

KURIKULUM INTI

PROGRAM VOKASI

TEKNIK INDUSTRI

**Badan Kerjasama
Penyelenggara Pendidikan Tinggi
Teknik Industri Indonesia**

2022





**SURAT KEPUTUSAN
KETUA UMUM BADAN KERJASAMA PENYELENGGARA
PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK INDUSTRI INDONESIA
Nomor: 015/SK/BKSTI/XII/2022**

TENTANG

**KURIKULUM INTI PROGRAM STUDI VOKASI TEKNIK INDUSTRI
TAHUN 2022**

- MENIMBANG** : 1. bahwa kurikulum sebagai alat untuk melaksanakan dan mencapai tujuan pendidikan harus memperhatikan perkembangan kebutuhan masyarakat dan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi;
2. bahwa dalam rangka penyelenggaraan pendidikan vokasi yang sesuai dengan kebutuhan industri dan profesi perlu dilakukan pengembangan kurikulum di lingkungan Program Vokasi Teknik Industri;
- MENINGAT** : 1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 04 tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
4. Keputusan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 232/U/2000 Tahun 2000 tentang Pedoman Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi dan Penilaian Hasil Belajar Mahasiswa;
5. Keputusan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 045/U/2002 Tahun 2002 tentang Kurikulum Inti Pendidikan Tinggi;
6. Anggaran Dasar dan Anggaran Rumah Tangga BKSTI

MEMUTUSKAN:

- MENETAPKAN** :
- PERTAMA** : Kurikulum Inti Program Studi Vokasi Teknik Industri adalah sebagaimana tercantum pada lampiran Keputusan ini,
- KEDUA** : Keputusan ini berlaku terhitung mulai tanggal 26 Desember 2022, dengan ketentuan apabila terdapat kekeliruan dalam penetapan ini akan diperbaiki sebagaimana mestinya,
- KETIGA** : Kurikulum Inti Program Studi Vokasi Teknik Industri Tahun 2022 akan ditinjau kembali apabila terjadi perubahan substansial pada keilmuan Teknik Industri.

Sekretariat BKSTI

Program Studi Teknik Industri, Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada (UGM)
Jl. Grafika No. 2, Kampus UGM, 55284 D.I Yogyakarta

Ditetapkan di : Yogyakarta
Pada tanggal : 26 Desember 2022

Ketua Umum BKSTI,




**Prof. Dr. Bertha Maya Sopha, S.T., M.Sc., Ph.D.,
IPU, ASEAN Eng.**

Surat Keputusan ini disampaikan kepada yth:

1. Ketua Departemen/Jurusan/Program Studi Vokasi Teknik Industri di Indonesia
2. Lembaga Akreditasi Keteknikan (LAM Teknik)

Sekretariat BKSTI

Program Studi Teknik Industri, Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada (UGM)
Jl. Grafika No. 2, Kampus UGM, 55284 D.I Yogyakarta

LAMPIRAN KEPUTUSAN KETUA UMUM BKSTI

NOMOR : 015/SK/BKSTI/XII/2022

TANGGAL : 26 Desember 2022

TENTANG : KURIKULUM INTI PROGRAM VOKASI TEKNIK INDUSTRI TAHUN 2022

Sekretariat BKSTI

Program Studi Teknik Industri, Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada (UGM)
Jl. Grafika No. 2, Kampus UGM, 55284 D.I Yogyakarta

Kurikulum Inti

PROGRAM VOKASI
TEKNIK INDUSTRI DAN SERUMPUN
Tahun 2022



Badan Kerjasama Penyelenggara Pendidikan
Tinggi Teknik Industri Indonesia (BKSTI)

2022

Dewan Penasihat Kurikulum Inti Vokasi BKSTI 2022

Badan Pertimbangan BKSTI 2020-2023

Prof. Dr. Ir. Abdul Hakim Halim, M. Eng.

Dr. Ir. Sri Gunani Partiwij, M.T.

Prof. Dr. Ir. Sukaria Sinulingga, M. Eng.

Ir. Sritomo Wignjosubroto, M.Sc.

Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirdjo

Prof. Dr. Ir. Susy Susmartini, MSIE

Prof. Dr. Ir. Yuri M. Zagloel, M.Sc. Eng.

Prof. Dr. Wahyudi Sutopo, S.T., M.Si.

Prof. Ir. Nizam, M.Sc., Ph.D., IPM, ASEAN Eng.

Prof. Dr. Ir. Dradjad Irianto, M. Eng.

Ir. I Made Dana Tangkas, M.Si., IPU, ASEAN Eng.

Dirjen Pendidikan Vokasi 2020-2022

Wikan Sakarinto, ST., M.Sc., Ph.D.

Pakar Kurikulum Vokasi

Prof. Dr. Ir. Isa Setiasyah Toha, M.Sc.

Tim Penyusun Kurikulum Inti Vokasi BKSTI 2022

Ketua

Prof. Ir. Bertha Maya Sopha, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng. (Universitas Gadjah Mada)

Anggota

Dr. Andi Cakravastia Arisaputra Raja S.T., M.T. (Institut Teknologi Bandung)

Dr. Ir. Anas Ma'ruf, M.T. (Institut Teknologi Bandung)

Zulhamidi, S.T., M.T., ASEAN Eng. (Politeknik ATI Padang)

Amrin Rapi, S.T., M.T. (Politeknik APP Jakarta)

Kartinasari Ayuhikmatin Sekarjati, S.T., M.Sc. (IST AKPRIND Yogyakarta)

Kris Adi Nugraha, S.Mn., M.M., CSCA, CPLM (Politeknik Sinar Mas Berau Coal)

Dewi Safitriani, S.T., M.Si., CSCA (Politeknik Sinar Mas Berau Coal)

Danang Adi Kuncoro, S.T., M.Sc. (Politeknik META Industri Cikarang)

Yusita Attaqwa, S.Pt., M.T. (Politeknik META Industri Cikarang)

Dr. Ir. Arminas, S.T., M.M. (Politeknik ATI Makassar)

Hermin Isitiasih, S.T., M.M., M.T. (Universitas Nusantara PGRI Kediri)

Mislina, S.T., M.T. (Politeknik Aceh Selatan)

Ridha Luthvina, S.T., M.T. (Politeknik ATI Padang)

Demi Ramadian, M. T. (Politeknik ATI Padang)

Muriani Emelda Isharyani, S.T., M.T. (Universitas Mulawarman)

Dr. Manik Mahachandra, S.T., M.Sc (Universitas Diponegoro)

Dr. Naniek Utami Handayani (Universitas Diponegoro)

Utaminingsih Linarti, S.T., M.T. (Universitas Ahmad Dahlan)

Program Studi Vokasi Teknik Industri dan Serumpun BKSTI 2022

IST Akprind Yogyakarta (Diploma 3 Teknologi Industri)

Politeknik Aceh Selatan (Diploma 3 Teknik Industri)

Politeknik APP Jakarta (Diploma 3 Manajemen Logistik Industri Elektronika)

Politeknik ATI Makassar (Diploma 3 Teknik Industri Agro)

Politeknik ATI Padang (Diploma 3 Teknik Industri Agro)

Politeknik Meta Industri Cikarang (Diploma 3 Teknik Industri)

Universitas Nusantara PGRI Kediri (Diploma 3 Teknik Industri)

Politeknik Sinar Mas Berau Coal (Diploma 4/Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Logistik)

Daftar Isi

1	PENDAHULUAN	1
1.1	Pendidikan Vokasi Teknik Industri dan Serumpun	1
1.2	Landasan dan Acuan Regulasi	2
1.3	Akreditasi Nasional dan Internasional	3
1.4	<i>Body of Knowledge</i> (BoK) Teknik Industri	3
1.5	Acuan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)	4
1.6	Pengembangan Kurikulum Pendidikan Tinggi Vokasi	9
2	KURIKULUM INTI VOKASI BKSTI 2022	13
2.1	Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)	14
2.2	Komposisi Mata Kuliah	16
3	DESKRIPSI MATA KULIAH KURIKULUM INTI VOKASI BKSTI 2022	19
	Matematika (<i>Mathematics</i>)	19
	Kalkulus (<i>Calculus</i>)	19
	Probabilitas dan Statistika (<i>Probability and Statistics</i>)	20
	Fisika dan Praktikum Fisika (<i>Physics and Laboratory Work</i>)	20
	Menggambar Teknik dan Praktik Menggambar Teknik (<i>Engineering Drawing</i>)	21
	Algoritma Pemrograman (<i>Programming Algorithm</i>)	21
	Etika Profesi dan Standar Industri (<i>Professional Ethics and Industrial Standard</i>)	21
	Keselamatan dan Kesehatan Kerja (<i>Occupational Safety and Health</i>)	22
	Riset Operasi (<i>Operations Research</i>)	23
	Perancangan dan Pengukuran Tempat Kerja (<i>Workplace Design and Measurement</i>)	23
	Ekonomi Teknik (<i>Engineering Economics</i>)	24
	Manajemen Rekayasa (<i>Engineering Management</i>)	25
	Proyek Akhir (<i>Final Project</i>)	25
4	PENUTUP	27
5	REFERENSI	28

6	LAMPIRAN	29
6.1	Rekomendasi Pemetaan CPL Kurikulum Inti Vokasi BKSTI terhadap Standar Nasional Pendidikan Tinggi – (Permendikbud No. 3 Tahun 2020)	29
6.2	Capaian Pembelajaran SN-Dikti (Lampiran Permendikbud No. 3 Tahun 2020)	30
6.3	Contoh Pustaka Rujukan Mata Kuliah	32

Daftar Gambar

- Gambar 1.** Akreditasi program studi vokasi Teknik Industri dan serumpun di BKSTI tahun 2022 berdasarkan kriteria lama (A, B, C) dan kriteria baru (Unggul, Baik Sekali, Baik) _____ 1
- Gambar 2.** Diagram jenis and strata pendidikan tinggi dalam jenjang KKNI (Perpres No. 8 Tahun 2012) _____ 6
- Gambar 3.** Kerangka pengembangan Kurikulum Inti Vokasi BKSTI 2022 _____ 13

Daftar Tabel

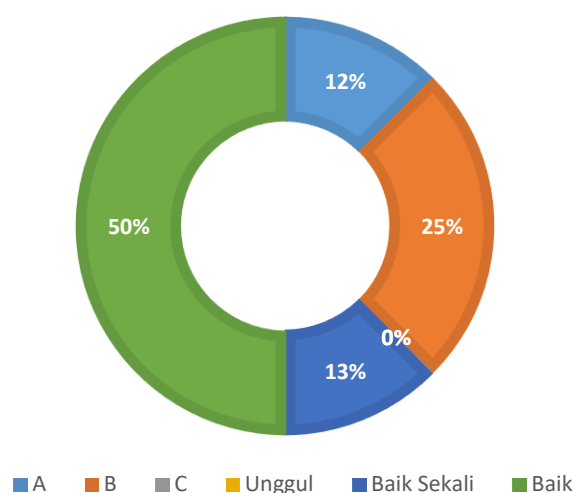
Tabel 1. Karakteristik pendidikan tinggi vokasi _____	2
Tabel 2. <i>IEA graduate attributes and professional competency profiles</i> berdasarkan <i>Sydney Accord</i> dan <i>Dublin Accord</i> (IEA, 2013) _____	8
Tabel 3. Komposisi kurikulum inti Diploma-3 BKSTI 2022 _____	16
Tabel 4. Komposisi kurikulum inti Diploma-4/Sarjana Terapan BKSTI 2022 _____	16
Tabel 5. Capaian pembelajaran lulusan utama mata kuliah pada kurikulum inti vokasi BKSTI 2022	17
Tabel 6. Karakteristik <i>broadly-defined engineering problems</i> dan <i>well-defined engineering problems</i> (IEA, 2013) _____	26

1 PENDAHULUAN

1.1 Pendidikan Vokasi Teknik Industri dan Serumpun

Pendidikan vokasi (UUPT No.12 tahun 2012 penjelasan pasal 16 ayat 1) adalah pendidikan yang menyiapkan mahasiswa menjadi profesional dengan keterampilan/kemampuan kerja tinggi. Kurikulum pendidikan vokasi disiapkan bersama dengan masyarakat profesi dan organisasi profesi yang bertanggung jawab atas mutu layanan profesinya agar memenuhi syarat kompetensi profesinya. Dengan demikian pendidikan vokasi telah mencakup pendidikan profesinya. Pendidikan tinggi vokasi memberikan kemampuan aplikatif dan inovatif, sehingga pendidikan tinggi vokasi mengutamakan aspek praktis dengan didukung oleh teori yang tepat.

Pendidikan vokasi yang teridentifikasi sebagai bidang Teknik Industri dan serumpun yang terlibat dalam BKSTI saat ini berjumlah 8 program studi yang meliputi 7 program studi dengan jenjang Diploma-3 dan 1 program studi dengan jenjang Diploma-4 (Sarjana Terapan) dengan distribusi tingkat akreditasi yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Akreditasi program studi vokasi Teknik Industri dan serumpun di BKSTI tahun 2022 berdasarkan kriteria lama (A, B, C) dan kriteria baru (Unggul, Baik Sekali, Baik)
(Sumber: Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi, 2022)

Sebagai salah satu upaya kolektif untuk terus memajukan pendidikan tinggi vokasi Teknik Industri dan serumpun di Indonesia, BKSTI sebagai organisasi yang mewadahi kerjasama penyelenggaraan pendidikan vokasi Teknik Industri dan yang serumpun memandang perlu dibentuknya kurikulum inti vokasi yang membantu program studi vokasi di Indonesia memiliki standar kompetensi minimalnya. Kurikulum inti pendidikan vokasi ini pada dasarnya merupakan rekomendasi standar kurikulum yang terus diperbaharui dengan memperhatikan landasan hukum pendidikan vokasi di Indonesia, *Industrial Engineering Body of Knowledge* (IEBoK), standar capaian pembelajaran sesuai dengan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) dan standar kompetensi pendidikan tinggi vokasi, serta perkembangan terkini keilmuan Teknik Industri.

1.2 Landasan dan Acuan Regulasi

Landasan dan acuan regulasi yang digunakan dalam pengembangan Kurikulum Inti Vokasi BKSTI 2022 meliputi:

1. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional.
2. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi.
3. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi.
4. Peraturan Presiden nomor 8 tahun 2012, tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia.
5. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020, tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi (SN-Dikti).
6. Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 84/E/KPT/2020, tentang Pedoman Pelaksanaan Mata Kuliah Wajib pada Kurikulum Pendidikan Tinggi.

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 mendefinisikan 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.

Dalam panduan penyusunan kurikulum pendidikan tinggi di era industri 4.0 untuk mendukung Merdeka Belajar – Kampus Merdeka (Kemendikbud, 2020). Tahapan penyusunan kurikulum pada pendidikan akademik, vokasi, maupun profesi secara prinsip tidak berbeda. Penyusunan dokumen kurikulum meliputi tiga tahapan, yaitu: (1) Perancangan Kurikulum, (2) Perancangan Pembelajaran, dan (3) Evaluasi Program Pembelajaran. Tahap pertama, yaitu perancangan kurikulum dilakukan dalam tiga tahap lebih lanjut, yaitu: (a) Penetapan profil lulusan dan perumusan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), (b) Penetapan bahan kajian dan pembentukan mata kuliah, dan (c) Penyusunan matriks organisasi mata kuliah dan peta kurikulum. Rumusan CPL disarankan memuat kemampuan yang diperlukan dalam era industri 4.0 tentang literasi data, literasi teknologi, dan literasi manusia, serta kemampuan memandang tanda-tanda perkembangannya. CPL dirumuskan dengan mengacu pada jenjang kualifikasi KKNi dan SN-Dikti. Untuk keperluan akreditasi, perumusan CPL juga memperhatikan standar CPL yang ditentukan oleh lembaga akreditasi baik nasional maupun internasional. Namun demikian, pendidikan tinggi vokasi memiliki karakteristik tertentu yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik pendidikan tinggi vokasi

Komponen dalam kurikulum	Karakteristik
Profil lulusan	Berorientasi pada profesi dan dunia kerja
Capaian pembelajaran	
Sikap	Profesional, terstandar
Pengetahuan	Praktis
Keterampilan khusus	Lebih ditekankan pada kebutuhan dunia kerja
Keterampilan umum	Tanggung jawab terhadap lingkup kerja dan mengikuti standard dan prosedur yang baku
Struktur kurikulum	Serial, didasarkan pada bahan kajian prasyarat dan urutan pencapaian kemampuan

Mengacu pada definisi dan karakteristik pendidikan tinggi vokasi yang telah dijelaskan di atas, maka kurikulum pendidikan tinggi vokasi perlu disiapkan bersama dengan masyarakat profesi dan organisasi profesi yang bertanggung jawab atas mutu layanan profesinya agar memenuhi syarat kompetensi

profesinya. Proses ini akan memastikan bahwa pendidikan vokasi telah mencakup pendidikan profesinya. Kurikulum pada pendidikan tinggi vokasi memiliki ciri khas sebagai berikut:

- (a) Penyusunan kurikulum melibatkan asosiasi, industri, dan stakeholder yang terkait pendidikan tinggi vokasi
- (b) Pada isi kurikulum terdiri dari mata kuliah yang menekankan pada kompetensi terapan
- (c) Pengembangan kurikulum dilakukan sesuai dengan kebutuhan pasar lapangan pekerjaan dan perkembangan industri
- (d) Proses penerapan kurikulum pada pembelajaran vokasi dilakukan secara sistem paket

Kurikulum Inti Vokasi BKSTI ditujukan untuk memenuhi tahap pertama dalam penyusunan dokumen kurikulum, yaitu perancangan kurikulum. Tujuan dari kurikulum inti BKSTI adalah memberikan rekomendasi standar mata kuliah teknik industri. Penyelenggara program vokasi selanjutnya perlu untuk menindaklanjuti tahapan pertama ini dan melakukan tahapan selanjutnya, yaitu pengembangan kurikulum inti dengan menambahkan bahan kajian atau mata kuliah untuk memenuhi kompetensi spesifik yang ditentukan yang sekaligus pencari/kekhasan program studi, melakukan perancangan pembelajaran dan evaluasi program pembelajaran.

1.3 Akreditasi Nasional dan Internasional

Sesuai dengan amanah UU No 12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi pasal 55, pada tanggal 31 Desember 2021 Ditjen Dikti melakukan peralihan operasionalisasi akreditasi nasional dari BAN-PT ke Lembaga Akreditasi Mandiri (LAM). Terdapat lima LAM yang mulai beroperasi dan salah satunya adalah LAM – Teknik sebagai lembaga akreditasi nasional pendidikan tinggi teknik di Indonesia. Selanjutnya, dalam Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi No 186/M/2021 menetapkan Program Studi vokasi Teknik Industri dan yang serumpun sebagai salah satu Program Studi yang diakreditasi oleh LAM Teknik.

Selain akreditasi nasional, akreditasi internasional juga merupakan upaya lain dalam perbaikan berkelanjutan. Untuk pendidikan vokasi/terapan, *Sydney Accord* yang ditandatangani tahun 2001 (*Engineering Technologist*), dan *Dublin Accord* yang ditandatangani tahun 2002 (*Engineering Technician*), adalah kesepakatan saling pengakuan internasional (*international mutual recognition agreement*) di bidang pendidikan terapan/vokasi yang dikelola oleh *International Engineering Alliance* (IEA). IEA juga mengelola *Washington Accord* (WA) untuk pendidikan teknik (*Engineering*) dimana *Indonesia Accreditation Board for Engineering Education* (IABEE) diterima sebagai *signatory member* pada tahun 2021 (catatan: ABET dan IABEE adalah lembaga akreditasi yang merupakan *signatory member* dari WA). Hal ini menunjukkan bahwa profil kompetensi yang dibentuk oleh pendidikan vokasi di Indonesia juga perlu mengacu pada *Sydney Accord* dan *Dublin Accord*. *Sydney Accord* mendefinisikan bahwa profil pengetahuan dari pendidikan terapan/vokasi meliputi pengetahuan terkait prosedur teknik, proses, sistem atau metodologi yang ditetapkan dan diterapkan (*defined and applied engineering procedures, processes, systems or methodologies*), sementara *Dublin Accord* mendefinisikan bahwa profil pengetahuan terkait dengan prosedur praktis yang luas dan praktik. *Sydney Accord* mendefinisikan kompetensi untuk teknologi rekayasa pada jenjang jenjang *associate bachelor* (2 tahun) dan *bachelor* (4 tahun), dan *Dublin Accord* mendefinisikan kompetensi untuk teknisi.

1.4 Body of Knowledge (BoK) Teknik Industri

Dalam perkembangan terkini, *Institute of Industrial and Systems Engineers* (IISE, 2021), mendefinisikan Teknik Industri sebagai berikut:

“Industrial and systems engineering (ISE) is concerned with the design, improvement, and installation of integrated systems of people, materials, information, equipment, and energy. It draws upon

specialized knowledge and skill in the mathematical, physical, and social sciences together with the principles and methods of engineering analysis and design, to specify, predict, and evaluate the results to be obtained from such systems.”

Teknik Industri memiliki 14 elemen *Body of Knowledge* – ISEBoK (IISE, 2021), yang meliputi:

1. *Work Design & Measurement*
2. *Operations Research & Analysis*
3. *Engineering Economic Analysis*
4. *Facilities Engineering & Energy Management*
5. *Quality & Reliability Engineering*
6. *Ergonomics & Human Factors*
7. *Operations Engineering & Management*
8. *Supply Chain Management*
9. *Engineering Management*
10. *Safety*
11. *Information Engineering*
12. *Design & Manufacturing Engineering*
13. *Product Design & Development*
14. *System Design & Engineering*

Dengan berkembangnya keilmuan dan aplikasi Teknik Industri, Industrial Engineering Body of Knowledge (IE BoK) saat ini telah mengalami pengembangan menjadi 14 Elemen IE BoK seperti dijelaskan di atas. Namun demikian, menurut Biles (1991), Teknik Industri didasarkan pada tiga kategori fungsi dasar, yaitu *Production Engineering*, *Operational Science*, dan *Ergonomics/Human Factors Engineering*. IISE juga telah mensyaratkan bahwa kurikulum teknik industri dan serumpun harus mencakup aspek dasar yang meliputi *productivity analysis*, *operations research*, *probability*, *statistics*, *engineering economy* dan *human factors*.

1.5 Acuan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)

Dalam Pasal 5, Permendikbud No 3 tahun 2020, ayat 1 disampaikan bahwa:

Standar kompetensi lulusan merupakan kriteria minimal tentang kualifikasi kemampuan lulusan yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang dinyatakan dalam rumusan capaian pembelajaran lulusan.

Kemudian dalam ayat 3 disampaikan:

Rumusan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib:

- a. mengacu pada deskripsi capaian pembelajaran lulusan KKNi; dan
- b. memiliki kesetaraan dengan jenjang kualifikasi pada KKNi.

Selanjutnya, panduan penyusunan kurikulum pendidikan tinggi di era industri 4.0 untuk mendukung Merdeka Belajar – Kampus Merdeka (Kemendikbud, 2020), menjelaskan dalam tahapan perancangan kurikulum, proses pertama yang perlu dilakukan adalah profil lulusan dan capaian pembelajaran lulusan. Profil lulusan adalah peran yang dapat dilakukan oleh lulusan di bidang keahlian atau bidang kerja tertentu setelah menyelesaikan studinya. Selanjutnya, CPL dirumuskan dengan mengacu pada jenjang kualifikasi KKNi dan SN-Dikti. CPL terdiri dari unsur sikap, keterampilan umum, keterampilan khusus, dan pengetahuan. Unsur sikap dan keterampilan umum mengacu pada SN-Dikti sebagai standar minimal, yang memungkinkan ditambah oleh program studi untuk memberi ciri lulusan perguruan tingginya, sedangkan unsur keterampilan khusus dan pengetahuan dirumuskan dengan mengacu pada deskriptor KKNi.

Profil lulusan akan sangat spesifik bergantung pada analisa dan kajian yang dilakukan oleh masing-masing program studi penyelenggara pendidikan tinggi vokasi. Untuk itu setiap program studi penyelenggara pendidikan tinggi vokasi perlu melakukan analisis dan kajian ini disesuaikan dengan karakteristik masing-masing program studi.

Selanjutnya, dalam menyusun CPL, acuan yang perlu diperhatikan adalah:

Deskripsi Jenjang Kualifikasi KKNI adalah sebagai berikut:

Deskripsi Umum:

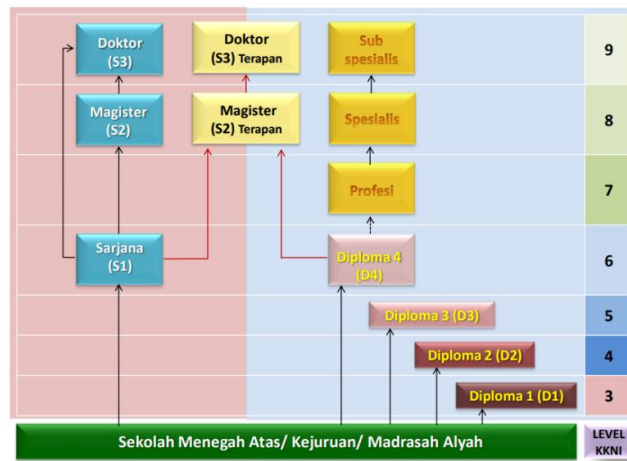
- a. Bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa.
- b. Memiliki moral, etika dan kepribadian yang baik di dalam menyelesaikan tugasnya.
- c. Berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air serta mendukung perdamaian dunia.
- d. Mampu bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial dan kepedulian yang tinggi terhadap masyarakat dan lingkungannya.
- e. Menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, kepercayaan, dan agama serta pendapat/temuan original orang lain.
- f. Menjunjung tinggi penegakan hukum serta memiliki semangat untuk mendahulukan kepentingan bangsa serta masyarakat luas.

Deskripsi Spesifik Level 5 – Diploma-3:

- a. Mampu menyelesaikan pekerjaan berlingkup luas, memilih metode yang sesuai dari beragam pilihan yang sudah maupun belum baku dengan menganalisis data, serta mampu menunjukkan kinerja dengan mutu dan kuantitas yang terukur.
- b. Menguasai konsep teoritis bidang pengetahuan tertentu secara umum, serta mampu memformulasikan penyelesaian masalah prosedural.
- c. Memiliki kemampuan mengelola kelompok kerja dan menyusun laporan tertulis secara komprehensif.
- d. Bertanggung jawab pada pekerjaan sendiri dan dapat diberi tanggung jawab atas pencapaian hasil kerja kelompok.

Deskripsi Spesifik Level 6 – Diploma-4 (Sarjana Terapan):

- a. Mampu mengaplikasikan bidang keahliannya dan memanfaatkan ilmu pengetahuan, teknologi, dan/atau seni pada bidangnya dalam penyelesaian masalah serta mampu beradaptasi terhadap situasi yang dihadapi.
- b. Menguasai konsep teoritis bidang pengetahuan tertentu secara umum dan konsep teoritis bagian khusus dalam bidang pengetahuan tersebut secara mendalam, serta mampu memformulasikan penyelesaian masalah prosedural.
- c. Mampu mengambil keputusan yang tepat berdasarkan analisis informasi dan data dan mampu memberikan petunjuk dalam memilih berbagai alternatif solusi secara mandiri dan kelompok.
- d. Bertanggung jawab pada pekerjaan sendiri dan dapat diberi tanggung jawab atas pencapaian hasil kerja organisasi.



Gambar 2. Diagram jenis and strata pendidikan tinggi dalam jenjang KKKNI (Perpres No. 8 Tahun 2012)

SN-Dikti mendefinisikan rumusan sikap dan keterampilan umum sebagai berikut:

Rumusan Sikap:

Setiap lulusan program pendidikan akademik, vokasi, dan profesi harus memiliki sikap sebagai berikut:

- bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius;
- menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral, dan etika;
- berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan kemajuan peradaban berdasarkan Pancasila;
- berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air, memiliki nasionalisme serta rasa tanggungjawab pada negara dan bangsa;
- menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, agama, dan kepercayaan, serta pendapat atau temuan orisinal orang lain;
- bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan;
- taat hukum dan disiplin dalam kehidupan bermasyarakat dan bernegara;
- menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik;
- menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri; dan
- menginternalisasi semangat kemandirian, kejuangan, dan kewirausahaan.

Keterampilan Umum:

Lulusan Program Diploma-3 wajib memiliki keterampilan umum sebagai berikut:

- mampu menyelesaikan pekerjaan berlingkup luas dan menganalisis data dengan beragam metode yang sesuai, baik yang belum maupun yang sudah baku;
- mampu menunjukkan kinerja bermutu dan terukur;
- mampu memecahkan masalah pekerjaan dengan sifat dan konteks yang sesuai dengan bidang keahlian terapan, didasarkan pada pemikiran logis, inovatif, dan bertanggung jawab atas hasilnya secara mandiri;
- mampu menyusun laporan hasil dan proses kerja secara akurat dan sah, serta mengomunikasikannya secara efektif kepada pihak lain yang membutuhkan;
- mampu bekerja sama, berkomunikasi, dan berinovatif dalam pekerjaannya

- f. mampu bertanggungjawab atas pencapaian hasil kerja kelompok dan melakukan supervise dan evaluasi terhadap penyelesaian pekerjaan yang ditugaskan kepada pekerja yang berada di bawah tanggungjawabnya;
- g. mampu melakukan proses evaluasi diri terhadap kelompok kerja yang berada dibawah tanggungjawabnya , dan mengelola pengembangan kompetensi kerja secara mandiri;
- h. mampu mendokumentasikan, menyimpan, mengamankan, dan menemukan kembali data untuk menjamin kesahihan dan mencegah plagiasi.

Lulusan Program Diploma-4/Sarjana Terapan wajib memiliki keterampilan umum sebagai berikut:

- a. mampu menerapkan pemikian logis, kritis, inovatif , bermutu, dan terukur dalam melakukan jenis pekerjaan spesifik, di bidang keahliannya serta sesuai dengan standar kompetensi kerja bidang yang bersangkutan;
- b. mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur;
- c. mampu mengkaji kasus penerapan ilmu pengetahuan, teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora sesuai dengan bidang keahliannya dalam rangka menghasilkan prototype, prosedur baku, desain atau karya seni,
- d. mampu menyusun hasil kajian tersebut dalam bentuk kertas kerja, spesifikasi desain, atau esai seni, dan mengunggahnya dalam laman perguruan tinggi;
- e. mampu mengambil keputusan secara tepat berdasarkan prosedur baku, spesifikasi desain, dan persyaratan keselamatan dan keamanan kerja dalam melakukan supervisi dan evaluasi pada pekerjaannya;
- f. mampu memelihara dan mengembangkan jaringan kerja sama dan hasil kerjasama didalam maupun di luar lembaganya;
- g. mampu bertanggung jawab atas pencapaian hasil kerja kelompok dan melakukan supervisi serta evaluasi terhadap penyelesaian pekerjaan yang ditugaskan kepada pekerja yang berada di bawah tanggung jawabnya;
- h. mampu melakukan proses evaluasi diri terhadap kelompok kerja yang berada di bawah tanggung jawabnya, dan mampu mengelola pembelajaran secara mandiri;
- i. mampu mendokumentasikan, menyimpan, mengamankan, dan menemukan kembali data untuk menjamin kesahihan dan mencegah plagiasi.

Dalam Panduan penyusunan kurikulum pendidikan tinggi di era industri 4.0 untuk mendukung Merdeka Belajar – Kampus Merdeka (Kemendikbud, 2020), rumusan CPL disarankan untuk memuat kemampuan yang diperlukan dalam era industri 4.0, di antaranya kemampuan tentang:

- a. literasi data, kemampuan pemahaman untuk membaca, menganalisis, menggunakan data dan informasi (*big data*) di dunia digital;
- b. literasi teknologi, kemampuan memahami cara kerja mesin, aplikasi teknologi (*coding, artificial intelligence, dan engineering principle*);
- c. literasi manusia, kemampuan pemahaman tentang humanities, komunikasi dan desain;
- d. keterampilan abad 21 yang menumbuhkan HOTS (*high order thinking skills*), meliputi *communication, collaboration, critical thinking, creative thinking, computational logic, compassion dan civic responsibility*;
- e. pemahaman era industri 4.0 dan perkembangannya;
- f. pemahaman ilmu untuk diamalkan bagi kemaslahatan bersama secara lokal, nasional, dan global;
- g. capaian pembelajaran dan kompetensi tambahan yang dapat dicapai di luar prodi melalui program MBKM.

Selain acuan regulasi di atas, salah satu acuan CPL pendidikan tinggi teknik yang dapat digunakan adalah kompetensi lulusan yang didefinisikan oleh *Sydney Accord* dan *Dublin Accord* yang dikelola IEA. **Tabel 2** menunjukkan profil pengetahuan antara *Sydney Accord* dan *Dublin Accord* (*IEA Graduate Attributes and Professional Competency Profiles*, 2013).

Saat ini, Indonesia belum memiliki badan akreditasi yang menjadi *signatory member* dari *Sydney Accord* dan *Dublin Accord*, sehingga rujukan kompetensi yang digunakan berdasarkan lembaga akreditasi ABET terafiliasi dalam *Sydney Accord*.

Tabel 2. *IEA graduate attributes and professional competency profiles* berdasarkan *Sydney Accord* dan *Dublin Accord* (IEA, 2013)

Sydney Accord programme provides:	Dublin Accord programme provides:
<i>A systematic, theory-based understanding of the natural sciences applicable to the sub-discipline</i>	<i>descriptive, formula-based understanding of the natural sciences applicable in a sub-discipline</i>
<i>Conceptually based mathematics, numerical analysis, statistics and aspects of computer and information science to support analysis and use of models applicable to the sub-discipline</i>	<i>Procedural mathematics, numerical analysis, statistics applicable in a sub-discipline</i>
<i>A systematic, theory-based formulation of engineering fundamentals required in an accepted sub-discipline</i>	<i>A coherent procedural formulation of engineering fundamentals required in an accepted sub-discipline</i>
<i>Engineering specialist knowledge that provides theoretical frameworks and bodies of knowledge for an accepted sub-discipline</i>	<i>Engineering specialist knowledge that provides the body of knowledge for an accepted sub-discipline</i>
<i>Knowledge that supports engineering design using the technologies of a practice area</i>	<i>Knowledge that supports engineering design based on the techniques and procedures of a practice area</i>
<i>Knowledge of engineering technologies applicable in the sub-discipline</i>	<i>Codified practical engineering knowledge in recognized practice area</i>
<i>Comprehension of the role of technology in society and identified issues in applying engineering technology: ethics and impacts: economic, social, environmental and sustainability</i>	<i>Knowledge of issues and approaches in engineering technician practice: ethics, financial, cultural, environmental and sustainability impacts</i>
<i>Engagement with the technological literature of the discipline</i>	

Kriteria umum yang didefinisikan untuk kompetensi lulusan sesuai dengan lembaga akreditasi ABET adalah sebagai berikut.

Kompetensi lulusan program Diploma-3 (ABET, 2022):

- a. *an ability to apply knowledge, techniques, skills and modern tools of mathematics, science, engineering, and technology to solve well-defined engineering problems appropriate to the discipline;*
- b. *an ability to design solutions for well-defined technical problems and assist with the engineering design of systems, components, or processes appropriate to the discipline;*
- c. *an ability to apply written, oral, and graphical communication in well-defined technical and non-technical environments; and an ability to identify and use appropriate technical literature;*
- d. *an ability to conduct standard tests, measurements, and experiments and to analyze and interpret the results; and*
- e. *an ability to function effectively as a member of a technical team.*

(Catatan: **well-defined activities or problems** are practical, narrow in scope, use conventional processes and materials in traditional ways, and require knowledge of standard operating processes)

Kompetensi lulusan program Diploma-4/Sarjana Terapan (ABET, 2022):

- a. an ability to apply knowledge, techniques, skills and modern tools of mathematics, science, engineering, and technology to solve broadly-defined engineering problems appropriate to the discipline;
- b. an ability to design systems, components, or processes meeting specified needs for broadly-defined engineering problems appropriate to the discipline;
- c. an ability to apply written, oral, and graphical communication in broadly-defined technical and non-technical environments; and an ability to identify and use appropriate technical literature;
- d. an ability to conduct standard tests, measurements, and experiments and to analyze and interpret the results to improve processes; and
- e. an ability to function effectively as a member as well as a leader on technical teams.

(Catatan: **broadly-defined activities or problems** are practical, broad in scope, relatively complex, and involve a variety of resources; use new processes, materials, or techniques in innovative ways; and may require extension of standard operating procedures).

1.6 Pengembangan Kurikulum Pendidikan Tinggi Vokasi

Panduan penyusunan kurikulum pendidikan tinggi di era industri 4.0 untuk mendukung Merdeka Belajar – Kampus Merdeka (Kemendikbud, 2020) menyampaikan bahwa Kurikulum Pendidikan Tinggi yang telah dikembangkan berdasarkan SN-Dikti menggunakan pendekatan *Outcome Based Education* (OBE). Pelaksanaan OBE pada intinya adalah bagaimana kurikulum dikembangkan berdasarkan perancangan profil lulusan dan CPL, selanjutnya bagaimana capaian pembelajaran (CPL) dicapai, dan bagaimana CPL dijamin pencapaiannya, serta adanya siklus perbaikan berkelanjutan untuk terus melakukan upaya perbaikan.

Kurikulum pendidikan tinggi vokasi bertujuan untuk menghasilkan keahlian terapan yang didasari oleh teori, sehingga proses pendidikan memberikan bobot lebih untuk praktik (*hands on experience*) dan proses pembelajarannya melibatkan kegiatan di laboratorium, *teaching factory* (TeFa)/*teaching industry*, dan industri.

Dalam penyusunan kurikulum pendidikan tinggi, terdapat empat mata kuliah wajib dan isi substansi mata kuliah wajib tersebut yang telah ditetapkan dalam Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 84/E/KPT/2020. Empat mata kuliah wajib tersebut adalah:

1. Agama
2. Pancasila
3. Kewarganegaraan
4. Bahasa Indonesia

Dalam pengembangan kurikulum pendidikan tinggi vokasi mata kuliah wajib umum yakni Agama, Pancasila, Kewarganegaraan, dan Bahasa Indonesia, harus diajarkan kepada mahasiswa dengan memberikan muatan yang mampu menanamkan karakter unggul untuk mendukung daya saing bangsa. Kemampuan penerapan etika industri diajarkan sebagai bagian pendidikan secara umum (*general education*) untuk memberikan dasar dan pemahaman tentang kedisiplinan, kualitas kerja

profesional, berkomunikasi dan berinteraksi dalam lingkungan kerja juga pemahaman etika profesi dan tahapan kerja serta keselamatan kerja di industri. Selain itu materi wawasan kebangsaan menjadi bagian kurikulum yang diajarkan agar mahasiswa memiliki jiwa nasionalisme dalam membangun kemakmuran dan kejayaan negara (Kemenristekdikti, 2016).

Mata kuliah atau modul adalah bahan kajian/materi ajar yang dibangun berdasarkan beberapa pertimbangan saat kurikulum disusun. Mata kuliah dapat dibentuk berdasarkan pertimbangan kemandirian materi sebagai cabang/ranting/bahan kajian bidang keilmuan tertentu atau unit keahlian tertentu (parsial), atau pertimbangan pembelajaran terintergrasi dari sekelompok bahan kajian atau sejumlah keahlian (sistem blok) dalam rangka pemenuhan capaian pembelajaran lulusan yang dirumuskan dalam kurikulum. Mata kuliah pada pendidikan tinggi vokasi meliputi mata kuliah yang dilaksanakan dalam bentuk (Permenristekdikti 44 pasal 17):

- a. Teori
- b. Praktikum
- c. Workshop
- d. Kerja praktek lapangan (*On the Job Training*)
- e. Proyek akhir

Hal lain yang perlu diperhatikan dalam merancang struktur kurikulum pendidikan tinggi vokasi Diploma-3 adalah pembelajaran yang dilaksanakan dalam bentuk praktikum, praktik studio, praktik bengkel, atau praktik lapangan. Menurut kriteria akreditasi LAM Teknik, struktur kurikulum memenuhi syarat unggul apabila jumlah pembelajaran praktikum, praktik studio, praktik bengkel, atau praktik lapangan lebih atau sama dengan 50% dari total jam pembelajaran selama masa pendidikan (untuk program Diploma-3), sedangkan untuk Sarjana Terapan lebih atau sama dengan 30% dari total jam pembelajaran selama masa pendidikan.

Hal lain yang perlu diperhatikan dalam perancangan kurikulum pendidikan vokasi Diploma-4/Sarjana Terapan adalah proyek rekayasa pencari bidang program studi (*capstone design*). Indikator terselenggaranya capstone design adalah:

1. Panduan pelaksanaan
2. Memiliki rumusan capaian pembelajaran mata kuliah
3. Menggunakan standar-standar keteknikan dan batasan-batasan realistis berdasarkan pada pengetahuan dan ketrampilan yang telah diperoleh di perkuliahan sebelumnya
4. Mempunyai bukti sah pelaksanaan

Dalam pengembangan kurikulum, lembaga akreditasi juga menentukan kriteria umum (*general criteria*) dan kriteria khusus bagi setiap disiplin keteknikan (*discipline criteria*) yang harus dipenuhi. Berdasarkan ABET (2022), kurikulum vokasi harus menentukan topik yang sesuai dengan bidangnya dan kurikulum terdiri atas pendidikan teknis, profesional, dan general education, sehingga kurikulum harus mencakup hal-hal berikut:

1. Matematika, yang digunakan untuk mengembangkan kemampuan dalam menerapkan matematika untuk menyelesaikan masalah teknis. Untuk jenjang Diploma-3, matematika mencakup penggunaan aljabar dan trigonometri yang sesuai dengan disiplin ilmu, sedangkan untuk Diploma-4 atau Sarjana Terapan meliputi kalkulus (*integral* dan *differensial*) dan matematika lain di atas tingkat aljabar dan trigonometri yang sesuai dengan disiplin ilmu.
2. Konten khusus disiplin yang berfokus pada aspek terapan yang terdiri atas:
 - a. Setidaknya 1/3 dari jumlah total SKS, namun tidak melebihi dari 2/3 dari jumlah total SKS.
 - b. Technical core yang menyiapkan mahasiswa untuk spesialisasi teknis (pada bagian akhir kurikulum).
 - c. Pengembangan kompetensi mahasiswa dalam disiplin ilmunya.

- d. Pertimbangan disain yang sesuai dengan disiplin dan jenjang. Contoh: penggunaan standar teknik dan *codes*, keselamatan dan kesehatan, dampak lokal dan global terhadap individu, organisasi dan masyarakat.
- e. Kombinasi komponen pendidikan teknis, profesional dan pendidikan umum (*general education*) untuk menyiapkan karir, studi lanjutan, dan pengembangan professional seumur hidup.
- f. Mencakup topik yang berkaitan dengan tanggung jawab professional dan etika, kesadaran keragaman dan inklusi (*inclusion*), kualitas dan pengembangan berkelanjutan (*continuous improvement*).
- g. Fisika dan pengetahuan alam (*physical and natural science*) yang sesuai dengan disiplin ilmu dan meliputi praktik laboratorium.
- h. Untuk jenjang Diploma-4 (Sarjana Terapan), kurikulum meliputi integrasi isi, sehingga harus menyediakan *capstone design* yang mengintegrasikan pengalaman yang mengembangkan kompetensi dalam menerapkan keterampilan teknis dan non-teknis dalam menyelesaikan masalah.
- i. Pelaksanaan magang atau pengalaman serupa harus menyertakan komponen akademik yang sesuai yang dievaluasi oleh program studi.
- j. Memiliki *advisory committee* (Komite Penasihat) yang terdiri atas perwakilan dari organisasi yang dilayani oleh lulusan program studi dan komite penasihat melakukan peninjauan berkala profil lulusan dan kurikulum. Komite Penasihat harus memberikan saran/masukan terkait aspek teknis saat ini dan pengembangannya dalam mempersiapkan lulusan.

Kriteria khusus disiplin bidang Teknik Industri dan yang serumpun didasarkan pada definisi *Industrial Engineering Technology*, yaitu:

“is concerned with the design, installation, maintenance and improvement of integrated processes and the resulting products or services within an organization. It draws upon specialized knowledge and skill in the mathematical, natural, physical, and social sciences together with the principles and methods of engineering analysis and design, to specify, predict, and evaluate the results to be obtained from such systems”

Oleh karenanya, kurikulum jenjang Diploma-3 Teknik Industri dan serumpun memberikan instruksi dalam pengetahuan, teknik (*techniques*), ketrampilan, dan penggunaan alat dan perlengkapan modern yang diperlukan untuk memasuki karir di manufaktur, jasa, kesehatan, transportasi atau operasi lainnya atau melanjutkan pendidikan di jenjang Diploma-3. Kurikulum harus meliputi topik berikut:

- a. Probabilitas dan statistik
- b. Menggambar teknik
- c. Perancangan dan pengukuran tempat kerja (*workplace design and measurement*)
- d. Pengendalian kualitas dan proses (*quality and process control*)

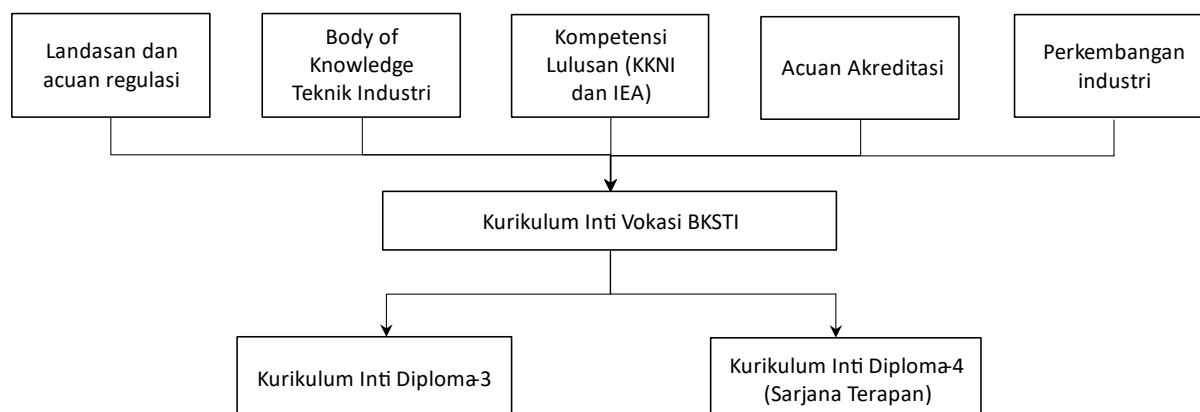
Kurikulum jenjang Diploma-4 (Sarjana Terapan) Teknik Industri dan serumpun memberikan pengetahuan, teknik (*techniques*), ketrampilan, dan penggunaan alat dan perlengkapan modern yang diperlukan untuk memasuki karir di teknologi teknik industri di bidang manufaktur, jasa, kesehatan, transportasi atau lingkungan operasi sosial atau kompleks lainnya. Kurikulum harus meliputi topik berikut:

- a. Probabilitas dan statistik yang berbasis kalkulus
- b. Menggambar teknik
- c. *Advanced workplace design and measurement*
- d. *Advanced quality and process control*
- e. *Engineering economics and management, including project management*

Hal lain yang juga perlu menjadi perhatian adalah perkembangan industri terkini. Diketahui bersama bahwa saat ini industri telah memasuki era revolusi industri 4.0, yang pada intinya terdapat integrasi dari sistem *cyber* dan sistem fisik (*cyber-physical system*). Untuk menghadapi era ini Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi di Era Industri 4.0 untuk Mendukung Merdeka Belajar – Kampus Merdeka (Kemendikbud, 2020), telah memberikan rumusan CPL disarankan untuk memuat kemampuan yang diperlukan dalam era industri 4.0.

2 KURIKULUM INTI VOKASI BKSTI 2022

Kurikulum Inti Vokasi BKSTI ditujukan untuk memenuhi sebagian dari tahap pertama dalam penyusunan dokumen kurikulum, yaitu perancangan kurikulum. Tujuan dari kurikulum inti vokasi BKSTI adalah memberikan rekomendasi standar mata kuliah inti untuk memenuhi standar kompetensi Teknik Industri sesuai dengan jenjangnya. Kurikulum inti vokasi BKSTI 2022 dibangun dengan menggunakan pendekatan *Outcome-Based Education (OBE)*. Dengan mempertimbangkan hal-hal yang dijelaskan pada bagian sebelumnya pada Bagian 1. Kerangka pengembangan Kurikulum Inti Vokasi BKSTI 2022 ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Kerangka pengembangan Kurikulum Inti Vokasi BKSTI 2022

Proses penyusunan Kurikulum Inti Vokasi BKSTI 2022 meliputi tahapan kegiatan sebagai berikut:

1. *Benchmarking* kurikulum vokasi Teknik Industri dalam lingkup nasional, regional dan global.
2. Analisis kesesuaian dengan persyaratan pada lembaga akreditasi nasional (Lembaga Akreditasi Mandiri Keteknikan - LAM Teknik) dan akreditasi internasional di bawah IEA (yaitu ABET, catatan: saat ini belum ada lembaga akreditasi yang menjadi *signatory member* dari *Sydney Accord* atau *Dublin Accord* di Indonesia)
3. Brainstorming kurikulum vokasi dengan pakar penyusun kurikulum vokasi (23 Februari 2021)
4. *Focus Group Discussion (FGD)* penyusunan struktur kurikulum Diploma-3 Teknik Industri (9 Maret 2021) oleh Dr. Ir. Anas Ma'ruf, M.T.
5. *Workshop* penyusunan kurikulum vokasi oleh Dirjen Diksi 2020-2022 (20 Juli 2022)
6. *Workshop* penyusunan kurikulum vokasi oleh pakar penyusun kurikulum vokasi Teknik Industri Prof. Dr. Ir. Isa Setiasyah Toha, M.Sc. (18 Agustus 2022)
7. *Workshop* kurikulum pendidikan tinggi vokasi Teknik Industri dan serumpun (19 Desember 2022)

Dengan mempertimbangkan bahwa program vokasi Teknik Industri hanya meliputi jenjang Diploma-3 dan Diploma-4 (Sarjana Terapan), maka Kurikulum Inti vokasi BKSTI 2022 memberikan rekomendasi kurikulum inti untuk:

1. Kurikulum Inti Vokasi jenjang Diploma-3
2. Kurikulum Inti Vokasi jenjang Diploma-4 (Sarjana Terapan)

Setiap lembaga akreditasi memiliki definisi dan kriteria yang berbeda dalam menetapkan persyaratan kurikulum. Kriteria yang ditetapkan oleh lembaga akreditasi internasional pendidikan tinggi teknik (*engineering*) pada umumnya terbagi menjadi dua, yaitu kriteria umum (*general criteria*) dan kriteria khusus bagi setiap disiplin keteknikan (*discipline criteria*). Penyelenggara Program Studi Sarjana Teknik

Industri yang akan mengajukan akreditasi wajib memenuhi persyaratan kriteria kurikulum, baik kriteria umum maupun kriteria spesifik disiplin Teknik Industri yang ditetapkan oleh lembaga akreditasi tersebut. Kriteria kurikulum dan kriteria-kriteria lainnya yang ditetapkan oleh lembaga akreditasi bersifat dinamis dan akan terus berubah mengikuti perkembangan keilmuan dan kebutuhan industri. Untuk itu penyelenggara pendidikan tinggi vokasi Teknik Industri dan serumpun perlu merujuk pada kriteria versi terakhir pada saat akan mengajukan akreditasi.

2.1 Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)

Dengan menggunakan pendekatan *Outcome-Based Education (OBE)*, Kurikulum Inti Vokasi BKSTI 2022 merumuskan CPL Teknik Industri untuk jenjang Diploma-3 dan Diploma-4 (Sarjana Terapan).

Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Teknik Industri yang direkomendasikan untuk **jenjang Diploma-3** adalah sebagai berikut:

CPL-1. Kemampuan untuk menerapkan pengetahuan, teknik, keterampilan, dan peralatan modern matematika, sains, teknik, dan teknologi untuk memecahkan masalah rekayasa yang terdefinisi dengan baik sesuai dengan disiplin Teknik Industri.

An ability to apply knowledge, techniques, skills and modern tools of mathematics, science, engineering, and technology to solve well-defined engineering problems appropriate to Industrial Engineering.

CPL-2. Kemampuan untuk merancang penyelesaian masalah rekayasa yang terdefinisi dengan baik dan membantu perancangan sistem, komponen, atau proses yang sesuai dengan disiplin Teknik Industri.

An ability to design solutions for well-defined technical problems and assist with the engineering design of systems, components, or processes appropriate to Industrial Engineering.

CPL-3. Kemampuan untuk melakukan komunikasi tertulis, lisan, dan grafis dalam lingkungan teknis dan non-teknis yang terdefinisi dengan baik; dan kemampuan untuk mengidentifikasi dan menggunakan literatur teknis yang sesuai.

An ability to apply written, oral, and graphical communication in well-defined technical and non-technical environments; and an ability to identify and use appropriate technical literature.

CPL-4. Kemampuan untuk melakukan pengujian, pengukuran dan eksperimen sesuai standar dengan menggunakan alat atau teknologi yang digunakan secara umum di industri serta menganalisis dan menginterpretasikan hasil.

An ability to conduct standard tests, measurements, and experiments using tools or technology commonly used in industry, and to analyze and interpret the results.

CPL-5. Kemampuan untuk berfungsi secara efektif sebagai anggota tim teknis dan mengelola kelompok kerja.

An ability to function effectively as a member of a technical team and manage work groups.

CPL-6. Kemampuan untuk memahami tanggung jawab, norma, dan etika profesi.

Ability to understand the responsibilities, norms, and professional ethics.

CPL-7. Kemampuan untuk melakukan evaluasi diri dan mengelola pengembangan kompetensi kerja secara mandiri.

An ability to carry out the self-evaluation and manage the competency development independently.

Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Teknik Industri yang direkomendasikan untuk **jenjang Diploma-4 (Sarjana Terapan)** adalah sebagai berikut:

CPL-1. Kemampuan untuk menerapkan pengetahuan, teknik, keterampilan, dan alat modern matematika, sains, teknik, dan teknologi untuk memecahkan masalah teknik yang didefinisikan secara luas sesuai dengan disiplin Teknik Industri.

An ability to apply knowledge, techniques, skills and modern tools of mathematics, science, engineering, and technology to solve broadly-defined engineering problems appropriate to Industrial Engineering.

CPL-2. Kemampuan untuk merancang sistem, komponen, atau proses yang memenuhi kebutuhan tertentu untuk menyelesaikan masalah rekayasa yang didefinisikan secara luas sesuai dengan disiplin Teknik Industri.

An ability to design systems, components, or processes meeting specified needs for broadly-defined engineering problems appropriate to Industrial Engineering.

CPL-3. Kemampuan untuk melakukan komunikasi tertulis, lisan, dan grafis dalam lingkungan teknis dan non-teknis yang didefinisikan secara luas; dan kemampuan untuk mengidentifikasi dan menggunakan literatur teknis yang sesuai.

An ability to apply written, oral, and graphical communication in broadly-defined technical and non-technical environments; and an ability to identify and use appropriate technical literature.

CPL-4. Kemampuan untuk melakukan pengujian, pengukuran dan eksperimen sesuai standar dengan menggunakan alat atau teknologi yang digunakan secara umum di industri, serta menganalisis, menginterpretasikan hasil, dan mengambil keputusan untuk meningkatkan proses.

An ability to conduct standard tests, measurements, and experiments using tools or technology commonly used in industry, and to analyze, interpret the results, and make decisions to improve processes.

CPL-5. Kemampuan untuk berfungsi secara efektif sebagai anggota serta pemimpin dalam tim teknis dan mengembangkan jaringan kerjasama.

An ability to function effectively as a member as well as a leader on technical teams and develop collaboration.

CPL-6. Kemampuan untuk memahami tanggung jawab, norma, dan etika profesi.

Ability to understand the responsibilities, norms, and professional ethics.

CPL-7. Kemampuan untuk melakukan evaluasi diri dan mengelola pengembangan kompetensi kerja secara mandiri.

An ability to carry out the self-evaluation and manage the competency development independently.

Program studi penyelenggara program tinggi vokasi Teknik Industri **dapat menambahkan** CPL selain CPL di atas sesuai dengan karakteristik masing-masing Program Studi.

2.2 Komposisi Mata Kuliah

Kurikulum Inti Vokasi BKSTI 2022 terdiri dari:

- mata kuliah wajib ketentuan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dan
- mata kuliah yang direkomendasikan oleh BKSTI.

Kurikulum Inti Vokasi BKSTI memiliki komposisi mata kuliah yang dikelompokkan berdasarkan kategori beserta jumlah SKS dan CPL Utama seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 3** untuk Diploma-3 dan **Tabel 4** untuk Diploma-4 (Sarjana Terapan). Program studi dapat menambahkan CPL sesuai kebutuhan.

Tabel 3. Komposisi kurikulum inti Diploma-3 BKSTI 2022

No	Mata Kuliah	Jumlah SKS	Keterangan
Mata kuliah umum (<i>general education</i>)			
1	Agama (<i>Religion</i>)	2	Wajib ketentuan pemerintah
2	Pancasila (<i>Pancasila</i>)	2	Wajib ketentuan pemerintah
3	Kewarganegaraan (<i>Citizenship</i>)	2	Wajib ketentuan pemerintah
4	Bahasa Indonesia (<i>Indonesian</i>)	2	Wajib ketentuan pemerintah
5	Kepemimpinan dan Kewirausahaan (<i>Leadership and Entrepreneurship</i>)	2	KKNI
Matematika dan pengetahuan alam (<i>math and natural sciences</i>)			
6	Matematika (<i>Mathematics</i>)	2	<i>Sydney dan Dublin Accord</i>
7	Fisika dan praktikum (<i>Physics and Laboratory Work</i>)	2	<i>Sydney dan Dublin Accord</i>
8	Ilmu alam (dan praktikum) sesuai dengan disiplin program studi. Contoh: kimia, biologi	2	<i>Sydney dan Dublin Accord</i>
9	Probabilitas dan statistika (<i>Probability and Statistics</i>)	2	ABET
Mata kuliah keteknikan dan profesionalisme (<i>engineering and professionalism</i>)			
10	Menggambar teknik (<i>Engineering Drawing</i>)	2	ABET
11	Algoritma Pemrograman (<i>Programming Algorithm</i>)	2	Literasi digital
12	Etika profesi dan standar industri (<i>Professional Ethics and Industrial Standard</i>)	1	<i>Sydney dan Dublin Accord</i>
13	Keselamatan dan Kesehatan Kerja (<i>Occupational Safety and Health</i>)	2	<i>Sydney dan Dublin Accord</i>
Mata kuliah disiplin Teknik Industri (<i>industrial engineering</i>)			
14	Pengendalian kualitas dan proses (<i>Quality and Process Control</i>)	2	ABET
15	Riset operasi (<i>Operations Research</i>)	2	
16	Perancangan dan pengukuran tempat kerja (<i>Workplace Design and Measurement</i>)	2	ABET
17	Ekonomi Teknik (<i>Engineering Economics</i>)	2	
18	Proyek akhir (<i>Final Project</i>) - <i>well-defined technical problems</i>	4	Wajib ketentuan pemerintah, <i>Sydney dan Dublin Accord</i>
Total SKS		37	

Tabel 4. Komposisi kurikulum inti Diploma-4/Sarjana Terapan BKSTI 2022

No	Mata Kuliah	Jumlah SKS	Keterangan
Mata kuliah umum (<i>general education</i>)			
1	Agama (<i>Religion</i>)	2	Wajib ketentuan pemerintah

2	Pancasila (<i>Pancasila</i>)	2	Wajib ketentuan pemerintah
3	Kewarganegaraan (<i>Citizenship</i>)	2	Wajib ketentuan pemerintah
4	Bahasa Indonesia (<i>Indonesian</i>)	2	Wajib ketentuan pemerintah
5	Kepemimpinan dan Kewirausahaan (<i>Leadership and Entrepreneurship</i>)	2	KKNI
Matematika dan pengetahuan Alam (<i>math and natural sciences</i>)			
6	Matematika (<i>Mathematics</i>)	2	<i>Sydney Accord</i>
7	Kalkulus (<i>Calculus</i>)	2	<i>Sydney Accord</i>
8	Probabilitas dan statistika (<i>Probability and Statistics</i>)	2	ABET
9	Fisika dan praktikum (<i>Physics and Laboratory Work</i>)	2	<i>Sydney Accord</i>
10	Ilmu alam (dan praktikum) lainnya sesuai dengan disiplin program studi. Contoh: kimia, biologi	2	<i>Sydney Accord</i>
Mata kuliah keteknikan dan profesionalisme (<i>engineering and professionalism</i>)			
11	Menggambar teknik (<i>Engineering Drawing</i>)	2	ABET
12	Algoritma pemrograman (<i>Programming Algorithm</i>)	2	Literasi digital
13	Etika profesi dan standar industri (<i>Professional Ethics and Industrial Standard</i>)	1	<i>Sydney Accord</i>
14	Keselamatan dan Kesehatan kerja (<i>Occupational Safety and Health</i>)	2	<i>Sydney Accord</i>
Mata kuliah disiplin Teknik Industri (<i>industrial engineering</i>)			
15	Pengendalian kualitas dan proses (<i>Quality and Process Control</i>)	2	ABET
16	Riset operasi (<i>Operations Research</i>)	2	
17	Perancangan dan pengukuran tempat kerja (<i>Workplace Design and Measurement</i>)	2	ABET
18	Ekonomi Teknik (<i>Engineering Economics</i>)	2	ABET
19	Manajemen Rekayasa (<i>Engineering Management</i>)	2	ABET
20	Proyek akhir (<i>Final Project: Capstone Design</i>) - broadly-defined technical problems	4	Wajib ketentuan pemerintah, <i>Sydney Accord</i>
Total SKS		41	

Tabel 5. Capaian pembelajaran lulusan utama mata kuliah pada kurikulum inti vokasi BKSTI 2022

No	Mata Kuliah	Jumlah SKS	CPL Utama
Matematika dan pengetahuan Alam (<i>math and natural sciences</i>)			
1	Matematika (<i>Mathematics</i>)	2	CPL-1
2	Kalkulus (<i>Calculus</i>)	2	CPL-1
3	Probabilitas dan statistika (<i>Probability and Statistics</i>)	2	CPL-1
4	Fisika dan praktikum (<i>Physics and Laboratory Work</i>)	2	CPL-1
5	Ilmu alam (dan praktikum) sesuai dengan disiplin program studi. Contoh: kimia, biologi	2	CPL-1
Mata kuliah keteknikan dan profesionalisme (<i>engineering and professionalism</i>)			
6	Menggambar teknik (<i>Engineering Drawing</i>)	2	CPL-3
7	Algoritma pemrograman (<i>Programming Algorithm</i>)	2	CPL-1
8	Etika profesi dan standar industri (<i>Professional Ethics and Industrial Standard</i>)	1	CPL-4, CPL-6

9	Keselamatan dan Kesehatan kerja (<i>Occupational Safety and Health</i>)	2	CPL-4
Mata kuliah disiplin Teknik Industri (<i>industrial engineering</i>)			
10	Pengendalian kualitas dan proses (<i>Quality and Process Control</i>)	2	CPL-2
11	Riset operasi (<i>Operations Research</i>)	2	CPL-2
12	Perancangan dan pengukuran tempat kerja (<i>Workplace Design and Measurement</i>)	2	CPL-2
13	Ekonomi Teknik (<i>Engineering Economics</i>)	2	CPL-2
14	Manajemen Rekayasa (<i>Engineering Management</i>)	2	CPL-2
15	Proyek akhir (<i>Final Project</i>)	4	CPL-2, CPL-5, CPL-6, CPL-7

Selanjutnya program studi dapat menambahkan mata kuliah-mata kuliah yang menjadi kekhasan atau penciiri institusi dan program studi. Jumlah mata kuliah disiplin Teknik Industri setidaknya 1/3 dari jumlah total SKS, namun tidak melebihi dari 2/3 dari jumlah total SKS.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan dan peninjauan berkala kurikulum pendidikan tinggi vokasi, adalah:

- a. Pengembangan kurikulum dilakukan sesuai dengan kebutuhan pasar lapangan pekerjaan dan perkembangan industri. Oleh karenanya, penyusunan kurikulum **wajib** melibatkan asosiasi keilmuan, industri, dan stakeholder yang terkait.
- b. Kurikulum menekankan pada kompetensi terapan sehingga metode pembelajaran dilaksanakan dalam **bentuk praktikum, praktik studio atau praktik bengkel, kerja praktik lapangan**. Menurut kriteria LAM Teknik, jumlah jam pembelajarannya harus lebih besar atau sama dengan 50% dari total jam pembelajaran selama masa pendidikan untuk jenjang Diploma-3, sedangkan untuk jenjang Diploma-4/Sarjana Terapan adalah lebih besar atau sama dengan 30%. Menurut kriteria ABET, jumlah pembelajaran teori minimum 33% dan jumlah pembelajaran praktik maksimal 67%.
- c. **Khusus** untuk jenjang Diploma-4/Sarjana Terapan, jumlah mata kuliah dalam kategori matematika dan ilmu dasar harus melebihi 4 SKS, diwajibkan menyelenggarakan *capstone design* yang terdiri atas: 1. panduan pelaksanaan; 2. memiliki rumusan capaian pembelajaran mata kuliah; 3. menggunakan standar-standar keteknikan dan batasan-batasan realistis berdasarkan pada pengetahuan dan ketrampilan yang telah diperoleh di perkuliahan sebelumnya; dan 4. mempunyai bukti sah pelaksanaan, dan memfasilitasi kegiatan MBKM (Merdeka Belajar Kampus Merdeka).

3 DESKRIPSI MATA KULIAH KURIKULUM INTI VOKASI BKSTI 2022

Bagian ini memberikan deskripsi singkat terkait rekomendasi **materi/content** pada mata kuliah – mata kuliah dalam kurikulum inti vokasi BKSTI 2022. Contoh referensi yang dapat digunakan dalam penyusunan silabus dapat dilihat pada Lampiran 6.3.

Program studi selanjutnya dapat menjabarkan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) ke dalam Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dengan mempertimbangkan CPL terkait, tingkat penguasaan (sesuai dengan *Bloom Taxonomy*) dan materi mata kuliah. Salah satu panduan yang dapat digunakan adalah Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Vokasi. Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemendikbud, 2016) dan Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi di Era Industri 4.0 untuk mendukung Merdeka Belajar-Kampus Merdeka (Kemendikbud, 2020).

Matematika (*Mathematics*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	2
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-1
Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	<p>Sistem persamaan linier, matriks, determinan, vector, vector ruang, transformasi linier, ortogonalitas, eigenvalue dan eigenvector, aplikasi aljabar linier.</p> <p>Trigonometri, radian, grafik fungsi trigonometri, invers fungsi trigonometri, identitas trigonometri, Hukum sinus dan cosinus, aplikasi.</p> <p><i>Linear equation systems, matrices, determinants, vectors, vector spaces, linear transformations, orthogonality, eigenvalues and eigenvectors, linear algebra application.</i></p> <p><i>Trigonometry, radians, graphing trigonometric functions, inverse trigonometric functions, trigonometric identities, Law of sines and cosines, applications.</i></p>

Kalkulus (*Calculus*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	2
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-1
Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	<p>Sistem bilangan riil dan kompleks, pertidaksamaan dan nilai absolut, harga mutlak. Limit. Turunan meliputi prinsip dasar pembentukan turunan, turunan fungsi trigonometri, aturan rantai, turunan order tinggi, turunan implisit) dan penerapan turunan. integral mencakup integral tak tentu (<i>indefinite</i>) dan integral tertentu (<i>definite</i>), aplikasi integral.</p> <p><i>Real numbers, complex numbers, inequalities, and absolute values. Limits. The derivatives (rules for finding derivatives, derivatives of trigonometric functions, the chain rule, higher order derivatives, implicit differentiation) and application of the derivative. Integral including indefinite integral and definite integral, and application of the integral.</i></p>

Probabilitas dan Statistika (*Probability and Statistics*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	2
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-1
Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	<p>Teori probabilitas, random variables, distribusi probabilitas (PDF dan CDF) - distribusi probabilitas diskrit (Bernoulli, Binomial, Geometri, Poisson), Distribusi probabilitas kontinu (Uniform, Exponential, Normal), aplikasi probabilitas, konsep dasar statistik, sampling dan data, statistik deskriptif, statistik inferensia, pengujian hipotesis dengan satu dan dua <i>sample</i> untuk <i>mean</i>, varians dan proporsi, distribusi chi-square, regresi linier, korelasi, F-distribution, one-way ANOVA, regresi berganda.</p> <p><i>Probability theory, random variables, probability distributions (PDF and CDF) - discrete probability distributions (Bernoulli, Binomial, Geometry, Poisson), continuous probability distributions (Uniform, Exponential, Normal). Basic of statistics, sampling and data, statistics descriptive, inferential statistics, hypothesis testing with one and two samples for mean, variance and proportion, chi-square distribution, linear regression, correlation, F-distribution, one-way ANOVA, multiple regression.</i></p>

Fisika dan Praktikum Fisika (*Physics and Laboratory Work*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	2
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-1
Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	<p>Kinematika (garis lurus, dua dan tiga dimensi), Hukum Newton I dan Hukum Newton II, gaya, usaha, energi (potensial dan kinetik), hukum kekekalan energi pusat massa, momentum, gerak rotasi, kesetimbangan dan elastisitas, fluida, gelombang, Hukum I termodinamika, teori kinetik gas, entropi, <i>second law of thermodynamics</i>, (efisiensi, siklus Carnot)</p> <p><i>Kinematics/motion (along a straight line, in two and three dimensions), Newton first and second laws, force, work, energy (potential and kinetic), center of mass, linear momentum, rotation, equilibrium and elasticity, fluids, waves, first law of thermodynamics, the kinetic theory of gases, entropy, second law of thermodynamics (efficiency, Carnot cycle).</i></p>

Menggambar Teknik dan Praktik Menggambar Teknik (*Engineering Drawing*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	2
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-3
Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	<p>Standar dalam menggambar keteknikan, konstruksi geometrik, pembuatan sketsa, garis dan penamaan, teori proyeksi, view standar, <i>auxiliary views</i>, dimensi, toleransi, batasan, fits/suaian, menggambar teknik dengan computer aided design (CAD) untuk Gambar 2D dan 3D, model perakitan dan <i>exploded assembly</i>, dokumentasi gambar dan gambar kerja sesuai standar.</p> <p><i>Standards in engineering drawing, geometric construction, sketching, lines and naming, projection theory, projection theory, standard views, auxiliary views, dimensions, tolerances, limits, fits, engineering drawing with computer aided design (CAD) for 2D and 3D drawings, assembly and exploded assembly models, documentation of drawings and working drawings according to standards.</i></p>

Algoritma Pemrograman (*Programming Algorithm*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	2
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-1
Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	<p>Kuliah ini memberikan materi yang terkait dengan: Pengenalan pemrograman, pembuatan diagram alir, jenis data, pembuatan program untuk operasi aritmatika, operasi kondisi dan logika, <i>exception handling</i>, fungsi; <i>Object-Oriented Programming (OOP): classes, objects, attributes, list-based collection, searching and sorting</i>; Data analisis; Visualisasi data, dan penerapannya di teknologi digital.</p> <p><i>This course provides materials related to: Introduction to programming, flow diagrams, data types, programming for arithmetic operations, conditional and logical operations, exception handling, functions. Object-Oriented Programming (OOP): classes, objects, attributes, list-based collection, searching and sorting. Data analysis. Data visualization, and its application in digital technology.</i></p>

Etika Profesi dan Standar Industri (*Professional Ethics and Industrial Standard*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	1
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-4, CPL-6
Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	Sejarah perkembangan teknologi. Pengembangan cara berfikir dengan mempertimbangkan aspek sosial budaya –

	<p>politik – ekonomi – lingkungan – alam/lingkungan. Etika profesi perekayasa. Standar industri (buku manual, Standard Operating Procedures, Standar Nasional Indonesia - SNI, dan ISO.</p> <p><i>History of technological development. Development of ways of thinking by considering socio-cultural – political – economic – environmental – natural/environmental aspects. Engineering professional ethics. Industry standards (manuals, Standard Operating Procedures, Indonesian National Standards - SNI, and ISO.</i></p>
--	--

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (*Occupational Safety and Health*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	2
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-4
Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	<p>Mata kuliah ini membahas mengenai penyebab kecelakaan kerja, serta aturan, dan manajemen dalam rangka mencegah dan mengendalikan potensi bahaya, meminimalisasi risiko, serta mengurangi <i>liability</i>. Bahan kajian meliputi: Sejarah perkembangan K3; Definisi dan konsep K3 (contoh: insiden, kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, potensi bahaya, risiko, kerugian/<i>loss</i>); Teori penyebab kecelakaan kerja; Peraturan dan standar K3; Identifikasi potensi bahaya; Kerangka analisis K3 (contoh: JSA, HIRARC, HAZOP, FTA, FMEA); penilaian risiko; Penyusunan rekomendasi kontrol; Sistem manajemen K3; Investigasi kecelakaan; Komunikasi dan budaya K3.</p> <p><i>This course discusses the causes of occupational accidents, as well as rules and management to prevent and control hazards, minimize risks, and reduce liability. Topics covered in this course include: History of safety and health movement; Definitions and concepts of OHS (e.g., incidents, accidents, occupational diseases, hazards, risks, losses); Theory of the accident causation; OHS laws and regulations; Hazards recognition; OHS analysis framework (e.g., JSA, HIRARC, HAZOP, FTA, FMEA); Risk assessment; Hazard control; OHS management system; accident investigation and reporting; Safety culture and communication.</i></p>

Pengendalian Kualitas dan Process (*Quality and Process Control*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	2
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-2
Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	Mata kuliah ini membahas konsep kualitas dan peran aplikasi statistik mulai dari tahap perancangan, proses

	<p>maupun pasca produksi untuk perbaikan berkesinambungan. Materi kuliah ini meliputi konsep mutu, manajemen dan penjaminan mutu, <i>Seven Quality Tools</i>, dimensi mutu produk, <i>Quality Function Deployment</i>, prinsip pengendalian mutu proses dan rancangan, pengendalian proses secara statistika, peta kontrol, <i>process capability</i>, perbaikan mutu melalui perancangan, <i>Design of Experiment</i>, inspeksi dan penerimaan <i>sampling</i>.</p> <p><i>This course discusses the concept of quality and the role of statistical applications starting from the design, process and post-production stages for continuous improvement in industry. This course material includes the concept of quality, quality management and assurance, Seven Quality Tools, product quality dimensions, Quality Function Deployment, principles of process and design quality control, statistical process control, control charts, process capability, quality improvement through design, Design of Experiment, inspection and acceptance of sampling.</i></p>
--	---

Riset Operasi (*Operations Research*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	2
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-2
Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	<p>Pengantar penelitian operasi (sejarah, proses pemodelan dan formulasi masalah – pendekatan pemodelan dalam penelitian operasi). Model program linier dan penyelesaian dengan cara grafis serta enumerasi solusi basis. Metode simpleks, teori dualitas dan analisis sensitivitas. Model dan metode program integer dan program <i>mixed-integer</i>. Model dan algoritma konstruksi serta perbaikan untuk permasalahan transportasi serta penugasan.</p> <p><i>Introduction to operations research (history, process modeling and problem formulation – modeling approaches in operations research). Linear programming model and solving linear programming model by graphical approach and enumeration of basic solution. Simplex method, duality theory and sensitivity analysis. Integer programming and mixed-integer programming. Model and construction and improvement algorithm to solve transportation and assignment problem.</i></p>

Perancangan dan Pengukuran Tempat Kerja (*Workplace Design and Measurement*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	2
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-2

Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	<p>Pengantar tempat kerja; proses perancangan tempat kerja; ukuran performansi; peta-peta kerja (seperti: peta proses operasi, peta aliran proses, peta pekerja-mesin); studi waktu (seperti: performansi dan kelonggaran, dan sampling pekerjaan); studi dan ekonomi gerakan (waktu baku, MTM); analisis operasi (seperti: penyeimbangan lintasan); implementasi rancangan (seperti manajemen perubahan, teori motivasi, pengupahan).</p> <p><i>Introduction to workplace; Workplace design process; Performance measures; Recording and analysis tools for work measurement (e.g., process maps, operation/flow/gang process charts, worker and machine charts); Time study (e.g., performance and allowance, and work sampling); pre-determined time systems (e.g., MTM); Operations analysis (e.g., Line balancing); Design implementation (e.g., change management, motivation theory, wage surveys).</i></p>
--	--

Ekonomi Teknik (*Engineering Economics*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	2
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-2
Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	<p>Pengantar ekonomi teknik, klasifikasi biaya, <i>interest and equivalence, time value of money, cash flow analysis (single payment, uniform series, arithmetic gradient, geometric gradient)</i>, metode pengambilan keputusan keuangan (<i>present worth, annual worth, future worth, rate of return analysis, incremental analysis, benefit-cost ratio, payback period, sensitivity and break-even analysis</i>), <i>replacement analysis, depreciation, taxes</i>, analisis ekonomi di sektor publik, estimasi masa pakai alat, memperkirakan manfaat ekonomi/economic benefits.</p> <p><i>Introduction to economics engineering, cost classification, interest and equivalence, time value of money, cash flow analysis (single payment, uniform series, arithmetic gradient, geometric gradient), financial decision-making methods (present worth, annual worth, future worth, rate of return analysis, incremental analysis, benefit-cost ratio, payback period, sensitivity and break-even analysis), replacement analysis, depreciation, taxes, economic analysis in public sectors, service-life estimation, economic benefits estimation.</i></p>

Manajemen Rekayasa (*Engineering Management*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	2
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-2
Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	<p>Mata kuliah ini membahas aplikasi prinsip rekayasa pada praktik bisnis, yang meliputi analisis konsumen (identifikasi kebutuhan, <i>quality function development</i>), proses bisnis (<i>product/process development and management, technology management</i>), manajemen strategi, manajemen sumber daya manusia, manajemen proyek, dan manajemen kinerja (<i>balanced scorecard, kualitas, produktifitas, efisiensi, efektivitas</i>).</p> <p><i>This course discusses the application of engineering principles to business practices, which includes consumer analysis (need identification, quality function development), business processes (product/process development and management, technology management), strategic management, human resource management, project management, and performance management (balanced scorecard, quality, productivity, efficiency, effectiveness).</i></p>

Proyek Akhir (*Final Project*)

Jumlah SKS (<i>Credit hours</i>)	4
Capaian Pembelajaran Lulusan Utama (<i>Main Student Outcomes</i>)	CPL-2, CPL-5, CPL-6, CPL-7
Deskripsi Singkat (<i>Short Description</i>)	<p>Mata kuliah ini membekali mahasiswa untuk melakukan praktik keteknikan berdasarkan pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh dari aktivitas perkuliahan sebelumnya dengan memperhatikan standar-standar keteknikan dan <i>multiple design constraints</i> dalam menyelesaikan permasalahan di industri. Mata kuliah ini merupakan mata kuliah perancangan yang menggunakan <i>BoK System Design Engineering</i> dan <i>BoK</i> yang lain sesuai dengan kompetensi teknik industri spesifik program studinya.</p> <p><i>This course is designed to equip students for engineering practices based on the knowledge and skills that have been obtained from previous lecture activities considering the engineering standards and multiple design constraints in solving industrial problems. This course is a capstone design project implementing BoK System Design Engineering and other BoK according to the specific IE competence.</i></p>

Mata kuliah ini merupakan mata kuliah mata kuliah kulminasi perancangan yang memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk melakukan aktivitas perancangan dan mampu menghasilkan sebuah rancangan untuk menyelesaikan *well-defined engineering problems* (untuk jenjang Diploma-3) dan *broadly-defined engineering problems* (untuk jenjang Diploma-4/Sarjana Terapan) dengan mengaplikasikan pengetahuan dan pengalaman praktik yang telah didapatkan dari mata kuliah-mata kuliah dan praktik-praktik sebelumnya. Berikut perbedaan karakteristik permasalahan *broadly-defined engineering problems* dan *well-defined engineering problems*.

Tabel 6. Karakteristik *broadly-defined engineering problems* dan *well-defined engineering problems* (IEA, 2013)

Atribut	Jenis masalah keteknikan	
	<i>broadly-defined engineering problems</i>	<i>well-defined engineering problems</i>
Kedalaman pengetahuan yg dibutuhkan	Mebutuhkan pengetahuan khusus (yang memberikan framework teoritis) dengan penekanan kuat pada penerapan teknologi maju	Mebutuhkan pengetahuan praktis yang luas yang didukung dengan pengetahuan teoritis
Rentang persyaratan yang bertentangan (conflicting requirement)	Melibatkan berbagai faktor yang saling bertentangan	Melibatkan sebagian kecil kendala yang bertentangan
Kedalaman analisis yang diperlukan	Dapat diselesaikan dengan menerapkan teknik analisis yang <i>well-proven</i>	Dapat diselesaikan dengan cara standar
Tipe permasalahan	Permasalahan yang yang dapat diselesaikan dengan cara-cara yang sudah diterima dengan baik	Permasalahan praktik yang sering ditemui
Penggunaan standar atau <i>codes</i>	Sebagian tidak tercakup dengan standar atau kode praktik (<i>codes of practice</i>)	Dicakup oleh standar dan/atau kode praktik (<i>codes of practice</i>) yang terdokumentasi
Tingkat keterlibatan pemangku kepentingan dan kebutuhan	Melibatkan beberapa kelompok pemangku kepentingan dengan kebutuhan yang berbeda dan terkadang bertentangan	Melibatkan pemangku kepentingan yang terbatas dengan kebutuhan berbeda
Interdependensi	Merupakan bagian dari, atau sistem di dalam sistem rekayasa yang kompleks	Komponen diskrit dari sistem rekayasa

Beberapa hal yang secara umum disyaratkan oleh lembaga akreditasi internasional sehingga perlu diperhatikan dalam merancang mata kuliah yang akan dijadikan mata kuliah *Capstone Design* untuk memberikan *major design experience* adalah sebagai berikut:

- a. Mata kuliah *major design experience* merupakan mata kuliah kulminasi perancangan dari teori dan praktik perancangan yang ada dalam kurikulum.
- b. Dalam melakukan aktivitas perancangan pada mata kuliah ini, mahasiswa dihadapkan pada memperhatikan batasan dari aspek-aspek yang beragam (misal: kualitas, biaya, teknis, kesehatan dan keselamatan, aspek sosial, dsb).
- c. Dalam melakukan aktivitas perancangan pada mata kuliah *Capstone Design* ini mahasiswa perlu mengacu pada standar-standar keteknikan dan standar lainnya yang berlaku di industri.
- d. Berdasarkan butir a-d diatas, dengan demikian mata kuliah ini akan ditempatkan pada tingkat akhir setelah mahasiswa mendapatkan pengetahuan dari teori dan ketrampilan dari pengalaman praktik yang cukup untuk melakukan aktivitas perancangan. Untuk itu dalam

penyusunan kurikulum, program studi perlu memperhatikan bahwa tidak ada mata kuliah yang secara signifikan akan memberikan teori dan praktik perancangan bersamaan atau setelah mata kuliah *Capstone Design* ini.

4 PENUTUP

Dokumen Kurikulum Inti Vokasi BKSTI 2022 berlaku mulai ditetapkan sampai dengan update kurikulum inti vokasi BKSTI selanjutnya. Namun demikian, apabila terdapat kekeliruan dalam dokumen ini, maka akan dilakukan perbaikan.

5 REFERENSI

ABET Program Criteria (2022). ABET Program Criteria: Industrial and Similarly Named Engineering Programs. Diakses online: <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2021-2022/>, pada April 2022.

Biles, W. E. (1991) The Engineering Science of Industrial Engineering: A Viewpoint of the Industrial Engineering Curriculum, *IIE Transactions*, 23:3, 208-214, DOI: 10.1080/07408179108963855

IISE - *Institute of Industrial and Systems Engineers* (2021). *Industrial and Systems Engineering Body of Knowledge*. Diakses online: <https://iise.org/Details.aspx?id=43631>, pada Februari 2021.

International Engineering Alliances – IEA (2013). *Graduate Attributes and Professional Competency Profiles*.

Kemendikbud (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.

Kemenristekdikti (2016). *Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Vokasi*. Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Direktorat Pembelajaran.

LAM Teknik (2021). Matriks Penilaian Laporan Evaluasi Diri dan Laporan Kinerja Program Studi. Diakses online: <https://lamteknik.or.id/akreditasi/instrumen-akreditasi/>, pada April 2022.

Perpres No. 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Diakses online: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/41251/perpres-no-8-tahun-2012>

6 LAMPIRAN

6.1 Rekomendasi Pemetaan CPL Kurikulum Inti Vokasi BKSTI terhadap Standar Nasional Pendidikan Tinggi – (Permendikbud No. 3 Tahun 2020)

Kode	Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Kurikulum Inti Vokasi BKSTI untuk Diploma-3	SN-Dikti
CPL-1	Kemampuan untuk menerapkan pengetahuan, teknik, keterampilan, dan peralatan modern matematika, sains, teknik, dan teknologi untuk memecahkan masalah rekayasa yang terdefiniskan dengan baik sesuai dengan disiplin Teknik Industri.	KU(b)
CPL-2	Kemampuan untuk merancang penyelesaian masalah rekayasa yang terdefinisi dengan baik dan membantu perancangan sistem, komponen, atau proses yang sesuai dengan disiplin Teknik Industri.	KU(a), KU(c)
CPL-3	Kemampuan untuk melakukan komunikasi tertulis, lisan, dan grafis dalam lingkungan teknis dan non-teknis yang terdefiniskan dengan baik; dan kemampuan untuk mengidentifikasi dan menggunakan literatur teknis yang sesuai.	KU(d), KU(h)
CPL-4	Kemampuan untuk melakukan pengujian, pengukuran dan eksperimen sesuai standar serta menganalisis dan menginterpretasikan hasil.	KU(a)
CPL-5	Kemampuan untuk berfungsi secara efektif sebagai anggota tim teknis dan mengelola kelompok kerja.	KU(b), KU(f)
CPL-6	Kemampuan untuk memahami tanggung jawab, norma, dan etika profesi.	S(a-j), KU(b), KU(e)
CPL-7	Kemampuan untuk melakukan proses evaluasi diri dan mengelola pengembangan kompetensi kerja secara mandiri.	KU(g)

Kode	Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Kurikulum Inti Vokasi BKSTI untuk Diploma-4/Sarjana Terapan	SN-Dikti
CPL-1	Kemampuan untuk menerapkan pengetahuan, teknik, keterampilan, dan alat modern matematika, sains, teknik, dan teknologi untuk memecahkan masalah teknik yang didefinisikan secara luas sesuai dengan disiplin Teknik Industri.	KU(a)
CPL-2	Kemampuan untuk merancang sistem, komponen, atau proses yang memenuhi kebutuhan tertentu untuk menyelesaikan masalah rekayasa yang didefinisikan secara luas sesuai dengan disiplin Teknik Industri.	KU(c)
CPL-3	Kemampuan untuk melakukan komunikasi tertulis, lisan, dan grafis dalam lingkungan teknis dan non-teknis yang didefinisikan secara luas; dan kemampuan untuk mengidentifikasi dan menggunakan literatur teknis yang sesuai.	KU(d), KU(i)
CPL-4	Kemampuan untuk melakukan pengujian, pengukuran dan eksperimen sesuai standar serta menganalisis,	KU(a), KU(e)

	menginterpretasikan hasil, dan mengambil keputusan untuk meningkatkan proses.	
CPL-5	Kemampuan untuk berfungsi secara efektif sebagai anggota serta pemimpin dalam tim teknis dan mengembangkan jaringan kerjasama.	KU(b), KU(f)
CPL-6	Kemampuan untuk memahami tanggung jawab, norma, dan etika profesi.	S(a-j), KU(b), KU(g)
CPL-7	Kemampuan untuk melakukan proses evaluasi diri dan mengelola pengembangan kompetensi kerja secara mandiri.	KU(h)

6.2 Capaian Pembelajaran SN-Dikti (Lampiran Permendikbud No. 3 Tahun 2020)

Sikap (S)

- (a) Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius
- (b) Menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral, dan etika.
- (c) Berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan kemajuan peradaban berdasarkan Pancasila
- (d) Berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air, memiliki nasionalisme serta rasa tanggungjawab pada negara dan bangsa
- (e) Menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, agama, dan kepercayaan, serta pendapat atau temuan orisinal orang lain
- (f) Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
- (g) Taat hukum dan disiplin dalam kehidupan bermasyarakat dan bernegara
- (h) Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik
- (i) Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri
- (j) Menginternalisasi semangat kemandirian, kejuangan, dan kewirausahaan

Keterampilan Umum (KU) untuk Program Diploma-3

- (a) mampu menyelesaikan pekerjaan berlingkup luas dan menganalisis data dengan beragam metode yang sesuai, baik yang belum maupun yang sudah baku;
- (b) mampu menunjukkan kinerja bermutu dan terukur;
- (c) mampu memecahkan masalah pekerjaan dengan sifat dan konteks yang sesuai dengan bidang keahlian terapan, didasarkan pada pemikiran logis, inovatif, dan bertanggung jawab atas hasilnya secara mandiri;
- (d) mampu menyusun laporan hasil dan proses kerja secara akurat dan sah, serta mengomunikasikannya secara efektif kepada pihak lain yang membutuhkan;
- (e) mampu bekerja sama, berkomunikasi, dan berinovatif dalam pekerjaannya
- (f) mampu bertanggungjawab atas pencapaian hasil kerja kelompok dan melakukan supervise dan evaluasi terhadap penyelesaian pekerjaan yang ditugaskan kepada pekerja yang berada di bawah tanggungjawabnya;
- (g) mampu melakukan proses evaluasi diri terhadap kelompok kerja yang berada dibawah tanggungjawabnya, dan mengelola pengembangan kompetensi kerja secara mandiri;
- (h) mampu mendokumentasikan, menyimpan, mengamankan, dan menemukan kembali data untuk menjamin kesahihan dan mencegah plagiasi.

Keterampilan Umum (KU) untuk Program Diploma-4/Sarjana Terapan

- (a) mampu menerapkan pemikian logis, kritis, inovatif, bermutu, dan terukur dalam melakukan jenis pekerjaan spesifik, di bidang keahliannya serta sesuai dengan standar kompetensi kerja bidang yang bersangkutan;
- (b) mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur;
- (c) mampu mengkaji kasus penerapan ilmu pengetahuan, teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora sesuai dengan bidang keahliannya dalam rangka menghasilkan prototype, prosedur baku, desain atau karya seni,
- (d) mampu menyusun hasil kajian tersebut dalam bentuk kertas kerja, spesifikasi desain, atau esai seni, dan mengunggahnya dalam laman perguruan tinggi;
- (e) mampu mengambil keputusan secara tepat berdasarkan prosedur baku, spesifikasi desain, dan persyaratan keselamatan dan keamanan kerja dalam melakukan supervisi dan evaluasi pada pekerjaannya;
- (f) mampu memelihara dan mengembangkan jaringan kerja sama dan hasil kerjasama didalam maupun di luar lembaganya;
- (g) mampu bertanggung jawab atas pencapaian hasil kerja kelompok dan melakukan supervisi serta evaluasi terhadap penyelesaian pekerjaan yang ditugaskan kepada pekerja yang berada di bawah tanggung jawabnya;
- (h) mampu melakukan proses evaluasi diri terhadap kelompok kerja yang berada di bawah tanggung jawabnya, dan mampu mengelola pembelajaran secara mandiri
- (i) mampu mendokumentasikan, menyimpan, mengamankan, dan menemukan kembali data untuk menjamin kesahihan dan mencegah plagiasi.

6.3 Contoh Pustaka Rujukan Mata Kuliah

- Bidanda, B. (2022). *Maynard's Industrial Engineering Handbook*, Sixth edition, Mc-Graw Hill, US.
- Blanchard, W. J., Fabrycky, W. J. (2005). *System Engineering and Analysis*, 4th ed., Prentice-Hall International, New York.
- Brauer, R.L. (2006). *Safety and Health for Engineers*, 2nd ed. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Buede, D. M., Miller, W. (2016). *The Engineering Design of Systems: Models and Methods*, Wiley Series in Systems Engineering. 3rd ed., Wiley-Interscience.
- Dieter, G. E., Schmidt, L. C. (2012). *Engineering Design*. 5th ed., McGraw-Hill, New York.
- Freivalds, A., Niebel, B. (2013). *Niebel's Methods, Standards, & Work Design*. McGraw-Hill Higher Education.
- Goetsch, D. (2015). *Occupational Safety and Health for Technologists, Engineers, and Managers*, 8th ed., Prentice-Hall.
- Groover, M.P. (2007). *Work Systems: The Methods, Measurement & Management of Work*. Prentice Hall.
- Hillier, F. S., Lieberman, G. J. (2001). *Introduction to Operations Research*, Mc Graw Hill, New York.
- Hughes, P., Ferret, E. (2007). *Introduction to Health and Safety at Work*, 3rd ed., Butterworth-Heinemann, Burlington, MA.
- Kreyszig, E. (2011). *Advanced Engineering Mathematics*, 10th ed., John Wiley & Son, New York.
- Matthes, E. (2019). *Python Crash Course: A Hands-On, Project-Based Introduction to Programming*. No-Starch Press.
- Mendenhall, W., Sincich, T. (2016). *Statistics for Engineering and the Sciences*, 6th ed., Taylor and Francis Group.
- Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control*, 7th ed., Wiley.
- Montgomery, D. C., Runger, G. C. (2018). *Applied Statistics and Probability for Engineers*, 7th ed., John Wiley & Sons, Inc.
- Morse, L. C., Daniel, L. (2013). *Managing Engineering and Technology*, Prentice Hall, 6th Edition.
- Nahmias, S., Lennon, T. O. (2015). *Production and Operations Analysis*. 7th ed., Waveland Press, Inc.
- Newnan, D.G, Eschenbach, T.G., Lavelle, J.P. (2017). *Engineering Economic Analysis*, 13th ed., Oxford University Press, Oxford.
- Resnick, R., Halliday, D., Walker, J. (2011). *Fundamental of Physics*, 11th ed., John Wiley & Sons, Inc.
- Russel, R. S., Taylor, Bernard W. (2011). *Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain*. 7th ed., John Wiley & Sons.
- Schutt, R., O'Neill, C. (2014). *Doing Data Science*, O'Reilly Media, Inc.
- Varberg, D., Purcell, E.J., Rigdon, S.E. (2007). *Calculus*, 9th ed., Prentice Hall Inc.
- Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L., Ye, K. (2012). *Probability and Statistics for Engineers & Scientists*, 9th ed., Prentice Hall, Boston.



2022