proses-proses pemisahan	4.6
Teknik Reaksi : Teknik reaksi, katalisis, kinetika	4.0
Modeling dan Analisis : Analisis, modeling, simulasi, pengendalian proses	4.0
Material : Material, <i>surface science</i> , polimer	3.2
Biologi : Bioteknologi, Ilmu kedokteran dan hayati	2.1
Nanoteknologi : Nanoteknologi dan Aplikasi	1.8

Pada tahun 2020, APTEKIM melalui bidang Kurikulum telah melakukan survei terbatas untuk mengetahui pandangan alumni terhadap capaian pembelajaran lulusan, dan mata kuliah Teknik Kimia yang dianggap penting (Fachrurrozi, 2020). Hasil survei tersebut disajikan pada Tabel 3.6 dan Tabel 3.7.

Tabel 3.6. Pemeringkatan Capaian Pembelajaran Lulusan oleh Alumni (Fachrurrozi, 2020)

Capaian Pembelajaran Lulusan	Responden Menganggap Penting
Kemampuan untuk mengaplikasikan pengetahuan matematika, sains dan teknik (<i>engineering</i>)	74.1 %
Kemampuan untuk merancang dan menjalankan eksperimen serta menganalisis dan menginterpretasikan data	72.2 %

Kemampuan untuk berperan serta pada suatu tim yang bersifat multi-disiplin	68.3 %
Kemampuan untuk mengidentifikasi, memformulasi dan menyelesaikan masalah-masalah teknik	82.2 %
Pemahaman tentang tanggung jawab professional dan etika	75.4 %
Kemampuan untuk berkomunikasi secara efektif	82.2 %
Cakupan pengetahuan cukup luas untuk dapat memahami pengaruh tindakan teknis yang diambilnya terhadap masyarakat dan dunia global	54.0 %
Kesadaran akan pentingnya belajar seumur hidup dan kemampuan untuk menjalankannya	62.5 %
Pengetahuan tentang isu-isu kontemporer	70.9 %
Kemampuan untuk memanfaatkan teknik-teknik, keahlian-keahlian dan peralatan teknik modern yang diperlukan untuk pelaksanaan tugas-tugas profesionalnya.	70.9 %

Tabel 3.7. Pemeringkatan Mata Kuliah Inti Teknik Kimia oleh Alumni
(Fachrurrozi, 2020)

Capaian Pembelajaran Lulusan	Responden Menganggap Penting
Neraca massa dan energi	89.3 %
Ekonomi Teknik	86.1 %
Mekanika fluida (aliran fluida, pompa dan kompresor, perhitungan terkait dengan perpipaian)	2.5 %
Perpindahan panas dan perancangan alat penukar panas	79.6 %
Proses-proses pemisahan	78.3 %
Teknik Keselamatan Proses	76.7 %

Termodinamika terapan untuk bidang Teknik Kimia	76.4 %
Pemilihan dan Perancangan Alat proses	74.4 %
Teknik Reaksi Kimia, Kinetika dan Katalisis	71.5 %
Perpindahan massa	69.3 %
Perancangan Pabrik Kimia	69.3 %
Pengendalian dan dinamika proses	67.0 %
Teknik dan Perancangan Produk	66.0 %
Matematika terapan dalam bidang Teknik Kimia	60.5 %

3.2. KURIKULUM INTI PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA

Komposisi kurikulum inti Program Studi Teknik Kimia dari APTEKIM beserta jumlah SKS minimum disajikan pada Tabel 3.8. Usulan kurikulum inti tersebut disusun berdasarkan dari pengembangan Kurikulum Inti APTEKIM (APTEKINDO, 2012; APTEKIM 2018), landasan hukum penyusunan kurikulum perguruan tinggi, pertimbangan perkembangan Pendidikan Tinggi Teknik Kimia serta masukan dari alumni.

Tabel 3.8 Komposisi Kurikulum Inti APTEKIM untuk Program Studi S1 Teknik Kimia

Kelompok Bidang Ilmu	Rumpun Mata Kuliah	SKS Minimum
ILMU DASAR <i>(Mathematics and Basic Science)</i> 24 SKS	Matematika	6
	Kimia	12
	Fisika	4
	Bioproses/Bioteknologi/Ilmu-ilmu Biologi lainnya yang sejenis	2

ILMU TEKNIK DAN PERANCANGAN <i>(Engineering Science and Design)</i> 41 SKS	Matematika Teknik Kimia	4
	Termodinamika Teknik Kimia	4
	Azas-Azas Teknik Kimia	4
	Operasi Teknik Kimia (<i>Unit Operation</i>)	10
	Teknik Reaksi Kimia	6
	Proses Industri Kimia	3
	Fenomena Perpindahan (<i>Transport Phenomena</i>)	2
	Perancangan Alat proses	2
	Perancangan Pabrik Kimia	3
	Pengendalian Proses	3
TUGAS MANDIRI TERBIMBING 9 SKS	Penelitian	3
	Kerja Praktek	2
	Desain Proyek : Prarancangan Pabrik Kimia	4
KESELAMATAN & LINGKUNGAN 4 SKS	Keselamatan Industri	2
	Pengelolaan Limbah	2
PENUNJANG 4 SKS	Manajemen	2
	Ekonomi Teknik	2

Detail silabus dan Capaian Pembelajaran minimal Mata Kuliah untuk masing-masing kelompok bidang ilmu dalam Tabel 3.8 disajikan pada Tabel 3.9- Tabel 3.13.

Tabel 3.9. Silabi dan Capaian pembelajaran Minimum Mata Kuliah kurikulum Inti : Bidang Ilmu Dasar (*Mathematics and Basic Sciences*)

Rumpun Mata Kuliah	SKS Minimum	Silabus Minimum	Capaian Pembelajaran minimum
Matematika	6	<p>Fungsi, limit, turunan/<i>derivative</i>. Cara-cara integrasi. Deret tak terhingga. Turunan parsial. Integral lipat dan pemakaiannya. Dasar-dasar aljabar linier dan vektor. Persamaan diferensial ordiner dengan penyelesaiannya. Fungsi beta dan gama, deret, suku sisa, variabel kompleks. Teori residu dan transformasi Laplace. Ilmu statistika dasar yang setidaknya mencakup statistika deskriptif (termasuk penggunaan grafik dengan tepat), inferensi statistik 1- dan 2-cuplikan, regresi linier.</p>	<p>Mahasiswa mampu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan dan menyelesaikan persoalan differensial dan integral 2. Menjelaskan dan menyelesaikan persoalan yang terkait dengan fungsi, grafik, limit, vektor, matriks 3. Menjelaskan dan menyelesaikan persoalan diferensial biasa, diferensial parsial, dan diferensial simultan 4. Menjelaskan dan menyelesaikan persoalan bilangan kompleks dan deret 5. Menjelaskan dan menentukan besaran-besaran penciri data pengukuran 6. Melakukan inferensi 1- dan 2-cuplikan dengan perhitungan selang keyakinan dan/atau uji hipotesis

			7. Melakukan dan menginterpretasikan hasil penghampiran parameter dengan regresi linier
Kimia (mencakup Kimia Dasar, Kimia Analitik, Kimia Fisik, dan Kimia Organik)	12	<p>Struktur atom, klasifikasi periodik. Ikatan kimia, ikatan sekunder, sifat asam dan basa, keseimbangan dan kecepatan reaksi.</p> <p>Struktur bahan dan larutan.</p> <p>Karakteristik senyawa organik, klasifikasi, struktur atom dan molekul.</p> <p>Tata nama senyawa organik.</p> <p>Sifat-sifat dan reaksi-reaksi dasar untuk senyawa alifatik dan aromatik, termasuk halida, alkohol, fenol, aldehida, keton, eter, asam karboksilat dan turunannya, senyawa nitro, amin, sulfonat, protein, karbohidrat, lipida dan asam nukleat.</p> <p>Analisis kimia kualitatif dan kuantitatif, termasuk analisis dengan instrumen.</p>	<p>Mahasiswa mampu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan penggolongan zat dan bermacam teori atom, karakteristik atom, model mekanika kuantum sebagai dasar pemahaman aspek molekular, serta fenomena pembentukan ikatan secara molekular 2. Menjelaskan dan menerapkan konsep teori asam dan basa, keseimbangan dan kecepatan reaksi dalam perhitungan reaksi kimia 3. Menjelaskan karakteristik dan dasar-dasar reaksi berbagai senyawa organik baik senyawa alifatik maupun senyawa aromatik, protein, karbohidrat, lipid/lemak. 4. Menjelaskan prinsip-prinsip analisis kimia kualitatif dan kuantitatif 5. Menjelaskan prinsip-prinsip analisis dengan instrumen.

		<p>Pengenalan kesetimbangan fisis dan kimia, kaidah fasa, dan kecepatan reaksi.</p> <p>Sifat-sifat koligatif larutan, larutan elektrolit dan dasar-dasar kimia koloid.</p> <p>Konsep besaran termodinamika.</p> <p>Hukum dasar kesetimbangan fasa dan kesetimbangan fasa sistem ideal.</p> <p>Pendekatan kesetimbangan sistem non-ideal lewat koefisien fugasitas dan koefisien aktivitas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 6. Menjelaskan dan menerapkan konsep keseimbangan fisis dan kimia 7. Mengidentifikasi sifat koligatif larutan, larutan non-elektrolit dan larutan eletrolit. 8. Menjelaskan konsep dasar larutan koloid, cara pembuatan koloid dan aplikasi koloid di industry 9. Menggunakan prinsip termodinamika dasar untuk menghitung keseimbangan fasa. 10. Menggunakan konsep dasar reaksi kimia untuk melakukan perhitungan kecepatan reaksi sederhana
Fisika	4	<p>Jarak, kecepatan, percepatan, gaya. Usaha dan energi, statika titik dan benda. Statika fluida, hukum Hooke. Efek panas, gas, dan teori kinetika gas.</p> <p>Uap, tegangan muka.</p> <p>Bunyi, cahaya, optik, listrik searah dan bolak balik.</p>	<p>Mahasiswa mampu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menerapkan konsep-konsep fisika sederhana: mekanika, panas, gas, uap dan tegangan permukaan yang relevan pada industri kimia. 2. Melakukan perhitungan berdasarkan fenomena konversi energi termasuk energi mekanik.

			3. Menjelaskan dan menerapkan konsep-konsep bunyi, cahaya, optik, listrik arus searah dan arus bolak-balik.
Bioproses/ Bioteknologi/ Ilmu-ilmu Biologi lainnya yang sejenis	2	Konsep bioteknologi dan bioproses Rekayasa Biokimia Dasar-dasar mikrobiologi industri	Mahasiswa mampu : 1. Menjelaskan konsep bioteknologi dan bioproses 2. Menjelaskan tentang rekayasa biokimia dan proses-proses yang melibatkan agen biologi dan bagian sel yang terlibat dalam bioproses 3. Mengidentifikasi karakteristik sel mikrobial, enzim, dan menghitung kinetika mikrobial 4. Mengidentifikasi kelompok mikroba yang berperan dalam proses industri

Tabel 3.10. Silabi dan Capaian Pembelajaran Minimum Mata Kuliah Kurikulum Inti : Bidang Ilmu Teknik dan Perancangan (*Engineering Science and Design*)

Mata Kuliah	SKS Minimum	Silabus Minimum	Capaian Pembelajaran Minimum
Matematika Teknik Kimia	4	<p>Penyelesaian analitis persamaan diferensial ordiner dengan fungsi khas (sebagai contoh Bessel, Legendre, dll.) dan persamaan diferensial parsial dengan syarat batas.</p> <p>Interpolasi, diferensiasi dan integrasi numerik.</p> <p>Penyelesaian numeris akar-akar persamaan non-linier (Newton Raphson, Regula Falsi, dsb).</p> <p>Cara-cara penyelesaian numeris persamaan diferensial ordiner dan parsial.</p> <p>Penyusunan model matematis untuk proses-proses teknik kimia berdasarkan neraca massa, neraca</p>	<p>Mahasiswa mampu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengolah data dan menyajikannya dalam bentuk persamaan matematis 2. Merumuskan persoalan teknik kimia ke dalam persamaan matematis. 3. Menerapkan konsep integral dan differensial untuk menyelesaikan permasalahan dalam teknik kimia 4. Menyusun model matematika dan untuk menyelesaikan permasalahan teknik kimia yang melibatkan neraca massa dan panas, perpindahan massa, perpindahan panas dan perpindahan momentum.

		energi, keseimbangan dan proses kecepatan. Pemanfaatan bantuan piranti perangkat lunak untuk perhitungan-perhitungan teknik kimia	5. Menyelesaikan model matematika yang telah disusun melalui penyelesaian secara numeris dengan bantuan piranti perangkat lunak.
Termodinamika Teknik Kimia	4	Hubungan tekanan, volum dan suhu untuk fluida, cara-cara menentukan dan memperkirakannya. Hukum termodinamika I dan II, efek panas. Perhitungan perubahan besaran-besaran termodinamis. Keseimbangan termodinamika sistem uap – cair, cair –padat dan gas – padat. Konversi panas menjadi energi mekanis. Refrigerasi dan pencairan gas. Analisis termodinamis berbagai proses fisis dan kimia. Keseimbangan fasa dan kimia	Mahasiswa mampu: 1. Menjelaskan besaran dan fungsi termodinamika 2. Menyusun neraca energi berbasis hukum Termodinamika I 3. Menghitung efisiensi mesin dan pompa panas berdasarkan Hukum Termodinamika II 4. Menerapkan persamaan keadaan untuk merepresentasikan kondisi fluida nyata 5. Menerapkan model perhitungan kesetimbangan fasa pada kondisi nyata 6. Menghitung koordinat reaksi dan komposisi pada reaksi berkesetimbangan

<p>Azas-azas Teknik Kimia</p>	<p>4</p>	<p>Neraca massa dan neraca energi (tanpa reaksi dan ada reaksi). Pengantar analisis dimensi dan similaritas teknik.</p>	<p>Mahasiswa mampu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyusun persamaan neraca massa, neraca panas makroskopis dan mikroskopis untuk sistem <i>steady</i> dan <i>non-steady</i> 2. Menghitung neraca massa dan neraca panas makroskopis steady-state yang sederhana 3. Menjelaskan tujuan, maksud dan menghitung neraca massa dan panas dari aliran spesifik di dalam proses (contoh: bypass, recycle, dan purge) 4. Menjelaskan dan menghitung neraca massa dan panas untuk fenomena transfer massa dan panas simultan yang sederhana (misalnya humidifikasi dan pengeringan) 5. Menyimpulkan persamaan kelompok tak berdimensi dari sebuah fenomena dan melakukan analisis similaritas sederhana
-------------------------------	----------	---	---

<p>Operasi Teknik Kimia (<i>Unit Operation</i>)</p>	<p>10</p>	<p>Alat penyimpan, transportasi dan pengumpulan bahan padat. Alat transportasi fluida, pemipaan, pompa, kompresor, blower, fan dan pompa hampa. Sedimentasi dan aliran fluida dalam media berpori. Alat-alat pemecah dan penggiling, ayakan, penyaring, pemusing dan penguap. Perpindahan panas dan massa simultan (diagram psikrometri, operasi humidifikasi dan dehumidifikasi, pengeringan). Alat penukar panas (pemanasan dan pendinginan, penguapan, pendidihan dan pengembunan). Pemisahan campuran biner dan multi komponen (distilasi, ekstraksi, dan absorpsi) dengan konsep kesetimbangan (<i>stagewise contact</i>) dan kecepatan transfer (<i>continuous contact</i>).</p>	<p>Mahasiswa mampu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan prinsip kerja, menentukan keuntungan dan kekurangan dari berbagai alat transportasi bahan dan alat pemisah baik dengan prinsip <i>continuous contact</i> maupun <i>stage</i> setimbang. 2. Menggunakan persamaan fundamental aliran fluida untuk menganalisis berbagai sistem transportasi fluida. 3. Mendemonstrasikan konsep perpindahan masa dalam perancangan <i>isothermal continous contact unit operation</i> seperti absorber, stripper, extractor, dan adsorber. 4. Merancang alat <i>continous contact unit operation</i> di mana terjadi perpindahan massa dan panas yang simultan misalnya menara pendingin dan alat pengering.
---	-----------	--	--

			5. Mengaplikasikan konsep neraca massa, neraca energi, dan kesetimbangan fase untuk menentukan jumlah stage setimbang
Teknik Reaksi Kimia	6	Mekanisme reaksi, persamaan kecepatan reaksi untuk sistem homogen dan heterogen, non-katalitik dan katalitik. Dasar-dasar perhitungan reaktor (<i>batch, mixed flow, plug flow</i> dan non-ideal). Deaktivasi katalisator.	Mahasiswa mampu: 1. Menjelaskan klasifikasi reaksi, definisi kecepatan reaksi, dan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi, serta menyusun kinetika reaksi homogen 2. Menginterpretasikan data dari reaktor batch dan reaktor kontinu 3. Menjelaskan definisi reaksi katalitik heterogen, faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi katalitik heterogen, dan tahapan reaksi katalitik heterogen 4. Menentukan laju persamaan reaksi katalitik pada berbagai kemungkinan kondisi reaksi (reaksi searah, reaksi bolak-balik)

Proses Industri Kimia	3	<p>Struktur industri kimia dan aspek ekonomi produk-produk industri kimia</p> <p>Proses-proses industri kimia berbasis kimia anorganik dan kimia organik</p> <p>Pengembangan industri kimia berbasis sumberdaya lokal</p>	<p>Mahasiswa mamapu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menguraikan konsep dan karakteristik industri kimia 2. Menguraikan struktur industri kimia dan aspek ekonomi produk-produk industri kimia 3. Mengidentifikasi dan menggambarkan proses industri berbasis kimia anorganik dan kimia organik 4. Mengidentifikasi dan menggambarkan berbagai pengembangan proses industri kimia berbasis sumberdaya lokal
Fenomena Perpindahan (Transport Phenomena)	2	<p>Analisis matematis fenomena transfer momentum, massa dan panas. Persamaan-persamaan perubahan (persamaan gerak, energi dan massa). Pengenalan aliran turbulen.</p>	<p>Mahasiswa mampu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengestimasi <i>transport material properties</i> (viskositas, konduktivitas termal, difusivitas) 2. Menyusun neraca momentum, panas, dan massa dengan konsep elemen volume dan persamaan perubahan 3. Mengaplikasikan neraca panas, masa dan momentum untuk menganalisis profil kecepatan, suhu, dan konsentrasi

			<p>dalam sistem non-turbulen dan sistem padat.</p> <p>4. Menganalisis transfer momentum, panas, dan massa untuk lebih dari satu variabel yang berpengaruh (multivariable)</p>
Perancangan Alat Proses	2	<p>Teori bejana tekan dengan tekanan tinggi dan vakum. Pengaruh angin dan gempa. Perancangan bejana penyimpan gas, cairan, menara pemisah dan alat penukar panas. Identifikasi, kontrol, dan assessment suatu <i>hazard</i>. Pengenalan berbagai <i>standard and code</i>.</p>	<p>Mahasiswa mampu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan prinsip kerja peralatan proses yang umum digunakan di industri. 2. Menggunakan standar - standar kereyasaan dalam perancangan peralatan proses 3. Memilih peralatan proses yang sesuai dengan batasan-batasan proses, informasi yang tersedia serta asumsi-asumsi yang dapat diterima 4. Menganalisis jenis material yang sesuai dan menghitung ketebalan serta struktur pendukung dasar dari peralatan proses

Perancangan Pabrik Kimia	3	<p>Konsep dasar perancangan proses/pabrik.</p> <p>Analisis kelayakan pendirian pabrik</p> <p>Sintesis dan analisis proses</p> <p><i>Rule of thumb</i> desain proses dan material konstruksi</p> <p>Integritas proses/panas</p> <p><i>Process Flow Diagram</i></p> <p><i>Plant Lay-out</i></p> <p>Pengenalan software aplikasi untuk perancangan pabrik kimia</p>	<p>Mahasiswa mampu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyusun dasar perancangan berdasar analisis pasar & bahan baku 2. Menghimpun data dasar perancangan yang relevan 3. Menyusun filosofi rancangan yang rasional 4. Menyusun <i>process flow diagram</i> 5. Melakukan optimasi dalam perancangan proses 6. Menggunakan software aplikasi untuk perancangan pabrik kimia
Pengendalian Proses	3	<p>Prinsip pengendalian proses.</p> <p>Instrumentasi pada pengendalian proses.</p> <p>Pemodelan matematis untuk dinamika proses-proses.</p> <p>Konsep dasar otomisasi pada industri proses.</p> <p>Perancangan skema pengendalian sistem proses di industri kimia.</p>	<p>Mahasiswa mampu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan tipe dan prinsip kerja dari sistem pengukuran, <i>controllers</i>, <i>control valves</i>, dan <i>process control</i>. 2. Menjelaskan elemen-elemen dasar dari pengendalian proses yang meliputi analisis, tuning dan desain sistim pengendalian proses menggunakan persamaan diferensial dan fungsi

		Penekanan peran pengendalian proses untuk keselamatan dan kehandalan proses.	<p>transfer dengan fokus pada strategi pengendalian PID.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Mengaplikasikan sistim pengendalian pada beberapa proses teknik kimia 4. Menjelaskan konsep dasar otomisasi pada industri kimia 5. Mengeksplorasi strategi pengendalian proses lainnya yang saat ini digunakan di industri proses
--	--	--	---

Tabel 3.11. Silabi dan Capaian Pembelajaran Minimum Mata Kuliah Kurikulum Inti : Tugas Mandiri Terbimbing

Mata Kuliah	SKS Minimum	Silabus Minimum	Capaian Pembelajaran Minimum
Penelitian	2	Latar Belakang Penelitian Rumusan Masalah Rancangan dan metode Penelitian Hasil dan Pembahasan Kesimpulan Presentasi hasil penelitian	<p>Mahasiswa mampu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Merumuskan latar belakang permasalahan, celah riset, tujuan serta ruang lingkup penelitian 2. Menyusun rancangan percobaan, serta menentukan metode pengambilan dan analisis data yang sesuai untuk mencapai tujuan penelitian

			<ol style="list-style-type: none"> 3. Melakukan analisis keselamatan dari penelitian yang dilakukan 4. Melaksanakan penelitian sesuai dengan rancangan percobaan dan prosedur keselamatan kerja 5. Mengkaji fenomena yang teramati dalam penelitian berdasarkan literatur dan teori ilmiah dan menjelaskannya secara ter-struktur. 6. Mempresentasikan rancangan dan hasil penelitian
Praktek Kerja	2	<p>Sejarah pendirian perusahaan dan perannya sebagai industri. Sistem manajemen perusahaan. Proses, instrumentasi dan kontrol Utilitas Laboratorium Pengolahan Limbah Tugas khusus</p>	<p>Mahasiswa mampu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan peralatan serta aliran proses untuk mengkonversi bahan baku menjadi produk, serta sistem utilitas dan pengolahan limbah yang digunakan di pabrik 2. Menjelaskan struktur dan pengorganisasian dalam sistem produksi pabrik 3. Mengidentifikasi, menyelesaikan, dan / atau mengevaluasi masalah pada unit operasi di pabrik

			4. Bekerjasama dalam tim dari berbagai disiplin ilmu
Desain Proyek : Prarancangan Pabrik Kimia	4	Latar belakang pendirian pabrik Dasar penentuan kapasitas Penentuan lokasi pabrik Pemilihan dan uraian proses, <i>Process Flow Diagram</i> Perhitungan neraca massa dan neraca energi Spesifikasi alat utama Utilitas Kelayakan Ekonomi	Mahasiswa mampu: 1. Menyusun tahapan perancangan dan menghitung kapasitas pabrik 2. Menentukan lokasi pabrik dan membuat lay-out peralatan pabrik 3. Menyusun <i>Process Flow Diagram</i> 4. Menyusun peneracaan massa and energi sistem untuk suatu proyek perancangan pabrik 5. Menyusun spesifikasi proses dasar unit-unit utama dan utilitasnya berdasarkan bakuan kerekayasaan profesional dan/atau dengan memanfaatkan dukungan perangkat lunak 6. Menyusun spesifikasi unit utilitas yang meliputi unit penyediaan listrik, penyediaan air, dan penyediaan bahan bakar.

			<p>7. Menelaah kelayakan ekonomi proyek perancangan pabrik menggunakan pendekatan ekonomi teknik.</p> <p>8. Menelaah operabilitas serta rancangan dasar sistem keselamatan proses dari pabrik yang dirancang.</p> <p>9. Mempresentasikan hasil perancangan secara efektif</p>
--	--	--	---

Tabel 3.12. Silabi dan Capaian pembelajaran Minimum Mata Kuliah kurikulum Inti: Keselamatan dan Lingkungan

Mata Kuliah	SKS Minimum	Silabus Minimum	Capaian Pembelajaran minimum
Keselamatan Industri	2	Dasar - dasar keselamatan industri Pengenalan peraturan - peraturan keselamatan kerja dan lingkungan	<p>Mahasiswa mampu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan prinsip keselamatan dan mengidentifikasi sumber bahaya bahan dan proses kimia 2. Menjelaskan prinsip-prinsip penilaian risiko dan manajemen keselamatan 3. Menerapkan teknik untuk penilaian dan pengurangan proses dan bahaya produk 4. Mengidentifikasi aspek-aspek khusus masalah keselamatan dan lingkungan

			(kebisingan, klasifikasi area berbahaya, operasi <i>confined space</i> /ruang terbatas) 5. Menggunakan metode identifikasi bahaya proses (misalnya HAZOP)
Pengolahan Limbah	2	Undang-undang dan Peraturan Lingkungan Pengelolaan lingkungan, dan penanganan limbah industri. Industri kimia berkelanjutan	Mahasiswa mampu : 1. Menjelaskan undang-undang dan standar peraturan lingkungan 2. Membandingkan dan mendefinisikan karakteristik limbah industri. 3. Menguraikan dampak limbah yang dihasilkan oleh industri terhadap lingkungan 4. Menguraikan metode dan teknologi untuk pengolahan limbah 5. Menguraikan aspek keberlanjutan dalam industri kimia kaitannya dengan isu <i>Sustainable Development Goals</i>

Tabel 3.13 Silabi dan Capaian pembelajaran Minimum Mata Kuliah Kurikulum Inti : Penunjang

Mata Kuliah	SKS Minimum	Silabus Minimum	Capaian Pembelajaran minimum
Manajemen	2	Fungsi manajemen, pengambilan keputusan, motivasi, komunikasi, dan kepemimpinan. Organisasi perusahaan. Pengenalan manajemen kuantitatif (metode CPM, PERT, LP dan lain-lain). Pengendalian mutu terpadu	Mahasiswa mampu: <ol style="list-style-type: none"> 1. Menguraikan pengertian proyek, karakteristik proyek, batasan-batasan proyek, dan klasifikasi proyek 2. Menguraikan organisasi dan struktur organisasi proyek, peran dan tanggung jawab manajer dan anggota tim proyek, serta manajemen teamwork 3. Menganalisis kelayakan suatu proyek dan mengambil keputusan investasi. 4. Menjelaskan dan menggunakan rumus-rumus interest pada persoalan yang terjadi di dalam proses industri 5. Membuat model matematik dari persoalan optimasi pada pengendalian persediaan di pabrik

Ekonomi Teknik	2	<p>Konsep nilai waktu dari uang, cash flow, depresiasi, modal tetap, modal kerja, dan ongkos produksi.</p> <p>Analisis keuntungan (<i>Return on Investment, Pay Out Time, Payback Period, Net Present Value, Discounted Cash Flow Rate of Return, Break Even Point</i>).</p>	<p>Mahasiswa mampu:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Menghitung <i>Total Capital Investment</i> dan <i>Working Capital Investment</i>2. Menghitung <i>present worth, future worth, dan annual worth</i> serta <i>cash flow</i>3. Menganalisis <i>annual value, present value, dan future value</i>4. Menjelaskan konsep <i>feasibility study</i> sebuah proyek5. Melakukan evaluasi ekonomi untuk menentukan kelayakan pendirian pabrik dengan metode NPV, IRR, POT, dan BEP.
----------------	---	--	---

3.3. REKOMENDASI PENYUSUNAN KURIKULUM LENGKAP

Dalam menyusun atau mengembangkan Kurikulum, Perguruan Tinggi wajib mengacu pada KKNi dan Standar Nasional Perguruan Tinggi, serta kondisi era *education 4.0* dan *industry 4.0*. Kurikulum yang disusun harus mampu untuk menghasilkan lulusan yang memiliki kemampuan yang diperlukan dalam era industri 4.0 diantaranya kemampuan literasi data, kemampuan pemahaman untuk membaca, menganalisis, menggunakan data dan informasi (*big data*) di dunia digital; literasi teknologi, kemampuan memahami cara kerja mesin, aplikasi teknologi (*coding, artificial intelligence, dan engineering principle*); literasi manusia, kemampuan pemahaman tentang humanitas, komunikasi dan desain; pemahaman akan tanda-tanda revolusi industri 4.0; pemahaman ilmu untuk diamalkan bagi kemaslahatan bersama secara lokal, nasional, dan global. Secara spesifik terkait program Studi Teknik Kimia, salah satu sektor prioritas industri yang dikembangkan adalah Industri Kimia dengan target menjadi pemain terkemuka di industri biokimia. Selain itu, beberapa tren dalam kurikulum / riset Teknik Kimia yang dapat dikembangkan dalam kurikulum prodi adalah : *Biological Engineering / Biotechnology /* kombinasi konsep-konsep biologi dengan prinsip-prinsip Teknik Kimia, *Nanotechnology, Energy and sustainability, Renewable Processes for Producing Fuels and Chemicals, Water, Economic renewable processes* (Varma and Grossmann, 2014). Pengembangan kurikulum oleh program studi tentunya juga berpedoman pada visi, misi dan strategi Universitas serta kearifan lokal.

Pertimbangan lain dalam penyusunan dan pengembangan kurikulum adalah akreditasi internasional. Sesuai dengan Permendikbud No. 5 Tahun 2020 tentang Akreditasi Program Studi dan Perguruan Tinggi, maka akreditasi program studi dilaksanakan oleh LAM dan hasil Akreditasi oleh lembaga Akreditasi internasional diakui setara dengan peringkat Akreditasi Unggul. Program studi Teknik Kimia yang berpotensi untuk mengajukan akreditasi internasional diharapkan agar mengajukan akreditasi internasional melalui Lembaga Akreditasi

Internasional yang diakui oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sebagaimana dinyatakan dalam Kepmendikbud No. 83 tahun 2020 tentang Lembaga Akreditasi Internasional. Beberapa aspek yang perlu menjadi perhatian terkait kurikulum untuk pengajuan Akreditasi Internasional adalah implementasi Kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE) serta alokasi SKS mata kuliah dalam Kurikulum. Misalnya untuk akreditasi IChemE maka mata kuliah-mata kuliah terkait *Core Chemical Engineering, Chemical Engineering Practice, Chemical Engineering Design Practice & Design Projects, Embedded learning* harus memenuhi alokasi SKS minimal tertentu. Untuk akreditasi ABET, mata kuliah terkait *Mathematics and Basic Science* serta *Engineering topics* juga dipersyaratkan sekurang-kurangnya 23% dan 35% dari total SKS Kurikulum. Sedangkan untuk akreditasi IABEE, maka komposisi mata kuliah bidang ilmu harus memenuhi kriteria : *Mathematics and Basic Science* (minimal 20%), *Engineering and Design* (minimal 40%), Teknologi informasi dan komunikasi (cukup) dan Pendidikan umum yang mencakup moral, etika, sosial budaya, lingkungan, dan manajemen (maksimal 30%).

3.4. IMPLEMENTASI PROGRAM MERDEKA BELAJAR

Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) melalui Permendikbud No 3 Tahun 2020 memberikan hak kepada mahasiswa untuk 3 semester belajar di luar program studinya. Melalui kegiatan Merdeka Belajar – Kampus Merdeka, mahasiswa memiliki kesempatan untuk 1 (satu) semester atau setara dengan 20 (dua puluh) sks menempuh pembelajaran di luar program studi pada Perguruan Tinggi yang sama; dan paling lama 2 (dua) semester atau setara dengan 40 (empat puluh) sks menempuh pembelajaran pada program studi yang sama di Perguruan Tinggi yang berbeda, pembelajaran pada program studi yang berbeda di Perguruan Tinggi yang berbeda; dan/atau pembelajaran di luar Perguruan Tinggi (Dirjen Dikti, 2020). Ada 8 (delapan) bentuk Kegiatan Pembelajaran di luar kampus yang dapat dilaksanakan oleh mahasiswa yaitu: Pertukaran Pelajar, Magang/Praktik Kerja, Asistensi Mengajar di Satuan Pendidikan, Penelitian/Riset, Proyek Kemanusiaan, Kegiatan Wirausaha, Studi/Proyek Independen dan

Membangun Desa/Kuliah Kerja Nyata Tematik. Melalui program MBKM, mahasiswa memperoleh kesempatan untuk mendapatkan pengalaman belajar di luar program studi dan diorientasikan untuk mendapatkan keterampilan abad 21 yang diperlukan di era Industri 4.0 antara lain komunikasi, kolaborasi, berpikir kritis, berpikir kreatif, juga logika komputasi dan kepedulian (Junaidi dkk., 2020).

Dalam implementasi MBKM, program studi harus mempersiapkan aspek-aspek desain kurikulum, perencanaan dan pengelolaan proses pembelajaran, assesmen capaian pembelajaran serta sumber daya yang diperlukan. Keseluruhan aspek tersebut sangat penting untuk memastikan bahwa *Program Learning Outcome* (PLO) atau Capaian Pembelajaran Prodi harus tetap terwujud dalam implementasi Kampus Merdeka serta Rancangan Program yang memenuhi Kriteria Akreditasi (Fahrurrozi, 2020). Alternatif dan fleksibilitas pembelajaran dan assesmen juga perlu dipertimbangkan untuk memastikan pencapaian standar Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) yang telah ditetapkan. Di sisi lain, kegiatan MBKM ini juga merupakan peluang untuk pengalaman pembelajaran yang lebih kaya dan menantang melalui inovasi, *entrepreneurship*, dan *engineering practice* (Fahrurrozi, 2020). Namun demikian program studi harus melakukan perencanaan dan pengaturan waktu kapan mahasiswa disarankan mengikuti MBKM sehingga tujuan program MBKM dapat tercapai. Tabel 3.14 menunjukkan beberapa alternatif peluang dalam Kurikulum Teknik Kimia untuk mendukung Merdeka Belajar Kampus Merdeka.

Tabel 3.14 Alternatif Lokasi dan Kegiatan Pembelajaran MBKM bagi Program Studi Teknik Kimia (Fahrurrozi, 2020 dengan beberapa tambahan)

Mata Kuliah (Subject)	Lokasi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
<i>Basic Science</i>	Fakultas Sains dan Matematika, Fakultas MIPA	Klasikal

Teknik Tenaga Listrik / Elemen Mesin	Teknik Elektro, Teknik Mesin	Klasikal
Penelitian	Industri, Lembaga Riset, Laboratorium Institusi Lain	Kegiatan Laboratorium Studi / Proyek Independen
Kerja Praktek Industri (1 semester)	Industri	Kerja Praktek Pembelajaran untuk <i>Core Courses Product Design</i>
Perancangan Pabrik Kimia/ Tugas Perancangan Pabrik Kimia	EPC Company, Proyek Kerjasama dengan Industri	Menjadi anggota tim pembuatan FEED hingga DED untuk memenuhi MK PPK atau Tugas PPK Pembelajaran <i>core courses</i> (Perpindahan Panas, Perancangan Reaktor, Kontrol, Keselamatan, dsb)
Mata Kuliah Pilihan	Fakultas/Prodi Lain atau Universitas lain, Industri, Magang di Perusahaan, Proyek Kerjasama Industri	Klasikal Magang Industri Magang dalam Proyek Kerjasama Industri/Studi/ Proyek Independen
Core courses Teknik Kimia	Program studi Teknik Kimia di dalam negeri atau di luar negeri	Klasikal
Kuliah Kerja Nyata	CSR Industri, Sekolah, Lembaga Kemanusiaan, Desa Binaan	Proyek Kemanusiaan/ Membangun Desa/ Asistensi Mengajar di Satuan Pendidikan
Kewirausahaan	Universitas lain, Program Wirausaha	Klasikal Kegiatan Wirausaha/Program Mahasiswa Wirausaha/Studi Independen

BAB IV


PENUTUP

Kurikulum Inti Pendidikan Sarjana Teknik Kimia telah disusun dengan mempertimbangkan berbagai aspek dan kebutuhan penyelenggaraan pendidikan program sarjana Teknik Kimia di seluruh Indonesia. Buku ini merupakan acuan bersama yang digunakan untuk mewujudkan iklim akademik yang dapat menghasilkan lulusan sarjana teknik kimia yang profesional .

Kurikulum inti ini disusun bersama oleh pengelola program studi sarjana Teknik Kimia di Indonesia melalui Tim Penyusun Kurikulum APTEKIM. Kurikulum inti selanjutnya akan dikembangkan oleh program studi menjadi Kurikulum Program Studi yang lebih detail dan sistematis. Penyusunan kurikulum program studi tidak hanya sebatas dokumen kurikulum dan kelengkapannya namun tentunya dilanjutkan dengan tahap implementasi dalam proses pembelajaran serta evaluasi secara berkala untuk memastikan berjalannya sistim perbaikan berkesinambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- ABET 2019, Criteria for Accrediting Engineering Programs (2020-2021 Accreditation Cycle).
- APTEKIM, 2018, Dokumen Kurikulum Inti Sarjana, Magister, Doktor dan Vokasi Teknik Kimiaasosiasi Pendidikan Tinggi Teknik Kimia Indonesia (APTEKIM)
- APTEKINDO, 2012, Rekomendasi Kurikulum Inti Program Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Kimia
- Fachrurrozi, 2020, Peluang dan Tantangan Kebijakan Kampus Merdeka untuk Kurikulum Program Sarjana Teknik Kimia.
- IChemE, 2020, Accreditation of Chemical Engineering programmes: A guide for higher education providers and assessors
- Junaidi dkk., 2020, Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi di Era Industri 4.0 untuk Mendukung Merdeka Belajar-Kampus Merdeka, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2013, Juni 10). Penerapan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia Bidang Pendidikan Tinggi. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 73 Tahun 2013. Jakarta, Jakarta, Indonesia: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2014, Agustus 21). Ijazah, Sertifikat Kompetensi, dan Sertifikat Profesi Pendidikan Tinggi. Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2014. Jakarta, Jakarta, Indonesia: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2020, Januari 24). Akreditasi Program Studi dan Perguruan Tinggi. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2020. Jakarta, Jakarta, Indonesia: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.



Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2020, Januari 24). Pendirian, Perubahan, Pembubaran Perguruan Tinggi Negeri, dan Pendirian, Perubahan, Pencabutan Izin Perguruan Tinggi Swasta. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2020. Jakarta, Jakarta, Indonesia: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2020, Januari 24). Standar Nasional Pendidikan Tinggi. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020. Jakarta, Jakarta, Indonesia: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

Presiden Republik Indonesia. (2012, Agustus 10). Pendidikan Tinggi. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012. Jakarta, Jakarta, Indonesia: Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia

Presiden Republik Indonesia. (2012, Januari 17). Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012. Jakarta, Jakarta, Indonesia: Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.

Varma A. and Grossmann I., 2014, Evolving Trends in Chemical Engineering Education, *AIChE Journal* 60(11), 3692-3700.



9 786239 955205