

KAJIAN PERBANDINGAN KURIKULUM PENDIDIKAN VOKASI TEKNIK MESIN UNTUK MENJAWAB TANTANGAN PADA ERA 4.0 DI TANAH PAPUA

COMPARATIVE STUDY OF THE VOCATIONAL EDUCATION CURRICULUM OF MECHANICAL ENGINEERING TO ANSWER THE CHALLENGES OF THE 4.0 ERA IN THE LAND OF PAPUA

Sigit Hernowo¹, Nelce D. Muskita², Surianto Buyung³, Yolanda J. Lewerissa⁴

¹Politeknik Saint Paul. Sorong
Indonesia
sigit.hernowo73@gmail.com

^{2,3,4}Politeknik Saint Paul.
Sorong Indonesia

ABSTRACT

The development of technology in the Industrial Revolution 4.0 era requires vocational higher education institutions to produce graduates who possess technical competencies, technological adaptability, and work readiness that meet the needs of industry and business sectors. This study aims to conduct a comparative analysis of Mechanical Engineering curricula in Indonesia as a basis for developing the Applied Bachelor's Degree Curriculum in Mechanical Engineering at Saint Paul Polytechnic Sorong. The research employed a descriptive-comparative approach using document analysis methods on five Mechanical Engineering study programs that have implemented Outcome-Based Education (OBE), consisting of three academic programs and two vocational programs. Data were collected through documentation studies of graduate profiles, learning outcomes, curriculum structures, and supporting curriculum documents. Data analysis was conducted using content analysis and comparative analysis to identify similarities, differences, and unique characteristics among the curricula. The results indicate that all study programs have implemented OBE principles aligned with the National Standards of Higher Education (SN-Dikti), the Indonesian National Qualification Framework (KKNI), and the Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) policy. Academic programs tend to emphasize analytical and engineering development competencies, while vocational programs focus more on applied competencies and industrial needs. Common characteristics were found in the mastery of engineering sciences, design capabilities, engineering problem-solving skills, professional communication, and lifelong learning competencies. The findings of this study can serve as a reference for developing a curriculum that is relevant to industrial needs and the regional development characteristics of Papua.

Keywords : curriculum, Outcome-Based Education, mechanical engineering, vocational education, curriculum benchmarking, Industry 4.0.

1. PENDAHULUAN

Manufaktur, pertambangan, energi, transportasi, dan konstruksi hanyalah beberapa sektor industri yang mengalami perubahan signifikan sebagai akibat dari kemajuan teknologi pada periode Revolusi Industri 4.0. Untuk mengintegrasikan teknologi seperti Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (AI), big data, sistem otomatisasi, robot, dan manufaktur digital, sumber daya manusia dengan kemampuan teknis dan kapasitas untuk beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan teknologi harus tersedia. Dalam hal ini, pendidikan tinggi vokasi—khususnya Program Studi Diploma IV (Sarjana Terapan) Teknik Mesin—memainkan peran penting dalam menghasilkan lulusan yang mampu memenuhi tuntutan dunia komersial dan industri serta siap memasuki dunia kerja (DUDI)..

Papua, wilayah yang kaya akan sumber daya alam dengan potensi untuk mengembangkan sektor industri yang berpusat pada pertambangan, energi, perikanan, dan infrastruktur, membutuhkan tenaga kerja teknis yang tidak hanya memiliki keterampilan mekanik tradisional tetapi juga kompetensi digital dan kemampuan untuk menggunakan teknologi kontemporer. Pemerintah bertujuan untuk menggunakan teknologi dan digitalisasi untuk mendorong industri otomotif, makanan dan minuman, tekstil, dan elektronik melalui inisiatif Making Indonesia 4.0, sebuah rencana nasional

untuk mendorong transformasi industri berbasis digital. Dengan pembentukan KEK Sorong dan kawasan industri Kais, investasi industri dan hilirisasi sumber daya alam terus dipromosikan.^[1] Oleh karena itu, kurikulum Program Studi Diploma IV Teknik Mesin perlu terus dievaluasi dan disesuaikan dengan perkembangan teknologi serta kebutuhan industri lokal, nasional, maupun global.

Untuk menemukan kesesuaian antara tujuan pembelajaran lulusan, struktur kursus, teknik pembelajaran, dan kemampuan yang dibutuhkan oleh angkatan kerja di era Industri 4.0, studi kurikulum komparatif sangat penting^[2]. Kekuatan, kelemahan, dan potensi perbaikan kurikulum yang lebih relevan dengan kebutuhan pembangunan Papua dirangkum dalam laporan ini. Temuan studi ini harus menjadi dasar untuk menciptakan kurikulum yang fleksibel, kreatif, dan berfokus pada peningkatan daya saing lulusan pendidikan vokasi.

Selain mempertimbangkan perkembangan teknologi global, penyusunan kurikulum juga perlu memperhatikan karakteristik wilayah Papua, termasuk kebutuhan industri strategis daerah, kearifan lokal, pembangunan berkelanjutan, serta tantangan geografis yang memengaruhi pengembangan sumber daya manusia. Dengan demikian, kurikulum Diploma IV Teknik Mesin tidak hanya menghasilkan lulusan yang kompeten secara teknis, tetapi juga mampu berkontribusi dalam pembangunan ekonomi dan industri di Tanah Papua.

Perkembangan IPTEKS yang berlangsung sangat cepat menyebabkan SN-DIKTI juga mengikuti perkembangan tersebut^[3]. Hal tersebut mendorong proses penyusunan kurikulum yang lebih akurat namun tetap fleksibel untuk mengantisipasi perkembangan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran tentang kurikulum sekolah vokasi teknik mesin yang lebih komprehensif dari penyelenggara pendidikan tinggi yang telah mapan, sebagai dasar bagi penyesuaian kurikulum yang dapat mengakomodir kebutuhan lokal di tanah Papua, sekaligus menjaga kearifan lokal.

2. KAJIAN PUSTAKA

Kajian terhadap kurikulum yang sudah eksis diamanatkan dalam Panduan Kurikulum Pendidikan Tinggi Vokasi sebagai bagian dari proses analisis konsiderans^[4]. Salah satu tujuannya agar tidak terjadi kesenjangan kualitas lulusan yang besar di antara sekolah vokasi yang ada di Indonesia. Meskipun ada muatan lokal yang dimasukkan oleh Perguruan Tinggi tertentu, tetapi tetap ada standar yang harus dijaga secara nasional. Sehingga lulusan Perguruan Tinggi juga memiliki kesempatan yang sama jika ingin berkarir di pusat maupun daerah lain.

Menurut Fajri dkk.^[5] evaluasi kurikulum dapat dilakukan dengan analisis terhadap data kualitatif. Untuk mempelajari dan memahami teknik analisis data kualitatif yang digunakan dalam Program Studi Pendidikan Agama Islam dan prosedur analisisnya di berbagai institusi di Kalimantan Timur, ia membahas metodologi pengumpulan data dalam penelitiannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data kualitatif, yang dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan perekaman, diperlukan untuk setiap evaluasi kriteria.. Sedangkan analisisnya menggunakan model interaktif data, serta model analisis konten jika data kualitatif hanya tersedia berupa dokumentasi.

Zhou dkk.^[6] mengembangkan **CurBench**, sebuah benchmark pertama yang dirancang secara khusus untuk mengevaluasi metode *curriculum learning* secara sistematis dan adil. *Curriculum learning* merupakan paradigma pelatihan yang meniru proses belajar manusia dengan menyajikan data atau tugas secara bertahap dari yang mudah ke yang lebih sulit. Pendekatan ini diketahui mampu meningkatkan kemampuan generalisasi model dan mempercepat proses konvergensi. Namun, banyaknya metode *curriculum learning* yang dikembangkan dengan dataset, model, dan skenario pengujian yang berbeda menyebabkan hasil penelitian sulit dibandingkan secara langsung. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, CurBench menyediakan kerangka evaluasi terpadu yang mencakup

berbagai domain, model, dan kondisi pelatihan sehingga memungkinkan perbandingan yang lebih objektif antar metode.

CurBench mencakup 15 dataset yang berasal dari tiga domain utama, yaitu *computer vision* (CV), *natural language processing* (NLP), dan *graph machine learning*, serta menerapkan tiga skenario pelatihan berupa kondisi standar, data berlabel bising (*noise*), dan data tidak seimbang (*imbalance*). Selain itu, benchmark ini menggunakan sembilan model dasar (*backbone models*) yang mewakili berbagai arsitektur pembelajaran mesin, seperti LeNet, ResNet-18, Vision Transformer (ViT), LSTM, BERT, GPT-2, GCN, GAT, dan GIN. Evaluasi dilakukan berdasarkan dua dimensi utama, yaitu kinerja (*performance*) yang diukur menggunakan metrik sesuai karakteristik tugas, serta kompleksitas (*complexity*) yang diukur melalui waktu pelatihan dan konsumsi memori. Untuk mendukung reproduksibilitas penelitian, CurBench juga menyediakan *toolkit* terpadu yang mampu mengimplementasikan dan membandingkan 15 metode *curriculum learning* dalam satu kerangka kerja yang seragam.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penerapan *curriculum learning* secara umum mampu meningkatkan performa model pada berbagai domain pembelajaran mesin. Peningkatan yang paling signifikan ditemukan pada kondisi data yang mengandung *noise*, karena metode ini dapat membantu model mengabaikan sampel yang sulit atau berlabel salah pada tahap awal pelatihan. Namun, penelitian ini juga menemukan bahwa tidak ada satu metode *curriculum learning* yang secara konsisten unggul pada seluruh skenario, sehingga efektivitasnya sangat bergantung pada karakteristik dataset dan lingkungan pembelajaran. Selain itu, metode berbasis *teacher transferring* cenderung lebih efektif pada data bising, sedangkan metode *loss reweighting* menunjukkan kinerja yang lebih baik pada data tidak seimbang. Temuan ini menegaskan pentingnya pemilihan strategi *curriculum learning* yang sesuai dengan karakteristik permasalahan untuk memperoleh hasil pembelajaran yang optimal.

Özdaşlı^[7] meneliti posisi strategis program studi Administrasi Bisnis pada 14 universitas negeri baru di Turki yang didirikan pada tahun 2006 dengan menganalisis kurikulum, visi, misi, dan tujuan program studi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah program studi tersebut lebih berorientasi pada pencetakan sumber daya manusia untuk sektor swasta, sektor publik, kewirausahaan, atau dunia akademik. Dengan menggunakan metode *content analysis*, penulis mengkaji kepadatan mata kuliah administrasi bisnis dibandingkan dengan mata kuliah bidang lain seperti hukum, ekonomi, dan keuangan sebagai indikator orientasi kurikulum. Hasil analisis menunjukkan bahwa kurikulum dapat digunakan untuk mengidentifikasi kecenderungan posisi strategis suatu program studi dalam mempersiapkan lulusannya menghadapi kebutuhan pasar kerja.

Penelitian ini menemukan adanya variasi komposisi kurikulum antaruniversitas. Beberapa program studi memiliki proporsi mata kuliah administrasi bisnis yang sangat dominan, sedangkan program studi lainnya memberikan porsi yang lebih besar pada bidang hukum, ekonomi, dan keuangan. Analisis terhadap visi, misi, dan informasi program studi menunjukkan bahwa sebagian besar institusi tidak secara eksplisit memosisikan diri hanya untuk memenuhi kebutuhan sektor swasta atau sektor publik. Sebaliknya, mayoritas program studi berupaya menghasilkan lulusan yang mampu beradaptasi dengan berbagai peluang karier, baik sebagai manajer profesional di sektor bisnis, pegawai sektor publik, maupun wirausahawan. Dengan demikian, kepadatan mata kuliah tertentu tidak selalu sejalan dengan pernyataan visi dan misi yang disampaikan oleh program studi.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa program studi administrasi bisnis pada universitas-universitas baru di Turki cenderung mengembangkan kurikulum yang bersifat fleksibel dan multidimensi untuk memenuhi kebutuhan pasar kerja yang beragam. Meskipun terdapat kecenderungan penekanan pada pengembangan kompetensi manajerial bagi dunia usaha, program studi juga mempertimbangkan peluang karier lulusan di sektor publik yang masih menjadi pilihan

penting bagi masyarakat. Oleh karena itu, penulis menegaskan bahwa posisi strategis program studi tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan komposisi kurikulum, melainkan juga dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal institusi, seperti sumber daya akademik, lingkungan sosial, serta kebutuhan tenaga kerja di tingkat regional dan nasional. Temuan ini menunjukkan pentingnya keselarasan antara desain kurikulum, tujuan institusi, dan kebutuhan pemangku kepentingan dalam pengembangan pendidikan tinggi.

Muzakir dan Susanto^[8], Pendidikan Berbasis Hasil (OBE) adalah strategi pengajaran yang menekankan tujuan pembelajaran lulusan dan keterampilan yang dibutuhkan siswa setelah menyelesaikan pendidikan mereka. Revolusi Industri 4.0 menuntut perguruan tinggi untuk menghasilkan lulusan dengan keterampilan, berpikir kritis, pemecahan masalah, komunikasi, dan kemampuan beradaptasi terhadap kemajuan teknologi di samping penguasaan bidang pengetahuan tertentu adalah alasan strategi ini. Untuk mencapai kompetensi lulusan yang relevan dengan tuntutan tempat kerja dan masyarakat, OBE berfokus pada hasil pembelajaran yang terukur dalam semua aspek pendidikan, termasuk desain kurikulum, proses pembelajaran, teknik pengajaran, dan sistem penilaian..

Kurikulum OBE diimplementasikan dengan membuat Rencana Pembelajaran Semester (RPS), menerapkan pembelajaran yang berpusat pada siswa, dan merekonstruksi kurikulum berdasarkan Hasil Belajar Pascasarjana (CPL). Menurut penelitian ini, tiga fase utama implementasi OBE adalah Kurikulum Berbasis Hasil (OBC), Pembelajaran dan Pengajaran Berbasis Hasil (OBLT), dan Penilaian dan Evaluasi Berbasis Hasil (OBAE). Penggunaan pembelajaran campuran, penguatan era literasi digital yang mencakup literasi data, literasi teknologi, dan literasi manusia, serta fase pengembangan pembelajaran dan ruang belajar yang mendorong pembelajaran fleksibel dan kolaboratif, merupakan strategi pendukung penting tambahan. Diharapkan strategi ini akan membuat pendidikan tinggi lebih relevan dengan tuntutan bisnis dan meningkatkan daya saing lulusan baik di dalam negeri maupun global..

Lebih lanjut, penelitian ini menemukan bahwa keberhasilan implementasi OBE dipengaruhi oleh metode pembelajaran yang inovatif, kebebasan akademik, serta peran aktif dosen dan mahasiswa dalam proses pembelajaran. Dosen berperan sebagai fasilitator yang merancang pembelajaran dan penilaian berdasarkan capaian pembelajaran, sedangkan mahasiswa dituntut untuk aktif mengembangkan kemampuan kognitif, psikomotorik, dan afektif melalui berbagai aktivitas akademik maupun nonakademik. Meskipun demikian, penerapan OBE masih menghadapi sejumlah hambatan dan tantangan, seperti beban kerja dosen, kurang optimalnya pemahaman terhadap konsep OBE, keterbatasan dukungan institusi, perubahan paradigma pembelajaran, serta penyesuaian sistem evaluasi yang berorientasi pada capaian. Oleh karena itu, implementasi OBE memerlukan komitmen seluruh pemangku kepentingan agar tujuan peningkatan mutu pendidikan tinggi dan kesiapan lulusan menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0 dapat tercapai secara optimal.

Adi dan Purtojo^[9] membahas proses perumusan CPL pada Program Studi Teknik Mesin UII dalam rangka pengembangan kurikulum berbasis OBE yang selaras dengan SN-Dikti dan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan untuk menyusun kurikulum yang tidak hanya memenuhi regulasi nasional, tetapi juga mengakomodasi standar asosiasi keilmuan dan akreditasi internasional. Oleh karena itu, penyusunan CPL dilakukan dengan mengintegrasikan berbagai sumber acuan, yaitu SN-Dikti, KKNI, BKSTM, IABEE, serta Kurikulum Ulil Albab yang menjadi ciri khas Universitas Islam Indonesia. Pendekatan ini menegaskan pentingnya CPL sebagai dasar pengembangan kurikulum, proses pembelajaran, dan sistem penilaian yang berorientasi pada capaian lulusan.

Proses perumusan CPL dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis, yaitu penyusunan deskripsi singkat untuk setiap rumusan CPL referensi, pengelompokan berdasarkan kesamaan konsep,

serta proses adopsi, pemilihan, penggabungan, penurunan, modifikasi, dan penyusunan rumusan baru. Metode ini digunakan untuk mengatasi perbedaan latar belakang dan gaya penulisan dari berbagai standar yang menjadi rujukan. Hasil integrasi menunjukkan bahwa sejumlah CPL memiliki kesamaan substansi sehingga dapat digabungkan menjadi satu rumusan yang lebih komprehensif tanpa menghilangkan esensi masing-masing standar. Selain itu, aspek pengetahuan dirumuskan sebagai turunan dari aspek keterampilan khusus agar terjadi kesinambungan antara penguasaan teori dan kemampuan profesional yang diharapkan dari lulusan.

Sebelas aspek CPL yang berkaitan dengan sikap, tujuh aspek CPL yang berkaitan dengan keterampilan umum, enam aspek CPL yang berkaitan dengan bakat khusus, dan tiga aspek CPL yang berkaitan dengan pengetahuan membentuk 27 item CPL yang dihasilkan dari temuan penelitian. Untuk memenuhi nilai-nilai institusional, persyaratan asosiasi profesional, standar akreditasi di seluruh dunia, dan kriteria regulasi, semua formulasi CPL nasional telah secara langsung dikaitkan dengan semua referensi standar. Studi ini menunjukkan bahwa metodologi yang sistematis dan terencana dapat berhasil mengintegrasikan beberapa standar CPL, menghasilkan kurikulum yang relevan dengan tuntutan kualitas pendidikan tinggi, kemajuan ilmiah, dan harapan di tempat kerja.. Temuan ini memberikan kontribusi penting bagi program studi lain yang sedang mengembangkan kurikulum berbasis capaian pembelajaran dan berorientasi pada akreditasi nasional maupun internasional.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif komparatif dengan metode analisis dokumen. Pendekatan tersebut dipilih untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai karakteristik kurikulum berbasis OBE pada program studi Teknik Mesin yang telah menerapkan kurikulum sesuai dengan tuntutan SN-Dikti, KKNI, serta kebijakan MBKM. OBE merupakan pendekatan yang menitikberatkan pada capaian pembelajaran lulusan (*Program Learning Outcomes*) sebagai dasar penyusunan profil lulusan, struktur kurikulum, mata kuliah, strategi pembelajaran, dan sistem asesmen.

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian berupa dokumen kurikulum OBE dari lima program studi Teknik Mesin yang telah menerapkan kurikulum berbasis capaian pembelajaran. Program studi yang dipilih terdiri atas:

1. Tiga program studi Teknik Mesin jenjang sarjana (akademik).
2. Dua program studi Teknik Mesin atau bidang terkait pada sekolah vokasi/politeknik.

Pemilihan program studi dilakukan secara *purposive sampling*, dengan mempertimbangkan beberapa kriteria, yaitu:

1. Telah menerapkan kurikulum berbasis OBE.
2. Memiliki dokumen kurikulum yang dapat diakses dan dianalisis.
3. Memiliki reputasi akademik atau vokasi yang baik.
4. Mewakili karakteristik pendidikan akademik dan pendidikan vokasi.
5. Telah mengintegrasikan kebijakan MBKM dalam kurikulumnya.

3.3 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Data sekunder dari dokumentasi resmi setiap program studi digunakan dalam penelitian ini, termasuk:

- Dokumen kurikulum program studi;
- Buku kurikulum;
- Profil lulusan;
- Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL).

Sebuah studi dokumentasi yang meninjau dan menginventarisasi data yang berkaitan dengan elemen-elemen kunci implementasi OBE digunakan untuk mengumpulkan data. Strategi ini sejalan dengan prinsip-prinsip OBE, yang menekankan bagaimana profil lulusan, CPL, materi studi, mata kuliah, sistem penilaian, dan pengembangan berkelanjutan saling terkait.

3.4 Variabel dan Aspek Perbandingan

Analisis perbandingan dilakukan terhadap beberapa aspek utama kurikulum, yaitu:

1. Profil Lulusan

- o Rumusan profil lulusan.
- o Kesesuaian dengan kebutuhan dunia kerja dan industri.

2. Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)

- o Aspek sikap.
- o Pengetahuan.
- o Keterampilan umum.
- o Keterampilan khusus.

3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis konten dan analisis komparatif digunakan untuk menganalisis data. Tahapan analisis terdiri dari:

1. Mengidentifikasi komponen kurikulum dari setiap program studi.
2. Mengelompokkan data berdasarkan aspek perbandingan yang telah ditetapkan.
3. Menyusun matriks perbandingan antarprogram studi.
4. Mengidentifikasi persamaan, perbedaan, keunggulan, dan kekhasan masing-masing kurikulum.
5. Menarik sintesis berupa rekomendasi pengembangan kurikulum Program Studi Teknik Mesin Politeknik Saint Paul Sorong.

Hasil analisis selanjutnya digunakan untuk merumuskan struktur kurikulum yang adaptif terhadap kebutuhan DUDI, perkembangan teknologi manufaktur modern, serta karakteristik pendidikan vokasi yang menekankan penguasaan kompetensi praktis dan profesional.

3.6 Luaran Penelitian

Rekomendasi untuk penyusunan Kurikulum Program Studi Teknik Mesin Politeknik Saint Paul Sorong, yang mengacu pada OBE, SN-Dikti, KKNI, dan MBKM, merupakan hasil dari penelitian ini. Penyusunan profil lulusan, formulasi CPL, struktur kurikulum, alokasi mata kuliah, dan metodologi implementasi pembelajaran yang relevan dengan tuntutan industri dan kemajuan

teknologi di bidang teknik mesin termasuk di antara usulan tersebut. Oleh karena itu, diharapkan kurikulum yang dihasilkan akan menghasilkan lulusan yang cakap, fleksibel, dan kompetitif di tingkat nasional dan internasional.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Objek Penelitian

Beberapa sampel kurikulum yang dipilih merupakan prodi yang memiliki reputasi baik dan dokumen kurikulumnya dapat diakses. Khusus untuk program vokasi, sebagian besar program studi telah dispesialisasi, sehingga agak sulit untuk memilih program studi yang sesuai dengan kebutuhan. Namun demikian masih dapat diambil pilihan dengan program studi yang paling mendekati kondisi akademik di Politeknik Saint Paul Sorong. Dua program studi vokasi yang dijadikan sampel adalah program studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Fakultas Vokasi Universitas Negeri Yogyakarta^{[10][11]} dan program studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada^[12]. Di Fakultas Vokasi UNY sendiri selain prodi Teknik Mesin, juga ada prodi Sarjana Terapan Mesin Otomotif, sedangkan di Departemen Vokasi Sekolah Vokasi UGM juga ada prodi Teknik Pengelolaan dan Perawatan Alat Berat. Sampel untuk program studi Sarjana Teknik non vokasi dipilih dari Universitas Sumatera Utara^[13] yang mewakili wilayah Indonesia Barat, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta^[14] yang mewakili wilayah Indonesia Tengah, dan Universitas Halu Oleo^[15] Kendari yang mewakili wilayah Indonesia Timur.

4.2 Profil Lulusan

Merujuk pada Permendikbudristek Nomor 53 Tahun 2023^[16], implementasi kurikulum PS-PTV harus memastikan terpenuhinya kompetensi lulusan perguruan tinggi sesuai dengan program pendidikan tingginya. Untuk program Sarjana Terapan kompetensi minimalnya adalah :

1. Mampu menerapkan konsep teoritis bidang pengetahuan dan ketrampilan tertentu secara umum dan khusus untuk menyelesaikan masalah secara procedural sesuai dengan lingkup pekerjaannya.
2. Mampu beradaptasi terhadap situasi perubahan yang dihadapi.

Sementara dalam perumusan Profil Lulusan ditemukan 2 model yang berbeda. Model pertama mengacu pada kompetensi lulusan sebagaimana direkomendasi oleh BKS-TM Indonesia^[17]. Perguruan Tinggi yang menggunakan model ini adalah Universitas Sumatera Utara dan Universitas Halu Oleo. Model kedua Profil Lulusan dirumuskan dari profesi umum yang dapat dipilih oleh lulusan di dunia kerja seperti pada kurikulum Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Model ketiga dengan mengkombinasikan antara kompetensi dan profesi umum seperti dalam kurikulum Fakultas Vokasi Universitas Negeri Yogyakarta dan Sekolah Vokasi UGM. Perbandingan profil lulusan selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Profil Lulusan

No.	Nama Program Studi	Rumusan Profil Lulusan
1.	Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Fakultas Vokasi Universitas Negeri Yogyakarta	1) Ahli Rekayasa Perancangan Mesin (Product Designer) : Ahli melakukan rekayasa perancangan dan simulasi mesin 2) Ahli Rekayasa Bidang Permesinan (Production Supervisor) : Ahli melakukan proses rekayasa bidang permesinan yang meliputi proses produksi, jaminan mutu produk, dan mengelola proses produksi

		3) Ahli Rekayasa Bidang Pengelasan (Fabrication Supervisor) : Ahli melakukan rekayasa pengelasan dan fabrikasi logam yang meliputi proses produksi, jaminan mutu produk, dan mengelola proses produksi 4) Technopreneur Bidang Mesin (Mechanical Technopreneur) : Wirausaha teknologi yang mahir di bidang mesin (perancangan, permesinan dan pengelasan)
2.	Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada	Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Mesin Sekolah Vokasi UGM menjalankan kurikulum yang disusun berdasarkan kebutuhan tenaga kerja di industri sehingga dihasilkan lulusan yang berkompeten dalam rekayasa rancangan mesin yang siap kerja di bidang teknik mesin. Kompetensi lulusan dibentuk melalui kemampuan teknik memadai, kemampuan analisis memadai, kemampuan menggunakan software CAD, CAM, CAE, ide kreatif dan inovatif, dan studi kasus. Berdasar kemampuan yang dimiliki oleh lulusan, profil lulusan menjadi Perekayasa Rancangan Mesin (Mechanical Design Engineer), Konsultan Teknik (Engineering Consultant), Perekayasa Proyek (Project Engineer), Supervisor Teknik (Engineering Supervisor) yang mampu merancang, mengimplementasi konstruksi hasil rancangan, serta melakukan sustainable improvement.
3.	Program Studi Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara	Sarjana Teknik Mesin yang mampu merancang, menganalisis dan memelihara elemen maupun 8nergy di bidang teknik mekanikal yang memiliki sikap bertaqwa, berperilaku luhur dan tangguh
4.	Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta	Pelaksana Engineering, Desainer Engineering, Pendidik dan Peneliti, Pengusaha di Bidang Engineering
5.	Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo	1) Memiliki kemampuan menganalisis 8sistem mekanika (energi, material, manufaktur, mekatronika dan bidang-bidang lain yang terkait) 2) Memiliki kemampuan mendesain 8sistem mekanika (energi, material, manufaktur, mekatronika dan bidang-bidang lain yang terkait) 3) Memiliki kemampuan berkontribusi dalam penyelesaian masalah rekayasa 4) Memiliki Kemampuan Komunikasi dan Enterpreneurship dalam bidang rekayasa teknik mesin”

Dari uraian Profil Lulusan mayoritas penyelenggara pendidikan teknik teknik mesin memiliki perumusan yang mengacu pada rekomendasi Badan Kerja Sama Teknik Mesin (BKS-TM) Indonesia. Sedangkan pada pendidikan vokasi ditambahkan modifikasi yang mengarah pada kemampuan profesi terapan. Pendidikan tinggi vokasi teknik mesin memang belum memiliki wadah kerjasama tersendiri, sehingga mayoritas penyelenggaranya juga bergabung dalam BKS-TM. Lulusan pendidikan tinggi vokasi diharapkan lebih siap terjun dalam bidang industri, sedangkan lulusan pendidikan tinggi akademik didesain untuk memiliki kompetensi akademik yang lebih tinggi, namun dilengkapi dengan kemampuan adaptasi pada saat terjun di bidang industri.

4.3 Capaian Pembelajaran Lulusan

Perumusan Pembelajaran Lulusan dibagi pada beberapa aspek. Empat aspek pokok yang terdiri dari sikap, penguasaan pengetahuan, penguasaan ketrampilan umum, dan penguasaan ketrampilan khusus digunakan oleh 3 program studi, yaitu UNY, UGM, dan UMY. Sedangkan USU dan UHO perumusan CPL diperluas pada aspek-aspek yang lebih spesifik. Perbandingan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) selengkapnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)

Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Fakultas Vokasi Universitas Negeri Yogyakarta	Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada	Program Studi Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara	Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta	Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo
a. Sikap Bertakwa dan menunjukkan sikap religious; Semangat kemandirian, kejuangan, dan kewirausahaan; Bertanggung jawab dan mandiri; Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik; Taat hukum dan disiplin; Bekerja sama; Menghargai keanekaragaman serta pendapat atau temuan orisinal orang lain; Bangga dan cinta tanah air; Berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan; Menjunjung tinggi	Sikap: Berjiwa Pancasila dan memiliki kesadaran akan kepentingan bangsa; Memiliki tanggung-jawab, kepercayaan diri, kematangan emosional, etika, dan kesadaran menjadi pembelajar sepanjang hayat. Penguasaan Pengetahuan : Menguasai konsep teoritis dan praktis secara umum tentang sains alam, prinsip rekayasa, sains dan perancangan rekayasa; Menguasai konsep teoritis dan praktis secara umum tentang metode	Basic Science : Mampu menerapkan matematika, sains, material dan prinsip rekayasa (engineering principles) yang mencakup pengetahuan desain, produksi, operasi, dan pemeliharaan untuk menyelesaikan permasalahan teknik mesin Description of Design: Mampu mendeskripsikan rancangan sesuai dengan ketentuan/standarisasi (ISO, SNI, dll.); dan merancang buku manual pengoperasian dan perawatan Engineering	Berdasarkan pada 4 unsur pokok dari KKNI dan SNPT yaitu Sikap, Penguasaan Pengetahuan, Ketrampilan Umum Dan Ketrampilan Khusus	CPL 1: Mampu menerapkan pengetahuan matematika, sains dan/atau material , teknologi informasi dan keteknikan untuk mendapatkan pemahaman menyeluruh tentang prinsip-prinsip keteknikan dalam sistem mekanik. CPL 2: Mampu merancang komponen, sistem dan / atau proses yang diperlukan dengan pendekatan analitis dan mempertimbangkan standar teknis, aspek kinerja, keandalan, kemudahan penerapan,

nilai kemanusiaan berdasarkan agama, moral, dan etika; b. Pengetahuan Menguasai konsep teoretis sains alam, aplikasi matematika terapan; prinsip-prinsip rekayasa (engineering principles), sains rekayasa dan perancangan rekayasa; Menguasai konsep, teori, dan berbagai metode pada metrologi industri, teknik dan standar pengujian sifat mekanik, dan prinsip-prinsip penjaminan mutu produk; Menguasai konsep, teori dan berbagai metode penyelesaian masalah pada teknologi rekayasa; Menguasai konsep, prinsip, dan berbagai metode perancangan sistem dan proses manufaktur suatu produk atau komponen, konstruksi, pengoperasian dan pemeliharaan	penyelesaian masalah rekayasa di bidang perancangan mekanik dan proses manufaktur; Menguasai konsep teoritis dan praktis sistem kontrol elektrik, pneumatik hidrolik; Menguasai pengetahuan tentang kode dan standar yang berlaku untuk penyelesaian masalah rekayasa di bidang perancangan dan proses manufaktur; Menguasai prinsip dan issue terkini dalam era industri 4.0 secara umum; Menguasai pengetahuan tentang perkembangan teknologi, prinsip dan tata cara kerja bengkel dan kegiatan laboratorium, serta pelaksanaan K3. Ketrampilan Umum: Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, inovatif, bermutu, dan terukur dalam melakukan jenis pekerjaan rekayasa	Design: Mampu merancang dan merekayasa konstruksi mesin dengan menerapkan teori dan prinsip rekayasa mekanik dengan benar. Serta merancang Prosedur Standard operasi Mesin dan Merancang Perawatan mesin-mesin produksi Design Implementation: Mampu merancang suatu proses kerekayasaan dengan menerapkan prinsip perancangan sistem mekanik dari berbagai aplikasi Industri dengan memperhatikan unsur keselamatan, keandalan, kemudahan serta faktor-faktor ekonomi, sosio kultur dan lingkungan Engineering Measurement: Mampu merencanakan dan mendesain proses pengukuran yang presisi dan akurat dalam menyelesaikan masalah keteknikan secara bertanggung jawab dan beretika	keberlanjutan, serta memperhatikan faktor-faktor ekonomi, kesehatan dan keselamatan publik, kultural, sosial dan lingkungan. CPL 3: Mampu melakukan penelitian dan pengujian /eksperimen laboratorium dan/atau lapangan yang mencakup identifikasi, formulasi, dan analisis masalah rekayasa kompleks pada sistem mekanika serta komponen-komponen yang diperlukan. CPL 4: Mampu mengidentifikasi, merumuskan, menganalisis dan menyelesaikan permasalahan CPL 5: Mampu memilih dan memanfaatkan sumber daya, perangkat perancangan, metode dan keahlian terbaru serta analisis rekayasa berbasis teknologi informasi dan komputasi yang
--	---	---	--

mesin industri; Menguasai pengetahuan tentang berbagai codes dan standar; Menguasai prinsip dan issue terkini dalam ekonomi, sosial, ekologi secara umum; Menguasai konsep, prinsip dan berbagai metode pada sistem pneumatik hidrolik; Menguasai pengetahuan tentang perkembangan teknologi terbaru dan terkini; Menguasai pengetahuan prosedural dan operasional kerja bengkel, studio dan kegiatan laboratorium, serta pelaksanaan K3. c. Keterampilan Umum Mampu menerapkan pemikian logis, kritis, inovatif, bermutu, dan terukur; Mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu dan terukur; Mampu mengkaji kasus penerapan ilmu pengetahuan	perancangan serta sesuai dengan standar kompetensi kerja; Mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur serta menggunakan teknologi informasi; Mampu mengkaji kasus penerapan ilmu pengetahuan, teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai; Mampu menyusun hasil kajian; Mampu mengambil keputusan secara tepat berdasarkan prosedur baku, spesifikasi desain, dan persyaratan K3; Mampu berkomunikasi untuk memelihara dan mengembangkan jaringan dan hasil kerja sama; Mampu bertanggung jawab atas pencapaian hasil kerja kelompok dan melakukan supervisi serta evaluasi; Mampu melakukan proses	Information Technology and Computation: Mampu memilih sumber daya dan memanfaatkan perangkat perancangan-dan-analisis berbasis TIK dan komputasi untuk melakukan aktivitas rekayasa teknik mesin Social Engineering: Mampu memberikan solusi masalah dalam lintas bidang keteknikan dengan memperhatikan faktor-faktor ekonomi, kesehatan dan keselamatan publik, etika dan lingkungan Communication: Mampu menulis proposal untuk penawaran dan laporan Proyek berkaitan penguasaan rekayasa permesinan. Data Analysis: Mampu melakukan identifikasi, formulasi dan analisis masalah rekayasa sesuai dengan bidang keilmuan teknik mesin melalui penelitian	sesuai untuk merancang, membuat, dan memelihara sistem mekanika (mechanical system) serta komponen-komponen yang diperlukan. CPL 6: Menguasai pengetahuan tentang teknik komunikasi (verbal maupun tulisan) dan perkembangan teknologi terbaru di bidang perancangan, proses manufaktur, serta pengoperasian dan perawatan sistem mekanika (mechanical system) serta komponen-komponen yang diperlukan. CPL 7: Mampu melakukan perencanaan, analisis, menyelesaikan serta mengevaluasi sistem mekanika serta komponen-komponen biaya yang diperlukan dengan batasan ada. CPL 8: Mampu bekerja dengan berbagai bidang
---	--	--	--

dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora; Mampu menyusun hasil kajian; Mampu mengambil keputusan secara tepat; Mampu memelihara dan mengembangkan jaringan kerja sama dan hasil kerja sama di dalam maupun di luar lembaganya; Mampu bertanggungjawab atas pencapaian hasil kerja kelompok dan melakukan supervisi dan evaluasi terhadap penyelesaian pekerjaan; Mampu melakukan proses evaluasi diri; dan Mampu mendokumentasikan, menyimpan, mengamankan, dan menemukan kembali data untuk menjamin kesahihan dan mencegah plagiasi. d. Keterampilan Khusus Mampu menerapkan matematika, sains, dan prinsip	evaluasi diri terhadap kelompok kerja dan mampu mengelola pembelajaran secara mandiri; Mampu mendokumentasikan, menyimpan, mengamankan, dan menemukan kembali data untuk menjamin kesahihan dan mencegah plagiasi; Ketrampilan Khusus: Mampu menerapkan pengetahuan matematika, sains alam, dan prinsip rekayasa ke dalam Standard Operational Procedure (SOP) untuk merancang dan membuat komponen, assembling peralatan dan sistem mekanik; Mampu mengidentifikasi, merumuskan, menganalisis dan menyelesaikan masalah perancangan dan perencanaan proses manufaktur; Mampu mengoperasikan dan merawat mesin-mesin perkakas dengan	Long Life Learning: Mampu menerapkan kerekayasaan teknik mesin dan melakukan penelitian di bawah bimbingan dengan memakai kaidah-kaidah ilmiah dan menghasilkan karya ilmiah, melibatkan proses pembelajaran sepanjang hayat terhadap pengetahuan kekinian yang relevan	profesi lain yang beragam latar belakang pengetahuan dan budaya. CPL 9: Menguasai prinsip dan teknik perancangan sistem mekanika (mechanical system) dalam menyelesaikan permasalahan teknik dengan penuh rasa tanggung jawab terhadap masyarakat, memperhatikan keamanan sistem mekanika dan mematuhi etika profesi. CPL 10: Menguasai prinsip dan isu terkini yang relevan secara terus menerus sepanjang hayat dalam berbagai bidang seperti teknologi informasi, ekonomi, sosial, lingkungan dan kebijakan publik secara umum”.
--	--	--	--

rekayasa ke dalam prosedur, proses, sistem, atau metodologi rekayasa terapan; Mampu mengidentifikasi, memformulasikan, melakukan penelusuran referensi/standar/codes/database, menganalisis, dan menyelesaikan masalah rekayasa; Mampu merancang dan mewujudkan komponen, proses, peralatan, fasilitas atau instalasi, rancangan sistem rekayasa well defined, dan bagian-bagian rancangan sistem rekayasa broadly defined; Mampu memilih sumberdaya dan memanfaatkan perangkat perancangan dan analisis rekayasa berbasis teknologi informasi dan komputasi yang mengacu kepada metode dan standar industri; Mampu meningkatkan kinerja atau mutu suatu proses melalui pengujian, pengukuran obyek kerja, analisis, dan	mempertimbangkan faktor K3; Mampu melakukan pengujian sifat fisik dan mekanik bahan, pengukuran dimensional komponen; Mampu menggunakan teknologi modern dalam merancang, pengujian simulasi dan perencanaan proses produksi; Mampu beradaptasi dengan perkembangan industri 4.0 dan mengaplikasikannya dalam penyelesaian tugas di bidang Teknologi Rekayasa Mesin.			
---	---	--	--	--

interpretasi data sesuai prosedur dan standar; Mampu menggunakan teknologi modern dalam melaksanakan pekerjaan.				
--	--	--	--	--

Perumusan CPL lebih banyak menggunakan model bertingkat, yaitu aspek utama pada tingkat 1 dan rumusan praktis pada tingkat 2. Model ini diadopsi oleh FV UNY, SV UGM, dan FT UMY. Model lain adalah rumusan langsung pada beberapa aspek setara tingkat kedua, tanpa menggunakan pembagian 4 aspek utama, seperti yang diterapkan oleh FT USU dan FT UHO. Model ini merupakan model yang direkomendasikan oleh BKS-TM untuk menyederhanakan penyusunan CPL mata kuliah.

5. KESIMPULAN

Hasil kajian menunjukkan bahwa kurikulum Program Studi Teknik Mesin di Indonesia, baik pada jalur akademik maupun vokasi, telah mengadopsi pendekatan **Outcome-Based Education (OBE)** yang mengacu pada Standar Nasional Pendidikan Tinggi (SN-Dikti), Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI), serta kebijakan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM). Meskipun terdapat perbedaan dalam struktur dan penyajian kurikulum, seluruh program studi yang dianalisis memiliki orientasi yang sama, yaitu menghasilkan lulusan yang mampu menerapkan prinsip-prinsip rekayasa teknik mesin untuk menyelesaikan permasalahan di bidang desain, manufaktur, energi, material, dan sistem mekanika.

Perbandingan profil lulusan menunjukkan bahwa program studi akademik cenderung menekankan kompetensi rekayasa, analisis, dan pengembangan keilmuan teknik mesin, sedangkan program studi vokasi lebih menitikberatkan pada kompetensi terapan yang berkaitan langsung dengan kebutuhan industri, seperti perancangan produk, proses manufaktur, pengelasan, pengoperasian peralatan, serta penguasaan teknologi digital. Selain itu, kurikulum vokasi menunjukkan integrasi yang lebih kuat terhadap kompetensi profesional, kewirausahaan, dan kesiapan kerja yang sesuai dengan karakteristik pendidikan tinggi vokasi.

Analisis terhadap capaian pembelajaran lulusan (CPL) menunjukkan adanya kesamaan substansi pada aspek sikap, pengetahuan, keterampilan umum, dan keterampilan khusus, meskipun terdapat variasi dalam model perumusannya. Beberapa program studi menggunakan pendekatan berbasis kategori CPL sesuai SN-Dikti, sedangkan program studi lainnya mengadopsi model CPL yang lebih spesifik dan terintegrasi berdasarkan rekomendasi Badan Kerja Sama Teknik Mesin (BKS-TM) Indonesia. Kesamaan utama yang ditemukan meliputi penguasaan sains dan rekayasa, kemampuan perancangan dan pemecahan masalah teknik, pemanfaatan teknologi informasi, komunikasi profesional, serta kemampuan pembelajaran sepanjang hayat.

Berdasarkan hasil *benchmarking*, penyusunan kurikulum Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Politeknik Saint Paul Sorong perlu mengakomodasi keseimbangan antara kompetensi rekayasa teknik mesin, penguasaan teknologi industri 4.0, kebutuhan industri strategis di Tanah Papua, serta penguatan kompetensi kewirausahaan dan keberlanjutan. Dengan demikian, kurikulum

yang dikembangkan diharapkan mampu menghasilkan lulusan yang adaptif, kompeten, berdaya saing, dan mampu berkontribusi terhadap pembangunan industri dan ekonomi regional maupun nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2024. Rencana Pengembangan Infrastruktur Wilayah 2025 – 2034 Papua Barat Daya.
- [2] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) & Economic Research Institute for ASEAN and East Asia (ERIA). 2021. Kajian Sektor Manufaktur 2021.
- [3] Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2024 Buku Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi Mendukung Merdeka Belajar – Kampus Merdeka Menuju Indonesia Emas.
- [4] Direktorat Akademik Pendidikan Tinggi Vokasi, Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2024. Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi Vokasi.
- [5] Fajri, M., Zurqoni, & Sugeng. 2023. Analisis Data Kualitatif dalam Evaluasi Kurikulum Program Studi Pendidikan Agama Islam di Kalimantan Timur. *Afeksi: Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 4 (1), 27 – 42.
- [6] Zhou, Y., Pan, Z., Wang, X., Chen, H., Li, H., Huang, Y., Xiong, Z., Xiong, F., Xu, P., Liu, S., & Zhu, W. 2024. CurBench: Curriculum Learning Benchmark. *Proceeding of the 41st International Conference on Machine Learning*, Vienna, Austria, PMLR 235.
- [7] Özdaşlı, K. (2015). Positioning in Business Administration Education at Universities Established in 2006: a Content Analysis on Strategic Drivers and Curriculum. *Procedia – Social and Behavior Science*, 174, 2926 – 2933.
- [8] Muzakhir, M.I., & Susanto. 2023. Implementasi Kurikulum *Outcome Base Education (OBE)* Dalam Sistem Pendidikan Tinggi di Era Revolusi Industri 4.0. *Edukasiana : Journal of Islamic Education*, 2(1), 118 – 139.
- [9] Adi, A.N. & Purtojo. 2018. Blend Formulation of Learning Outcomes of SN-DIKTI / KKNI, IABEE, and Ulil Albab: Experience in Formulating Learning Outcomes of Mechanical Engineering Department of Universitas Islam Indonesia. *Prosiding SNTTM XVII, Oktober 2018*, 006 – 014.
- [10] Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Fakultas Vokasi Universitas Negeri Yogyakarta. <https://d4mesin.fv.uny.ac.id/> (diakses pada 18 Juni 2026).
- [11] Gugus Penjaminan Mutu Fakultas Vokasi Universitas Negeri Yogyakarta. 2025. Laporan Kurikulum Fakultas Vokasi Tahun 2025.
- [12] Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Mesin Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada. <https://teknikmesin.sv.ugm.ac.id/d-iv-teknologi-rekayasa-mesin/> (diakses pada 18 Juni 2026)
- [13] Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. 2025. Kurikulum Pendidikan Tinggi Program Studi Sarjana Teknik Mesin Dengan Pendekatan *Outcome Based Learning (Obe)* Dan Implementasi Program Merdeka Belajar – Kampus Merdeka
- [14] Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. 2022. Buku Panduan Akademik 2022.
- [15] Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo. <https://tm.eng.uho.ac.id/> (diakses pada 18 Juni 2026)
- [16] Badan Kerja Sama Teknik Mesin (BKS-TM) Indonesia. 2020. Kurikulum Inti Teknik Mesin.