

Kesiapsediaan Pendidikan Keteknikan Menghadapi Masyarakat 5.0 Untuk Menghasilkan Teknologi Mandiri

(Preparedness of Engineering Education toward society 5.0 to produce Independent Technology)

Harry Ramza

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

Jalan Tanah Merdeka No. 6, Kp Rambutan, Jakarta 16513

Telp : +62 – 21 – 8400941; Faks : +62 – 21 – 87782739; e-mail : hramza@uhamka.ac.id

Abstrak

Studi ini menyajikan konsep "Pendidikan Keteknikan 5.0 atau Engineering Education 5.0", paradigma pendidikan masa depan yang terkait dengan visi pendidikan teknik yang dicirikan oleh kebutuhan untuk evolusi berkelanjutan, sebagai konsekuensi dari pencarian yang menantang untuk masa depan yang lebih berkelanjutan dan peduli. Di satu sisi, evolusi yang akan datang ini berasal dari kemajuan yang sangat relevan dalam pendidikan teknik yang dicapai dalam beberapa dekade terakhir dan dari pandangan yang diilhami oleh Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Selain itu, ini melampaui pendekatan dan tren inovasi yang muncul saat ini, terkait dengan mendukung perluasan dan penerapan teknologi dan prinsip masyarakat 5.0. Pendidikan Keteknikan 5.0 melampaui pengembangan dan penerapan teknologi dan memasuki ranah etika dan humanisme, sebagai aspek kunci bagi generasi insinyur baru. Idealnya, insinyur yang dididik dalam paradigma pendidikan baru ini harus mampu memimpin dan membimbing pendekatan singularitas teknologi, yang telah didefinisikan sebagai titik masa depan di mana pertumbuhan teknologi menjadi tidak terkendali dan tidak dapat diubah yang mengarah pada dampak tak terduga pada peradaban manusia sambil memastikan hak asasi manusia dan berfokus pada pembangunan masyarakat global yang lebih berkelanjutan dan adil. Untuk rentang masa 2021–2025 program studi teknik Elektro, Fakultas Teknik– Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA meletakkan formasi program pendidikan berdasarkan teknologi telekomunikasi yang disesuaikan dengan SKKNI (Standard Kompetensi Kerja Nasional Indonesia) ke dalam tiga bidang secara parallel yaitu; Telekomunikasi Satelit, Telekomunikasi Optik, serta Telekomunikasi Nirkabel dan Gelombang Mikro.

Kata kunci : Pendidikan keteknikan 5.0, masyarakat 5.0, SKKNI.

Abstract

This study presents the concept of "Engineering Education 5.0 or Engineering Education 5.0", a future educational paradigm related to the vision of engineering education characterized by the useful for continuous evolution, as a consequence of the challenging search for a more sustainable and caring future. On the one hand, this forthcoming evolution stems from the highly relevant advances in engineering education in recent decades and the views inspired by the Sustainable Development Goals. Moreover, it goes beyond the current emerging innovation approaches and trends related to supporting the expansion and adoption of technology and principles of society 5.0. Engineering Education 5.0 goes beyond the development and application of technology and enters the realm of ethics and humanism as a critical aspect for the new generation of engineers. Ideally,

engineers educated in this new educational paradigm should lead and guide the technological singularity approach, defined as the future point when technological growth becomes uncontrollable and irreversible, leading to unforeseen impacts on human civilization while ensuring human rights. People and focus on building a more sustainable and equitable global society. Between 2021 to 2025, the Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering – University of Muhammadiyah Prof. Dr HAMKA will hold education programs based on telecommunications technology-adjusted to the SKKNI (Indonesian National Job Competency Standards) into three parallel fields: Satellite Telecommunications, Optical Telecommunications, and Wireless and Microwave Telecommunications.

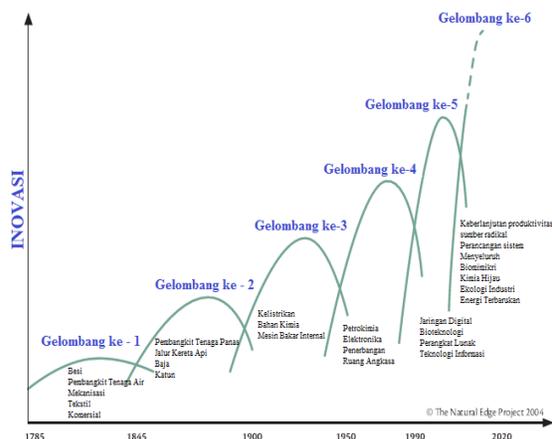
Keywords: Engineering Education 5.0, Society 5.0, SKKNI.

1. PENDAHULUAN

Manusia didefinisikan sebagai perancang dan pengguna alat, dan inovasi. Desain dan penggunaan alat inilah yang menyumbang begitu banyak arah dan kecepatan perubahan sejarah. Sebagian besar sejarah peradaban yang lebih luas, hubungan ekonomi dan sosial, juga merupakan sejarah rekayasa, aplikasi rekayasa, dan inovasi.

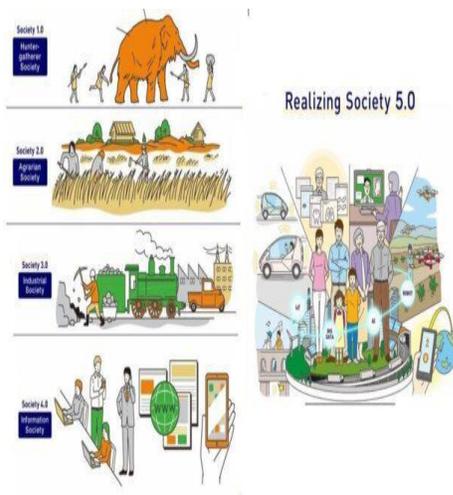
Zaman Batu, Zaman Perunggu, Zaman Besi, Zaman Uap, dan Zaman Informasi semuanya berhubungan dengan rekayasa dan inovasi yang membentuk interaksi kita dengan dunia. Zaman Batu bukan berarti pada zaman itu kehabisan batu!', Piramida, Borobudur, El Mirador, peradaban yang terkait dengan peleburan logam di Zimbabwe dan teknik air di Angkor, katedral abad pertengahan, dan Revolusi Industri semuanya bukti keterampilan rekayasa generasi masa lalu [1].

atau barang untuk layanan, dimulai dengan pembuatan alat dan senjata lebih dari 150.000 tahun yang lalu menunjukkan bahwa perekayasa adalah salah satu profesi tertua. Teknologi militer digabungkan dengan cepat dengan teknologi sipil dalam upaya pertahanan dan pengembangan infrastruktur awal pembangunan kawasan. Profesionalisasi teknik diilustrasikan oleh Imhotep yang membangun Piramida Tangga di Saqqara pada 3000 SM dan merupakan salah satu dari sedikit manusia biasa yang diberi status ilahi setelah kematiannya. Profesionalisasi teknik dilanjutkan dengan pengembangan pengetahuan kerajinan dan serikat pekerja, dan formalisasi pengetahuan dan pendidikan terkait. Bentuk patriarki sederhana dari pendidikan teknik yang ada dalam masyarakat kuno berkembang menjadi sekolah teknik kejuruan dari berbagai jenis di Abad Pertengahan dan khususnya selama Renaisans dan Revolusi Ilmiah abad keenam belas dan ketujuh belas seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Gelombang Inovasi [1].

Sejarah perekayasa sebagai sebuah profesi, di mana pembayaran dilakukan dalam bentuk tunai



Gambar 2 Perkembangan masyarakat Super – Cerdas [2]

Pada gambar 2 menggambarkan perkembangan masyarakat Super – Cerdas dengan tujuan agar masyarakat dapat menyelesaikan berbagai tantangan sosial dengan memasukkan inovasi Revolusi Industri 4.0 (misalnya; IoT, Big Data, Kecerdasan Buatan (AI), Robotika dan Ekonomi Berbagi) ke dalam setiap industri dan kehidupan sosial. Maka dengan demikian, masyarakat masa depan menjadi satu dimana nilai – nilai dan layanan baru dibentuk secara berkelanjutan. Hal ini merupakan Society 5.0 atau Masyarakat 5.0 sebagai masyarakat Super – Cerdas [3].

Seperti pada gambar 2 bagian kanan terlihat bahwa Big Data yang dikumpulkan oleh IoT akan menjadi kecerdasan baru dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan atau AI (*Artificial Intelligent*) serta akan menjangkau setiap sudut masyarakat. Saat kita memasuki keadaan Masyarakat 5.0, semua sendi kehidupan manusia akan lebih nyaman dan berkelanjutan karena orang hanya diberikan produk dan layanan dengan jumlah dan waktu yang diperlukan dalam melaksanakan kegiatan-kegiatannya[4]. Indonesia mempunyai keunggulan – keunggulan yang memungkinkan dapat membentuk masyarakat 5.0; pertama, akumulasi data *real* yang melimpah berdasarkan data kesehatan dan medis melalui sistem perawatan dan pelayanan kesehatan universal dan banyak data aktivitas dari berbagai fasilitas industri manufaktur, Indonesia memiliki lingkungan yang cukup kaya akan data mentah yang nyata dan dapat

dimanfaatkan pada pasar ekonomi dan berbagai industri.

2. Pendidikan Keteknikan 5.0: Pendidikan Perencanaan.

Abad 21 membawa perubahan fokus pada pendidikan tinggi pada umumnya dan pendidikan teknik pada khususnya. Deklarasi Bologna (1999) dan proses konsekuennya, yang ditujukan untuk pelaksanaan Pendidikan Tinggi di kawasan Eropa, berkontribusi pada perubahan fokus dari skema tradisional yang berpusat pada guru menjadi pendekatan yang berpusat pada peserta didik. Pembelajaran pola klasikal mulai dilengkapi dan diganti dengan metodologi yang lebih aktif[5]. Bersamaan dengan itu, sejak akhir 1990, konsep CDIO (conceive-design-implement-operate) dirumuskan dan diterapkan pada tahun 2000 dengan dasar Inisiatif CDIO Internasional [1].

Para pendiri konsep ini, MIT (Massachusetts Institute of Technology), KTH Royal Institute of Technology, Sweden, Chalmers University of Technology, Sweden., dan Linkoping University, Sweden dengan cepat membangun konsep ini melalui komunitas yang mempunyai pengaruh global, kini berjumlah dari 120 universitas di seluruh dunia bekerja menuju kerangka umum untuk mendukung transisi ke metodologi yang berpusat pada pelajar ke dalam banyak aspek yang bersinergi dengan Deklarasi Bologna[5]. CDIO mengandalkan metode pembelajaran aktif untuk membantu siswa memperoleh pengetahuan teknis, menerapkannya pada rekayasa produk, proses dan sistem yang lengkap dan mengembangkan keterampilan profesional mereka [6].

Pendidikan Teknik 5.0 harus menggabungkan manfaat dari model pendidikan teknik yang mapan dan tervalidasi, mengambil inspirasi dari masa lalu untuk membangun masa depan, sambil menggabungkan aspek inovatif yang radikal dan mengandalkan teknologi canggih sebagai pelengkap yang diperlukan untuk transformasi rekayasa yang lebih efektif dan efisien agar berhasil menghadapi tantangan sosial dan lingkungan global.

Kriteria dan usulan pemikiran yang menginspirasi dari lembaga akreditasi yang mapan serta inisiatif baru-baru ini di seluruh dunia yang

berfokuskan pada inovasi pendidikan[6]. Organisasi profesional dan lembaga penelitian yang merumuskan ulang mengenai pendidikan professional [7] serta laporan terkini yang relevan [8, 9] dan terbaru pada edisi khusus *International Journal of Engineering Education* telah menimbang untuk menggambarkan suatu paradigma baru. Oleh karena itu, Pendidikan Teknik 5.0 harus dicirikan oleh 16 fitur utama yang terjalin, tertulis bersama dan dijelaskan di bawah ini :

2. 1. Dinamis dan terus berkembang.

Dalam dunia yang terus berkembang dengan kemajuan ilmiah dan penemuan teknologi yang muncul terus-menerus, program pendidikan teknik harus dapat berkembang secara dinamis, sehingga dapat lebih beradaptasi dengan kebutuhan masyarakat dan tantangan manusia.

Saat ini, institusi pendidikan teknik di banyak negara menderita beban birokrasi verifikasi, akreditasi dan reakreditasi, setiap kali program teknik baru diusulkan atau bahkan ketika modifikasi kecil dianggap suatu tindakan yang tepat.

Beban ini mencegah kecepatan respons terhadap perubahan teknologi ilmiah dan membatasi dampak positif dari penelitian lanjutan pada pendidikan teknik, yang seharusnya menggabungkan kemajuan, secara lebih dinamis dengan waktu yang cepat. Akuntansi berkelanjutan, mungkin dibantu oleh alat kecerdasan buatan [10], alih-alih evaluasi dan akreditasi berkala mungkin merupakan pendekatan yang tepat untuk berpikir melampaui tahun 2030. Dengan cara ini, efisiensi biaya dan waktu juga akan dipromosikan secara penting.

2. 2. Modular dan fleksibel

Peran insinyur profesional juga berkembang dengan perpaduan progresif dengan bidang profesional. Batas antara sains, teknologi, dan masyarakat secara bertahap menghilang, sebagai konsekuensi dari bidang yang sangat bervariasi dari penerapan teknologi modern. Seseorang dapat dengan mudah membayangkan seorang insinyur kimia berkolaborasi dengan koki masakan baru, seorang insinyur bahan yang bekerja dengan desainer dari industri mode, atau seorang insinyur komputer yang bekerja sama dengan antropolog dan ahli bahasa, untuk mengutip beberapa contoh. Teknik memasuki

begitu banyak bidang sehingga pendidikan teknik akan membutuhkan program yang lebih fleksibel, sehingga dapat lebih merespon kebutuhan masyarakat dan keinginan siswa. Hal ini dapat dicapai melalui pendekatan modular untuk implementasi program rekayasa.

2. 3. Personalisasi untuk pengembangan pribadi dan profesional bersama

Fleksibilitas yang disebutkan di atas jelas selaras dengan keinginan untuk personalisasi pendidikan teknik, menganggap universitas sebagai tempat yang mendukung pengembangan pribadi dan profesional siswa, membantu mereka di jalan mereka untuk memenuhi impian mereka. Oleh karena itu, di universitas yang berpusat pada siswa, siswa juga harus secara bertanggung jawab memutuskan dan mengambil bagian lebih banyak dalam perencanaan kurikuler mereka, tidak hanya dengan memilih gelar dan spesialisasi, tetapi dengan terus memilih modul formatif yang disesuaikan dengan keinginan mereka, dengan merencanakan strategi internasionalisasi mereka. dari tahun-tahun pertama gelar, dengan mendekati perusahaan atau institusi dengan cara yang lebih diperhitungkan, di mana kerja sama atau praktik eksternal akademik dapat dilakukan, antara lain. Pendampingan oleh profesor dengan pengalaman dalam manajemen sumber daya manusia dan dukungan dari rekan-rekan yang lebih berpengalaman, dalam gaya Montessorian, harus dipertimbangkan, sebagai bagian dari transformasi yang diperlukan.

2. 4. Fokus pada keberlanjutan dan solidaritas

Selama beberapa dekade sekarang, kami memahami bahwa keberlanjutan harus melekat pada pembangunan. Dampak lingkungan dan sosial harus memandu penelitian, inovasi, dan semua insinyur sepanjang kehidupan profesional mereka. Keadaan darurat di seluruh dunia yang tiba-tiba, seperti wabah SARS-CoV-2 dan penyakit COVID-19 terkait, membuat kita sadar akan keterbatasan dan kelemahan kita, sebagai masyarakat global, dan perlunya memecahkan tantangan saat ini dengan cara yang lebih seimbang dari sebelumnya sebelum. Setelah beberapa dekade menempatkan mungkin terlalu banyak kepercayaan pada teknologi yang inovatif secara radikal dan mengejar singularitas teknologi, kita sekarang harus lebih memahami

batas-batas kita dan menempatkan fokus pada rekayasa menuju keberlanjutan dan solidaritas, yang harus dikembangkan secara aktif, sebagai hasil pembelajaran yang penting dalam semua rekayasa. program iklan sekarang, kami memahami bahwa keberlanjutan harus intrinsik untuk pembangunan. Dampak lingkungan dan sosial harus memandu penelitian, inovasi, dan semua insinyur sepanjang kehidupan profesional mereka. Keadaan darurat di seluruh dunia yang tiba-tiba, seperti wabah SARS-CoV-2 dan penyakit COVID-19 terkait, membuat kita sadar akan keterbatasan dan kelemahan kita, sebagai masyarakat global, dan perlunya memecahkan tantangan saat ini dengan cara yang lebih seimbang dari sebelumnya sebelum. Setelah beberapa dekade menempatkan mungkin terlalu banyak kepercayaan pada teknologi inovatif radikal dan mengejar singularitas teknologi, kita sekarang harus lebih memahami batas-batas kita dan menempatkan fokus pada rekayasa menuju keberlanjutan dan solidaritas, yang harus dikembangkan secara aktif, sebagai hasil pembelajaran penting dalam semua program rekayasa.

2. 5. Menggabungkan pendekatan berbasis pengetahuan dan berbasis hasil

Pendekatan yang lebih tradisional untuk pendidikan teknik sebagian besar berbasis pengetahuan, sementara tren yang lebih baru telah dikaitkan dengan strategi berbasis hasil dengan fokus pada profesional dan *soft skill*[6, 11]. Model pendidikan masa depan untuk rekayasa harus membuat kedua pendekatan kompatibel, tidak disandingkan: pengetahuan ilmiah dan teknologi yang mendasar sangat penting untuk praktik profesional yang sukses dan untuk mengembangkan sistem rekayasa yang efektif, efisien, dan keselamatan. Namun, fokus pada profesional dan *soft skill* juga penting untuk setiap insinyur yang berurusan dengan proyek yang kompleks, terutama mengingat tantangan dan ancaman global saat ini membutuhkan tim multidisiplin, komunikasi yang memadai, kreativitas, kepemimpinan, rasa hormat terhadap pendapat orang lain dan mitra dan budaya, untuk dipecahkan.

2. 6. Holistik

Semua disiplin ilmu teknik sekarang sangat saling berhubungan, sehingga membangun batas antara

bidang teknik tradisional mungkin merupakan pendekatan yang menarik, menuju pendidikan teknik yang lebih holistik dan berdampak [12]. Dalam hidup saya, saya telah melihat insinyur kimia menguasai robotika dan teknologi manufaktur, insinyur listrik mengembangkan metode untuk menghitung kotak roda gigi dan insinyur mesin berfokus pada bio-fabrikasi dan biologi molekuler, hanya untuk mengutip beberapa contoh dekat. Dekade terakhir telah melihat spesialisasi progresif gelar teknik, dengan jalur super-spesialisasi dalam program studi yang sudah terspesialisasi. Bahkan jika insinyur khusus (dan akan) dibutuhkan, juga benar bahwa super-spesialisasi dapat menjadi masalah teknik modern, seperti yang telah terjadi dalam kedokteran kontemporer. Kekuatan transformatif insinyur bergantung pada kemampuan mereka untuk menafsirkan masalah kompleks secara keseluruhan dan berinteraksi dengan banyak profil berbeda yang ada dalam tim multidisiplin.

Mendorong penelitian dan inovasi teknologi ilmiah untuk sukses juga membutuhkan wawasan tentang komersialisasi teknologi, kewirausahaan, dan industrialisasi [11, 12]. Mungkin sudah waktunya untuk melihat teknik sebagai entitas yang tidak terpisahkan dan untuk merancang skema untuk program teknik "universal", yang mampu membekali siswa dengan penguasaan dasar-dasar teknik yang komprehensif. Spesialisasi selalu datang melalui praktik profesional dan pembelajaran seumur hidup pada saat yang memadai

2. 7. Humanistik

Para insinyur terdahulu mampu memodernisasi dunia melalui kombinasi yang bijaksana antara sains dan teknologi, berkat studi mendalam tentang tradisi dan budaya kuno, dan dengan menggunakan hubungan erat antara seni teknis dan seni rupa. Dalam banyak kasus, inspirasi dari alam juga hadir, dalam keinginan terus-menerus untuk mengembangkan metode transportasi yang lebih baik, instrumen yang lebih baik, bangunan yang lebih besar, mekanisme yang lebih efisien, proses yang lebih cepat, dan senjata yang lebih presisi. Keinginan untuk mengetahui dan pembentukan sinergi antara berbagai bidang pengetahuan harus menginspirasi kita dalam transisi ke Pendidikan

Teknik 5.0. Kita harus menemukan cara untuk menggabungkan sosial, budaya, sejarah, antropologis, filosofis, dll., Singkatnya: aspek manusia, ke dalam program rekayasa, sebagai masalah yang didekati oleh para insinyur dan memecahkan cara-cara nyata masalah manusia [13]. Menggunakan struktur modular dan fleksibel dapat memberikan solusi kompromi untuk menggabungkan aspek manusia seperti itu, tanpa mempengaruhi inti ilmiah dan dasar-dasar teknik yang diperlukan.

2. 8. Dipandu oleh etika

Masalah etika muncul dengan perkembangan teknologi yang mengubah dengan potensi untuk membentuk kembali masyarakat. Kecerdasan buatan, jika diterapkan dengan bijak, dapat menghasilkan produk, proses, dan sistem yang lebih efisien dan efektif. Namun, beberapa kekhawatiran terkait dengan bias gender dan ras yang diamati dalam sistem pengambilan keputusan berbasis AI telah dilaporkan [14]. Kemampuan yang dikembangkan selama beberapa dekade untuk menemukan kembali perawatan kesehatan, dari kelahiran jaringan dan rekayasa genetika hingga hasil perintis yang terkait dengan sistem biohibrida dan kehidupan buatan, telah menempatkan umat manusia pada posisi, di mana "mendesain ulang" manusia dan memperpanjang hidup mungkin akan segera terjadi. menjadi layak. Contoh-contoh ini membantu mengedepankan kebutuhan mendesak untuk secara lebih aktif memastikan bahwa kemajuan rekayasa ditunjang dengan standar etika tertinggi yang mungkin [15]. Isu etika saat ini dilihat sebagai aspek sekunder di sebagian besar program teknik sementara fokus pada penerapan standar dan peraturan tersebar luas, yang dengan cara sebagian mengimbangi kurangnya kursus khusus atau kegiatan belajar-mengajar yang terutama terkonsentrasi pada etika. Ini harus diperbaiki untuk implementasi yang memadai dari Pendidikan Teknik 5.0 dan kursus tentang etika dan deontologi profesional harus menjadi bagian dari dasar-dasar inti dari setiap gelar teknik.

2. 9. Kolaborasi dan sumber terbuka

Kolaborasi dan berbagi pengetahuan merupakan hal mendasar untuk mendorong kemajuan teknologi ilmiah yang stabil, seperti yang ditunjukkan oleh

tren terkini dalam sains dan penelitian terbuka, termasuk adopsi progresif prinsip-prinsip data FAIR (dapat ditemukan, dapat diakses, dapat dioperasikan, dapat digunakan kembali) untuk penelitian[16] dan munculnya skema penerbitan terbuka. Universitas teknik di masa depan akan mendapat manfaat dari peningkatan kolaborasi melalui skema inovatif, baik dalam tugas penelitian dan pelatihan dan dari berbagi pengetahuan, misalnya melalui bahan belajar-mengajar *open source*, yang akan mendukung akses yang lebih adil ke pendidikan tinggi. Kolaborasi antara kelompok siswa dalam pengalaman dan kursus desain internasional, peretasan internasional di Hons dan kompetisi siswa untuk bersama-sama mendekati masalah kompleks, skema e-twinning untuk membangun ruang kelas global, adalah beberapa pilihan menuju universitas yang lebih kolaboratif. Berbagi hasil mereka sebagai teknologi *open-source* memiliki potensi untuk memfasilitasi transformasi pendidikan yang diinginkan. Faktanya, beberapa teknologi paling menarik yang baru-baru ini dikembangkan dan banyak digunakan dalam pendidikan teknik, sudah mengandalkan skema sumber terbuka, seperti papan elektronik Arduino dan Bitalino, kerangka pembelajaran mesin sumber terbuka Tensor Flow, atau lingkungan terbuka Taiga.io.-sumber platform manajemen proyek, antara lain.

2. 10. Melibatkan pengalaman internasional

Terkait erat dengan kolaborasi, internasionalisasi universitas teknik, melalui pengalaman profesor, peneliti, dan mahasiswa mereka, diperlukan untuk membangun masyarakat global yang mampu menghadapi ketidakpastian kompleks di masa depan. Hasil luar biasa dari program ERASMUS sepanjang sejarahnya telah mengarah pada penciptaan ERASMUS+ yang lebih baru, di mana program tersebut menyusun kerja sama internasional jauh melampaui batas-batas Uni Eropa dan Wilayah Pendidikan Tinggi Eropa. Contoh-contoh perintis ini, yang memiliki beberapa fitur utama dari Pendidikan Teknik 5.0. Melalui internasionalisasi dan kolaborasi, mahasiswa teknik menjadi lebih siap untuk proyek skala besar, memahami potensi tim yang beragam, internasional dan multikultural untuk mencapai kreativitas solusi

teknik dan pengalaman pengembangan profesional yang lebih menyenangkan atau bahkan menarik, sambil berharap mencoba menciptakan kondisi yang lebih baik bagi masyarakat global kita.

2. 11. Penyertaan magang akademik eksternal

Promosi keterampilan profesional dan penelitian dapat langsung dicapai melalui peningkatan kolaborasi antara akademisi dan industri. Magang akademik eksternal harus menjadi bagian yang relevan dari setiap program teknik (di beberapa negara bahkan wajib selama beberapa dekade sekarang) karena magang tersebut membantu siswa untuk menyebarkan pengetahuan mereka di lingkungan kerja nyata dan dengan bimbingan yang memadai. Magang semacam itu harus diatur dengan benar dan siswa harus terus didukung oleh mentor pengembangan profesional, dengan pengalaman dalam manajemen sumber daya manusia, untuk meningkatkan derajat personalisasi dalam pendidikan teknik yang lebih tinggi. Penilaian magang akademik eksternal harus memperhitungkan masukan dari mentor profesional, bekerja dengan siswa di lingkungan industri atau penelitian eksternal, tetapi juga refleksi diri siswa mengenai pengembangan keterampilan profesional mereka. Mentor dari institusi akademik harus mengawasi implikasi yang benar dari mitra eksternal dengan siswa dan nilai formatif dari magang eksternal yang diusulkan.

2. 12. Dukungan kegiatan pembelajaran berbasis proyek yang dihibridisasi dengan pembelajaran layanan.

Relevansi pengalaman belajar berbasis proyek untuk mencapai keterampilan profesional ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*) dan sebagai elemen sentral dari model CDIO, yang menciptakan kembali pola pendidikan teknik, sudah harus diterapkan[6]. Ke depan, perlu untuk lebih meningkatkan dampak sosial dari pengalaman belajar berbasis proyek yang sudah sangat baik dan skema pendidikan yang didukung PBL (*Problem Based Learning*) Pembelajaran Berbasis Masalah. Hal ini dapat dilakukan melalui hibridisasi antara Pembelajaran Berbasis Masalah

dan Pelayanan Pembelajaran PBL-SL (*Problem Based Learning - Service Learning*)[17], dimulai dari permasalahan masyarakat yang nyata, relevan dan belum terpecahkan, yang mendapat jawaban konkrit dalam bentuk proyek, produk, pengolahan sistem. Pengembangan pengalaman "PBL-SL" seperti itu dalam konteks internasional dapat benar-benar transformatif dan membantu untuk memikirkan kembali, tidak hanya pendidikan teknik, tetapi juga beberapa industri[12].

2. 13. Dukungan Bantuan Teknologi dan Kecerdasan Buatan.

Peluang baru untuk metode dan proses belajar-mengajar yang lebih efektif dan efisien muncul berkat dukungan teknologi. Dalam delapan tahun terakhir, kita telah mengalami bagaimana puncak proyek pembelajaran, tugas akhir dan inisiatif pembelajaran berbasis proyek secara umum telah mendapat manfaat dari penggabungan yang luas ke dalam proses belajar-mengajar ke dalam bentuk: desain berbantuan komputer, teknik & teknologi manufaktur, sumber daya simulasi, purwarupa yang ringkas dan cepat, mesin perkakas sederhana, papan elektronik berbiaya rendah dan sumber terbuka, hal ini hanya untuk menyebutkan sebagai beberapa contoh. Pada saat yang sama, kecerdasan buatan (AI) memiliki potensi untuk mengubah universitas, membantu kita untuk mencapai pendidikan teknik berbantuan AI, di mana banyak proses yang dapat dioptimalkan dan diotomatisasi serta dengan tujuan yang lebih sedikit birokrasi diubah menjadi informasi yang berguna untuk peningkatan kualitas yang berkelanjutan[10]. Gelar teknik yang didukung dengan kemampuan teknologi dan dibantu AI akan dapat mengarah pada akses yang lebih adil ke dalam pendidikan teknik atau kejuruan teknik, jika teknologi terjalin secara bijaksana dengan konten dan penerapan pada seluruh proses belajar-mengajar di universitas.

2. 14. Orientasi Pendidikan Sepanjang Hayat.

Pembelajaran seumur hidup telah dikemukakan sebagai hasil utama dari program teknik modern, setidaknya sejak tahun 1990-an[18]. Sekali lagi, mengingat revolusi teknologi berlangsung dengan kecepatan yang semakin cepat, serta berdampak langsung pada peran insinyur di masyarakat, belajar untuk proses pembelajaran akan semakin relevan.

Kemampuan tersebut harus secara aktif dipromosikan dalam bentuk program keteknikan melalui strategi yang melibatkan: peningkatan kolaborasi antara akademisi dan industri[19], membangun kemitraan penelitian dan pelatihan universitas-komunitas, menyediakan pendidikan berkelanjutan untuk pembelajaran orang dewasa, mengembangkan mekanisme untuk mengenali hasil pembelajaran dalam konteks yang berbeda, dengan pendekatan yang lebih fleksibel khususnya untuk pendidikan tinggi[20].

2. 15. Peningkatan Hasil dengan cara yang menyenangkan.

Ahli saraf telah menunjukkan bahwa pembelajaran yang menyenangkan akan menghasilkan hasil yang lebih baik, terutama ketika beralih ke strategi "belajar melalui bermain" yang harus dipahami dan diimplementasikan menjadi suasana; menyenangkan, bermakna, berulang secara sosial, dan keterlibatan peserta secara aktif[21]. Semua ini berlaku untuk pendidikan teknik, karena beberapa penelitian yang berkaitan dengan strategi ini juga telah diverifikasi dan dikembangkan[22]. Kenyataannya, esensi sejati universitas hanya dapat dicapai apabila ketika mahasiswa dan profesor belajar untuk mendapatkan hasil pembelajaran yaitu dengan memberikan dan saling menginspirasi dalam pengalaman belajar yang saling memperkaya dan menyenangkan, seperti yang mungkin disepakati oleh profesor mana pun yang telah belajar dari murid-muridnya. Selain itu, belajar melalui bermain juga terkait dengan pengalaman belajar yang lebih holistik, sehingga mendukung aspek kunci lain dari Pendidikan Teknik 5.0.

2. 16. Pemerataan : Ditujukan Untuk Semua pendidikan Kejuruan Teknik.

Tantangan masyarakat global, kita tidak dapat diselesaikan tanpa menerapkan moto "jangan tinggalkan siapa pun di belakang". Bahkan, tidak meninggalkan siapa pun adalah janji utama 2030. Agenda dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals – SDGs*)[23, 24]. Memahami bahwa insinyur memainkan peran mendasar dalam mencapai SDGs tersebut dan bahwa bakat didistribusikan secara merata (walaupun tidak ada peluang), adalah wajib untuk bekerja menuju akses yang adil ke pendidikan

teknik, mengikuti prinsip "pendidikan teknik untuk semua"[25]. Inisiatif dan gerakan global yang luar biasa (Khan Academy, MOOCs, perangkat lunak & perangkat keras sumber terbuka[26-28]) telah menunjukkan bahwa impian pendidikan teknik yang merata adalah sesuatu yang mungkin dan akan terjadi. Untuk menghadapi tantangan ke depan, kami mengandalkan insinyur terlatih terbaik untuk mengembangkan dan membimbing lebih lanjut kemajuan teknologi yang membentuk kembali masa kini. Pengumpulan kejeniusan dan motivasi tidak lagi dapat dihalangi oleh alasan-alasan yang terkait dengan status sosial, ras, agama, pandangan politik, jenis kelamin atau orientasi seksual dan akses yang lebih adil ke pendidikan teknik harus didukung, sehingga dapat membangun Pendidikan Teknik 5.0 dan, melalui itu, mengubah dunia[25].

3. Struktur Program Keteknikan Universal; Untuk peranan masa sekarang dan akan datang

Untuk mempromosikan 16 fitur utama Pendidikan Teknik 5.0, bersama dengan evolusi pedagogis yang diperlukan, perlu untuk mengubah struktur dan isi program teknik dan, hampir pasti, struktur dan proses lembaga akademik. Mengenai struktur dan isi program rekayasa, proposal untuk struktur program rekayasa universal, dengan mempertimbangkan peran rekayasa kontemporer dan masa depan, dijelaskan di bawah ini dan secara skema diilustrasikan pada Gambar 3 dan 4. Meringkas, seluruh program 6 tahun, berdasarkan Gelar sarjana 4-tahun ditambah gelar master 2-tahun, dapat dengan sangat memadai membekali siswa dengan pengetahuan teknologi ilmiah yang mendasar, keterampilan profesional dan transversal khusus, nilai-nilai etika yang diperlukan, dan bahkan memberi mereka peluang penting untuk personalisasi dan perencanaan profesional.

Hal ini dapat dicapai melalui modularitas, melalui kolaborasi dengan program, universitas, dan institusi lain, melalui promosi mobilitas internasional dan magang eksternal dan melalui pemahaman yang lebih fleksibel tentang semua jenis pengalaman yang memungkinkan yang berkontribusi pada pelatihan holistik bagi para insinyur. Faktanya, mahasiswa teknik dapat

mengambil manfaat dari semua bidang pengetahuan yang disajikan secara skematis pada Gambar 3a. Mempertimbangkan struktur umum yang diusulkan menuju gelar Sarjana Teknik universal, seperti yang disajikan secara skematis pada Gambar 3b, penting untuk menyoroti aspek-aspek berikut: 60 kredit, menurut Sistem Transfer Kredit Eropa (1 ECTS sesuai dengan antara 25–30 jam dedikasi mahasiswa), dikhususkan untuk dasar-dasar teknik selama dua tahun pertama studi. 60 kredit ECTS didedikasikan untuk promosi keterampilan transversal dan profesional juga selama dua tahun pertama, termasuk: kursus wajib atau kegiatan yang berfokus pada etika dan deontologi profesional; partisipasi dalam kompetisi siswa, hack at hons dan capstone atau pengalaman CDIO, sebagai cara untuk memperoleh dan menerapkan kepemimpinan, kreativitas, kerja tim, dan keterampilan komunikasi; magang di kelompok penelitian atau perusahaan, sebagai pengantar awal untuk pengalaman kerja; kolaborasi dengan asosiasi mahasiswa dan pembelajaran berbasis proyek lainnya dan pengalaman pembelajaran layanan. Sepanjang tahun ketiga dan keempat studi 60 kredit ECTS difokuskan pada bidang teknik khusus (mekanik, kimia, industri, material, aeronautika, angkatan laut, pertanian, biomedis, sipil, TIK) dan 60 kredit ECTS memungkinkan siswa untuk secara fleksibel mengatur dan mempersonalisasikan mereka derajat. 60 kredit untuk perencanaan kurikuler pribadi ini mungkin diambil dari bidang pengetahuan apa pun, membantu untuk mencapai pengetahuan yang lebih mendalam tentang dasar-dasar teknik dan konsep spesialisasi yang dipilih, memungkinkan untuk mempelajari spesialisasi kedua atau tambahan berkontribusi untuk mempromosikan perolehan keterampilan pribadi dan profesional. Tesis gelar akhir 15-ECTS hingga 30-ECTS yang terhubung dengan spesialisasi yang dipilih juga merupakan bagian dari blok 60 ECTS untuk perencanaan kurikuler yang dipersonalisasi. Dengan mempertimbangkan struktur umum yang diusulkan menuju gelar Master universal di bidang Teknik, seperti yang ditunjukkan secara skematis pada Gambar 3c, perlu disebutkan hal-hal berikut: 30 kredit dikhususkan untuk topik teknik khusus, di bidang pengetahuan gelar Master, selama tahun pertama. 30 kredit sepanjang tahun kedua didedikasikan untuk promosi keterampilan

profesional dan transversal. Sepanjang dua kursus, 60 kredit disusun untuk mempersonalisasi gelar Master, dari mana 15 hingga 30 ECTS dikaitkan dengan tesis gelar akhir lagi di bidang pengetahuan khusus dari gelar tersebut.

Struktur umum yang diusulkan menuju gelar Sarjana dan Master universal di bidang Teknik dapat berkembang secara dinamis, menggabungkan dasar-dasar teknik dasar yang diperlukan dengan fokus pada keterampilan profesional dan transversal yang diperlukan, harus mempromosikan personalisasi pendidikan teknik dan dapat mengarah pada insinyur yang sangat terspesialisasi atau sangat multidisiplin. Namun, potensi dan keserbagunaan sebenarnya dari struktur ini hanya akan diterapkan jika kedua tingkat digabungkan dan diimplementasikan sebagai program pelatihan 6 tahun secara keseluruhan. Program 6 tahun yang lengkap memungkinkan untuk memberikan pengetahuan teknik yang luas, yang dapat dilengkapi dengan spesialisasi mendalam dalam topik yang diinginkan, diperkaya melalui penggabungan ilmu humaniora dan sosial, berfokus pada pengembangan keterampilan profesional dan didukung oleh pengalaman internasional dan praktis. Dalam hal durasi studi, struktur gelar sarjana plus master 6 tahun (4+2) sudah umum di negara-negara yang terkenal dengan pelatihan insinyur mereka, termasuk: Rusia, Cina, India, Jepang, Spanyol dan Turki, bahkan jika itu bukan durasi yang paling umum di Area Pendidikan tinggi Eropa atau di AS, yang biasanya menggunakan skema 3+2. Fleksibilitas dari struktur yang diusulkan diilustrasikan pada Gambar.3d dan Gambar 4.

Gambar 3d memberikan contoh adaptasi dari struktur umum untuk alternatif yang berbeda, beberapa lebih holistik, beberapa lebih khusus, biasanya untuk pengembang teknologi dan peneliti. Bahkan pelatihan insinyur untuk memperoleh dua spesialisasi dimungkinkan. Dalam kasus Gambar 4, contoh program, berdasarkan struktur universal yang diusulkan dan kemungkinan jenis insinyur sesuai dengan jalur kurikuler dan pengembangan profesional mereka, disajikan. Contoh-contoh ini mempertimbangkan jenis insinyur yang berbeda, struktur kurikuler yang mungkin lebih memadai untuk melakukan aktivitas profesional yang biasa

mereka lakukan, berdasarkan pelatihan yang diterima.

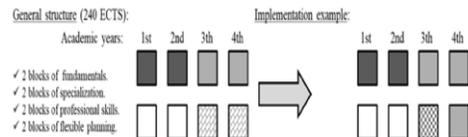
Peran profesional insinyur saat ini dan dalam waktu dekat, di mana struktur umum yang diusulkan dispesifikasikan pada Gambar 4, meliputi, antara lain: 1. Produk, proses dan insinyur sistem: Peran klasik yang berfokus pada perancangan, penerapan, pemeliharaan, dan pengelolaan produk, proses dan sistem rekayasa dan infrastruktur secara umum, serta tugas R&D terkait, yang memerlukan pengetahuan teknik dasar dan khusus. 2. Manajemen dan insinyur bisnis: Berurusan dengan tanggung jawab pengelolaan di perusahaan, dengan rekayasa ulang proses dan dengan perencanaan strategis, tugas-tugas yang diuntungkan dari menggabungkan pengetahuan dari ilmu teknik, ekonomi dan bisnis, serta pemahaman tentang hukum dan politik yang berlaku. 3. Insinyur yang berorientasi ilmiah dan penelitian: Insinyur sebagai mentor penelitian, pengembangan dan inovasi, menangani kegiatan R&D di semua tingkatan dan melihat ke masa depan sains dan teknologi, untuk membantu pembangunannya, yang semuanya memerlukan kombinasi pengetahuan teknik yang luas dan ilmu dasar dan ilmu terapan. 4. Insinyur dan regulator politik: Berfokus pada penciptaan, penerapan dan pengawasan standar teknis, prosedur manajemen mutu dan kebijakan terkait sains dan teknologi, yang membutuhkan pelatihan yang sangat luas, dengan studi teknis yang dilengkapi dengan humaniora, ilmu sosial, ekonomi, politik dan hukum. 5. Insinyur sosial dan humanistik: Profesional teknis dengan pemahaman yang mendalam tentang aspek sosial dan manusia dari ilmu pengetahuan dan teknologi, karenanya sangat cocok untuk mengawasi aspek etis dari proyek pengembangan teknologi dan untuk mendukung desain metode kegunaan dan pengembangan teknologi yang efektif.

a) Areas of knowledge: Each colour represents a different field (examples of subfields are provided -non exhaustive list-)



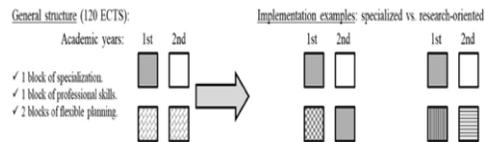
b) Proposal of general structure towards a universal Bachelor's Degree in Engineering

Each block corresponds to 30 ECTS or to 750-900 hours of student dedication. Colours correspond to areas of knowledge.

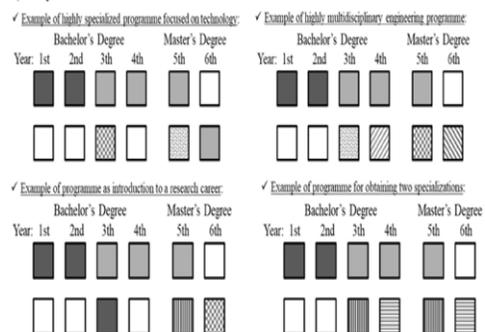


c) Proposal of general structure towards a universal Master's Degree in Engineering

Each block corresponds to 30 ECTS or to 750-900 hours of student dedication. Colours correspond to areas of knowledge.



d) Examples of the whole BSc + MSc structure:



Gambar 3. Konstruksi Skema Program Keteknikan Universal:

(a). Bidang Pengetahuan. Usulan struktur secara umum: (b). Tingkatan Sarjana Teknik dan (c). Tingkatan Magister Teknik. (d). Contoh implementasi penentuan

struktur program lengkap Tingkat Sarjana Teknik +
Magister Teknik[29].

Examples and types of engineers according to their curricular path and professional development

Type of engineer:	Possible curricular structure (BSc+MSc):						Key professional activities:
	Bachelor's Degree				Master's Degree		
	Year 1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	
1. Products, processes and systems engineers	█	█	█	█	█	█	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Design of products, processes and systems, including software, hardware and infrastructures in general. ✓ Implementation of products, processes and systems. ✓ Management of products, processes and systems. ✓ Maintenance and optimization tasks in industry. ✓ R&D tasks linked to products, processes and systems.
2. Management and business engineers	█	█	█	█	█	█	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Managing tasks in enterprises and banks. ✓ Reengineering processes for optimizing benefits. ✓ Supply chain management. ✓ Investment analyses, strategic planning. ✓ Economic viability studies. ✓ Business consultancy.
3. Scientific and research-oriented engineers	█	█	█	█	█	█	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conceiving research & development projects. ✓ Implementing research & development projects. ✓ Managing research at all levels. ✓ Looking into the future of science and technology. ✓ Defining strategic research directions and policies. ✓ Education in research oriented universities.
4. Political engineers and regulators	█	█	█	█	█	█	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Quality management in all types of industries. ✓ Policy making, application and monitoring. ✓ Development of regulations and standards. ✓ Supervision tasks in regulatory institutions. ✓ Establishment of international industrial partnerships.
5. Social and humanistic engineers	█	█	█	█	█	█	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Supervision of ethical issues in research projects. ✓ Design for usability considering human aspects. ✓ Reengineering products/processes considering ethics. ✓ Support with developing affective technologies. ✓ Engineering and technology education.
6. Media & arts and cultural engineers	█	█	█	█	█	█	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Innovative product design tasks. ✓ Application of technology to arts and culture. ✓ Application of technology to cultural heritage. ✓ Support to marketing campaigns. ✓ Engineering applied to music, cinema, gastronomy...
7. Environmental & urban planning engineers	█	█	█	█	█	█	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Performing life-cycle analyses and minimizing impacts. ✓ Support in eco-efficient design and production tasks. ✓ Optimizing energy consumption, minimizing impacts. ✓ Environmental design tasks and related certifications. ✓ Improving life quality by applying technology. ✓ Managing raw materials and energy infrastructures.
8. Biomedical and biological systems engineers	█	█	█	█	█	█	<ul style="list-style-type: none"> ✓ R&D tasks linked to human health. ✓ R&D tasks linked to biological systems. ✓ Applying and managing technology in healthcare. ✓ Applying and managing technology in nature. ✓ Activities connected to all biotechnology fields.

Gambar 4. Contoh – contoh Program Berdasarkan Struktur Usulan Secara Universal dan Jenis – Jenis Insinyur berdasarkan Kurikulum Jalur Pengembangan Profesional[29].

6. Insinyur media & seni dan budaya: Profesional dengan pemahaman disiplin teknik dasar dan terapan dan dengan latar belakang humaniora dan seni, yang terbukti menarik untuk menerapkan teknologi pada produk inovatif, seni dan budaya, perlindungan warisan budaya dan ke berbagai bidang termasuk musik, bioskop, dan keahlian memasak. 7. Insinyur lingkungan dan perencanaan kota: Disibukkan dengan desain, konstruksi dan pengelolaan lingkungan manusia masa depan, termasuk koloni ruang, menempatkan kelestarian lingkungan, pengelolaan sumber daya yang optimal, kenyamanan dan kegunaan di garis depan, yang membutuhkan pelatihan multidisiplin dalam teknologi, alam ilmu, pembuatan kebijakan dan hukum, dilengkapi dengan humaniora, ilmu sosial dan bahkan seni. 8. Insinyur sistem biomedis dan biologi: Insinyur yang mengabdikan diri untuk mendorong perkembangan teknologi ilmiah di semua jenis bioteknologi (biru, hijau, merah, putih) dan berurusan dengan pendekatan sistem rekayasa bio *hybrid* di masa depan, yang membutuhkan pengetahuan dari dasar dan disiplin ilmu teknik terapan, tetapi juga latar belakang penting dalam ilmu alam, biologi dan dasar, yang diperlukan untuk berinteraksi dengan profesional perawatan kesehatan, ahli biologi dan ilmuwan. Setelah struktur program umum, konten dan beberapa kemungkinan implementasi untuk promosi Pendidikan Teknik 5.0 telah disajikan dan didiskusikan, bagian berikut berkonsentrasi pada menganalisis pengalaman yang menginspirasi dan mengusulkan rencana aksi untuk pembangunan pola dasar baru ini untuk teknik yang lebih tinggi. pendidikan.

4. Struktur Program Pendidikan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

Misi program studi teknik elektro adalah menjadikan Program Studi Teknik Elektro yang utama berlandaskan *propethic teaching* dalam

membentuk lulusan berjiwa teknopreneur yang cerdas secara spiritual, intelektual, emosional, dan sosial. Program ini dilaksanakan berdasarkan misi – misi yang dibentuk oleh fakultas teknik dalam bentuk kegiatan yang berupa; penyelenggaraan pendidikan sains dan teknologi terintegrasi nilai-nilai Al-Islam dan Kemuhammadiyah., penyelenggaraan penelitian untuk menghasilkan karya teknologi unggul untuk masyarakat yang berkemajuan., penyelenggaraan pengabdian kepada masyarakat untuk peradaban umat., menghasilkan mahasiswa cerdas secara spiritual, intelektual, emosional, dan sosial, serta membangun layanan berbasis teknologi informasi terpadu.

Misi – misi yang disebutkan juga dibentuk oleh program studi dalam beberapa kegiatan berbentuk; Pelaksanaan pendidikan dan pengajaran yang bermutu berlandaskan Al-Islam dan Kemuhammadiyah.; Pelaksanaan penelitian teknik elektro di bidang telekomunikasi yang berkontribusi pada kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam skala global; Pelaksanaan pengabdian dan pemberdayaan masyarakat yang berkontribusi dalam memecahkan masalah masyarakat; Pengembangan jiwa kewirausahaan mahasiswa dalam bidang telekomunikasi; serta membangun sistem pengelolaan program studi teknik elektro yang amanah dan demokratis.

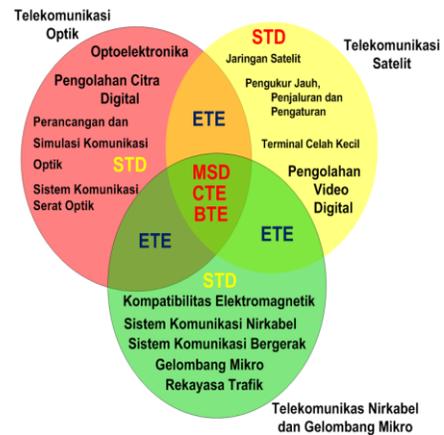
Program pendidikan teknik elektro FT – UHAMKA ini dibentuk dari 6 bahan kajian yang terdiri dari kajian matematika dan sains dasar (MSD); dalam hal ini kajian MSD memberikan gambaran kajian pembentukan dasar ilmu yang memberikan sumbangan besar dalam ilmu keteknikan. Kajian Core Teknik Elektro (CTE); kajian yang berisi tentang bahan kajian sebagai penopang atau bagian pendukung program keteknikan khususnya teknik elektro. Kajian breadth Teknik Elektro (BTE), kajian yang membahas tentang pendalaman keilmuan pada bidang teknik elektro. Kajian Matematika Tingkat Lanjutan (MTL), kajian yang membahas implementasi bidang teknik elektro yang dijelaskan secara matematis. Kajian Elective Teknik Elektro (ETE); kajian pilihan yang berkaitan dengan bidang sosial serta profesi bidang keteknikan. Bidang kajian spesialisasi tingkat dasar (STD); kajian yang membahas tentang teknologi khusus yang disesuaikan dengan profesi bidang telekomunikasi.

Kajian STD ini dibentuk berdasarkan kebutuhan pasar kerja atau keperluan industri masa sekarang.



Gambar 5. Pemetaan Konsep Program Teknik Elektro FT - UHAMKA

Sesuai dengan permintaan industri, untuk kajian STD (Spesialisasi Tingkat Dasar) dibagi menjadi 3 bagian seperti yang terlihat pada gambar 5. Subjek isi kajian pada kelompok spesialisasi dapat dilihat pada gambar 6 diagram venn dibawah ini.



Gambar 6. Kelompok spesialisasi tingkat dasar bidang telekomunikasi.

Pada kurikulum tahun 2021 ini, pembentukan spesialisasi tingkat dasar atau STD dibagi ke dalam tiga kelompok seperti yang ditampilkan pada gambar 6 diatas ini. STD ini bertujuan untuk menyiapkan mahasiswa sebagai tenaga terampil sesuai bidang kekhususan Telekomunikasi ini.

Capaian pembelajaran untuk STD ini juga terdiri dari 10 butir Sikap dan Tata Nilai, 4 butir pengetahuan, 9 butir ketrampilan umum, dan 18 butir Ketrampilan Khusus. terdiri dari ;

No	Kode (ESN00)	10 butir sikap dan tata nilai
1	ESN01	bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius
2	ESN02	menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan, agama, moral, dan etika
3	ESN03	berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan kemajuan peradaban berdasarkan Pancasila
4	ESN04	berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air, memiliki nasionalisme, serta rasa tanggung jawab pada negara dan bangsa
5	ESN05	menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, agama, dan kepercayaan, serta pendapat atau temuan orasinal orang lain
6	ESN06	bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
7	ESN07	taat hukum dan disiplin dalam kehidupan bermasyarakat dan bernegara
8	ESN08	menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik
9	ESN09	menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri
10	ESN10	Menginternalisasi semangat kemandirian, kejuangan, dan kewirausahaan

No	Kode	Penguasaan Pengetahuan
----	------	------------------------

1	EPP01	menguasai konsep teoritis sains alam, aplikasi matematika rekayasa; prinsip - prinsip rekayasa, sains rekayasa dan perancangan rekayasa yang diperlukan untuk analisis dan perancangan sistem Telekomunikasi Satelit, Telekomunikasi Optik dan Telekomunikasi Nirkabel.
2	EPP02	menguasai prinsip dan teknik perancangan sistem telekomunikasi; khususnya Telekomunikasi Satelit, Telekomunikasi Optik dan Telekomunikasi Nirkabel
3	EPP03	menguasai prinsip dan <i>issue</i> terkini dalam ekonomi, sosial, ekologi secara umum.
4	EPP04	menguasai pengetahuan tentang teknik komunikasi dan perkembangan teknologi terbaru dan terkini di bidang sistem telekomunikasi; khususnya Telekomunikasi Satelit, Telekomunikasi Optik dan Telekomunikasi Nirkabel.

No	Kode	Keterampilan Umum
1	EKU	Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang keahliannya;
2	EKU	Mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur;
3	EKU	Mampu mengkaji implikasi pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora sesuai dengan keahliannya berdasarkan kaidah, tata cara dan etika ilmiah dalam rangka menghasilkan solusi, gagasan, desain atau kritik seni;

4	EKU	Mampu menyusun deskripsi saintifik hasil kajian tersebut di atas dalam bentuk skripsi atau laporan tugas akhir dan mengunggahnya dalam laman perguruan tinggi;
5	EKU	Mampu mengambil keputusan secara tepat dalam konteks penyelesaian masalah di bidang keahliannya, berdasarkan hasil analisis informasi dan data;
6	EKU	Mampu memelihara dan mengembangkan jaringan kerja dengan pembimbing, kolega, sejawat baik di dalam maupun di luar lembaganya;
7	EKU	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;
8	EKU	Mampu melakukan proses evaluasi diri terhadap kelompok kerja yang berada di bawah tanggung jawabnya, dan mampu mengelola pembelajaran secara mandiri;
9	EKU	Mampu mendokumentasikan, menyimpan, mengamankan, dan menemukan kembali data untuk menjamin kesahihan dan mencegah plagiasi

No	Kode	Keterampilan Khusus
1	EKK01	Kemampuan untuk mengaplikasikan pengetahuan di bidang matematika, sains, dan teknik;
2	EKK02	Kemampuan untuk mendesain dan melakukan eksperimen, juga menganalisa, dan menginterpretasikan data;
3	EKK03	Kemampuan untuk mendesain suatu sistem, komponen atau proses untuk memperoleh hasil yang diinginkan dan memenuhi kendala – kendala yang realistis, seperti ekonomi, lingkungan, sosial, politik, etika,

		kesehatan dan keselamatan, dapat diproduksi, dan keberlanjutan.
4	EKK04	Kemampuan untuk bekerja sama dalam tim multi-disiplin.
5	EKK05	Kemampuan untuk mengidentifikasi, memformulasi, dan memecahkan masalah – masalah teknis.
6	EKK06	Pemahaman mengenai tanggung jawab profesi dan etika.
7	EKK07	Kemampuan untuk berkomunikasi dengan efektif.
8	EKK08	Pendidikan dengan cakupan yang luas diperlukan untuk memahami pengaruh solusi teknik dalam konteks global dan sosial.
9	EKK09	Menyadari akan kebutuhan, dan kemampuan untuk melakukan pembelajaran seumur hidup.
10	EKK010	Pengetahuan akan topik – topik terkini yang berkaitan dengan Sistem Telekomunikasi; khususnya Telekomunikasi Satelit, Telekomunikasi Optik dan Telekomunikasi Nirkabel
11	EKK011	Kemampuan menggunakan teknik, keterampilan, dan perangkat teknik modern yang dibutuhkan dalam praktik di bidang teknik.
12	EKK012	Memiliki pengetahuan yang cukup luas dalam bidang Teknik Elektro termasuk teknik tenaga, teknik telekomunikasi, sistem kendali, sistem instrumentasi, mikroelektronika, pengolahan sinyal digital, sistem mikroprosesor dan komputer serta Material Teknik Elektro.
13	EKK013	Mendalami sedikit – dikitnya salah satu bidang konsentrasi.
14	EKK014	Memiliki pengetahuan probabilitas dan statistik dan aplikasinya dalam Teknik Elektro dan sistem komputer.
15	EKK015	Memiliki pengetahuan matematika dalam kalkulus diferensial dan integral.

16	EKK016	Memiliki pengetahuan sains dasar, sains komputer, dan sains rekayasa yang diperlukan untuk menganalisis dan merancang divais elektronik atau elektrik yang kompleks, perangkat lunak dan sistem yang terdiri atas perangkat keras dan lunak.
17	EKK017	Pengetahuan dalam matematika lanjut, yaitu aljabar linear, <i>variable</i> kompleks, dan matematika diskrit.
18	EKK018	Memiliki latar belakang untuk meneruskan pendidikan pada tahap selanjutnya.

Setiap pembentukan profesi yang diharapkan harus disesuaikan dengan butir – butir pernyataan ini. Program keteknikan universal secara progresif terbentuk di seluruh dunia dengan mengikuti skema yang serupa dengan yang diusulkan dalam artikel ini dan berfokus pada promosi sebanyak mungkin fitur Pendidikan Teknik 5.0.

Usulan untuk masa yang akan datang, periode 2021-2025: Semua sumber daya pengajaran dan pelajaran dibuat terbuka dan dibagikan secara bebas melalui infrastruktur *online* yang berkontribusi pada prinsip-prinsip "pendidikan teknik untuk semua". Etika profesional secara progresif dimasukkan ke dalam semua program teknik, pertama sebagai tingkatan bawah dan pilihan, kemudian sebagai pelengkap yang diperlukan untuk jurusan. Kursus humaniora dan ilmu sosial secara progresif dimasukkan ke dalam studi teknik, dengan diawali pola pemilihan bahan kajian, dan kemudian dengan penilaian yang relevan untuk keberhasilan para insinyur. Mengadakan acara hackathon, kompetisi desain internasional, dan kursus tambahan diluar jadwal yang ditetapkan dapat dianggap memenuhi syarat untuk kredit, sebagai bagian dari kegiatan perencanaan kurikuler yang memenuhi syarat. Hal ini memberikan kontribusi untuk membuat pendidikan lebih menyenangkan, internasional, dan kolaboratif.

Pembelajaran mandiri dipromosikan, sebagai cara untuk mendukung relevansi pembelajaran sepanjang hayat. Siswa dimotivasi dan dibimbing untuk terlibat dalam perencanaan kurikuler mereka. Kemitraan layanan pembelajaran dengan pihak ketiga dapat didirikan, sebagai cara

untuk mengubah kegiatan pembelajaran berbasis proyek yang sangat bermanfaat dan menjadikannya lebih holistik, sambil bekerja menuju solidaritas dan kesetaraan. Pengalaman komersialisasi, kewirausahaan dan teknologi menjadi semakin memenuhi syarat untuk kredit pembelajaran, sekali lagi sebagai bagian dari pilihan perencanaan kurikuler. Pertemuan antara pendidik, mahasiswa, badan akreditasi, lembaga sertifikasi, dan serikat profesional untuk membantu analisa tentang Pendidikan Keteknikan 5.0, kemungkinan dampaknya, kelayakan implementasi menurut struktur yang diusulkan.

5. KESIMPULAN

Besarnya tantangan dan ancaman manusia ke depan membutuhkan transformasi dalam pendidikan teknik, yang harus melampaui tren inovasi saat ini untuk mendukung ekspansi dan dampak Industri 4.0 dan teknologi terkait[30]. Dalam arti tertentu, beberapa evolusi pendidikan teknik telah menjadi konsekuensi dari kemajuan industri, dengan universitas dan pendidik bertindak, dalam banyak kasus, dengan cara yang terlalu reaktif. Kita berada di ambang perubahan yang belum pernah terjadi sebelumnya, yang akan dipercepat berkat laju penemuan ilmiah dan teknologi yang semakin meningkat. Pada saat yang sama, kita sudah menghadapi efek dramatis dari pertumbuhan yang tidak berkelanjutan dari dekade terakhir dan kita sekarang memahami bahwa kepercayaan kita pada sains dan teknologi dapat dengan cepat tersapu oleh wabah alam yang tidak terduga.

Selain itu, masalah etika sangat penting untuk selalu dibahas, dengan beberapa teknologi inovatif, setiap hari menyerang privasi kami, menangani data kami, dan diprogram dengan bias sosial, gender, dan ras intrinsik, yang mengkhawatirkan. Oleh karena itu, untuk melatih generasi insinyur baru, yang mampu memimpin dan membimbing kemajuan teknologi dan penerapannya menuju dunia yang lebih adil dan berkelanjutan, maka perumusan pendidikan teknik sangat mendesak. Reformulasi ini harus menyatukan pandangan pemangku kepentingan sosial utama, termasuk asosiasi profesional, lembaga teknik, perwakilan dari industri, pembuat

kebijakan, dewan akreditasi, organisasi dari sektor ketiga, mahasiswa, pendidik, dan perwakilan mereka. Oleh karena itu, studi ini menghadirkan Pendidikan Teknik 5.0 sebagai visi pribadi yang didukung oleh bukti untuk transformasi pendidikan yang diinginkan. Fitur utama dari evolusi tersebut, analisis kemungkinan struktur untuk gelar teknik yang mampu mendukung transisi ini, sesuai dengan peran profesional insinyur modern, dan beberapa kasus perintis pengalaman pendidikan, yang memiliki banyak karakteristik yang diinginkan untuk masa depan teknik. pendidikan, telah dianalisis dan dibahas. Niat untuk menghasilkan debat konstruktif di masa depan dan kolaborasi internasional dan multidisiplin, untuk memandu renovasi pendidikan yang disebutkan menuju masa depan yang menarik, telah mendorong keseluruhan penelitian. Penulis akan senang untuk berdiskusi dengan rekan-rekan tentang Pendidikan Teknik 5.0 dan untuk mengatur kelompok kerja untuk mendefinisikan dan mendukung tindakan implementasi di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. UNESCO, "*Engineering: Issues Challenges and Opportunities for Development*," United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), France, **Report**, pp.392. 2010.
- [2]. Anonymous, "*Realizing Society 5.0*," Government of Japan, Tokyo, **Leaflet**, pp.1. 2021.
- [3]. M. Nagahara, "A Research Project of Society 5.0 in Kitakyushu, Japan," in *IEEE Conference on Control Technology and Applications (CCTA)*, Hong Kong, China, 2019, pp. 803-804, ISBN: 978-1-7281-2767-5.
- [4]. Y. Shiroishi, K. Uchiyama, and N. Suzuki, 2018, "Society 5.0: For Human Security and Well-Being," *Computer*, Vol. 51, No. 7, pp. 91-95. DOI: 10.1109/MC.2018.3011041.
- [5]. Anonymous, "Joint Declaration of the European Ministers of Education," M. o. Education, Ed., ed. Bologna, Italy: The European Ministers of Education, 1999.
- [6]. E. F. Crawley, J. Malmqvist, S. Östlund, D. R. Brodeur, and K. Edström, *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*: Springer International Publishing, 2014, ISBN: 9783319055619,
- [7]. EURAXESS, "Principles for innovative doctoral training," ed, 2011.
- [8]. J. J. Duderstadt, "*Engineering for a changing world: a roadmap to the future of engineering practice, research and education*," University of Michigan, Ann Arbor, Michigan 2008.
- [9]. R. Graham, "*The global state-of-the-art in engineering education*," Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts 2018.
- [10]. J. L. Martín-Núñez and A. D. Lantada, 2020, "Artificial intelligence aided engineering education: State of the art, potentials and challenges," *International Journal of Engineering Education*, Vol. (in press),
- [11]. L. J. Shuman, M. Besterfield-Sacre, and J. M. Gourty, 2005, "The ABET professional skills, Can they be taught? Can they be assessed?," *Journal of Engineering Education*, Vol. 94, pp. 41–55.
- [12]. A. D. Lantada and C. D. Maria, 2019, "Towards open - source and collaborative project based learning in engineering education: Situation, resources and challenges," *International Journal of Engineering Education*, Vol. 35, No. 5, pp. 1279–1289.
- [13]. B. Gile, *The Renaissance engineers*, 1st ed. Massachusetts: The MIT Press, 1966,
- [14]. N. Sonnad, "Google Translate's gender bias pairs "he" with "hardworking" and "she" with lazy, and other examples," in *Quartz*, ed, 2017.
- [15]. J. Hughes, *European textbook on ethics in research*. European Commission: European Union, 2010,
- [16]. M. D. Wilkinson, M. Dumontier, I. J. Aalbersberg, G. Appleton, M. Axton, A. Baak, N. Blomberg, J.-W. Boiten, L. B. da Silva Santos, P. E. Bourne, J. Bouwman, A. J. Brookes, T. Clark, M. Crosas, I. Dillo, O. Dumon, S. Edmunds, C. T. Evelo, R. Finkers, A. Gonzalez-Beltran, A. J. G.

- Gray, P. Groth, C. Goble, J. S. Grethe, J. Heringa, P. A. C. 't Hoen, R. Hooft, T. Kuhn, R. Kok, J. Kok, S. J. Lusher, M. E. Martone, A. Mons, A. L. Packer, B. Persson, P. Rocca-Serra, M. Roos, R. van Schaik, S.-A. Sansone, E. Schultes, T. Sengstag, T. Slater, G. Strawn, M. A. Swertz, M. Thompson, J. van der Lei, E. van Mulligen, J. Velterop, A. Waagmeester, P. Wittenburg, K. Wolstencroft, J. Zhao, and B. Mons, 2016, "The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship," *Scientific Data*, Vol. 3, No. 1, pp. 160018. DOI: 10.1038/sdata.2016.18.
- [17]. D. L. Fernandez, L. Raya, F. Ortega, and J. Garcia, 2019, "Project based learning meets service learning on software development education," *International Journal of Engineering Education*, Vol. 35, No. 5, pp. 1436-1445.
- [18]. G. Guest, 2006, "Life long learning for engineers: a global perspective," *European Journal of Engineering Education*, Vol. 31, No. 3, pp. 273-281.
- [19]. F. Falcone, A. V. Alejos, J. G. Cenoz, and A. L. Martin, 2019, "Implementation of higher education and life long learning curricula based on university-industry synergic approach," *International Journal of Engineering Education*, Vol. 35, No. 6, pp. 1568-1583.
- [20]. Y. Jin, S. Chripa, and S. Roche, "The role of higher education in promoting life long learning," in *UNESCO Institute for Lifelong Learning*, ed Hamburg: UNESCO, 2015, pp. 1-198,
- [21]. C. Liu, S. L. Solis, H. Jensen, E. Hopkins, D. Neale, J. Zosh, K. Hirsh-Pasek, and D. Whitebread, "Neuroscience and learning through play: a review of the evidence," The LEGO Foundation, Denmark 2017.
- [22]. A. D. Lantada, 2011, "Learning Through Play in Engineering Education," *International Journal of Engineering Education*, Vol. 27, No. 3-4, pp. 692-692.
- [23]. UN, "Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development," vol. Resolution: A/RES/70/1, ed. Paris: UNESCO, 2015.
- [24]. U. Nations. *Sustainable Development Goals*. Available: <https://sustainabledevelopment.un.org/>. [Accessed October 10th, 2021].
- [25]. A. D. Lantada, J. M. Munoz-Guijosa, E. C. Tanarro, J. E. Oteroand, and J. L. M. Sanz, 2016, "Engineering Education for All: Strategies and Challenges," *International Journal of Engineering Education*, Vol. 32, No. 5-B, pp. 2155-2171.
- [26]. K. A. website. *Online Khan Academy founded by Salman Khan*. Available: <https://www.khanacademy.org/>. [Accessed October 10th, 2021].
- [27]. A. M. Auley, B. Stewart, G. Siemens, and D. Cormier, "The MOOC model for digital practice," University of Prince Edward Island, Charlottetown, Canada, pp.1-57. 2010.
- [28]. L. Pappano. (2012, November 29th) The Year of the MOOC. *New York Times*.
- [29]. A. D. Lantada, 2020, "Engineering Education 5.0: Continuously Evolving Engineering Education," *International Journal of Engineering Education*, Vol. 36, No. 6, pp. 1814-1832.
- [30]. K. V. Henning, L. Wolf-Dieter, and W. Wahlster, 2011, "Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution," *VDI Nachrichten*, Vol. 13,