



Peluang Kompetensi *Clinical Engineering* Untuk Meningkatkan Prospek Kerja Lulusan Program Studi Teknik Biomedik di Indonesia

Ahmad Fathir Rahman*, Basari

Universitas Indonesia

Email: ahmad.fathir@ui.ac.id*, basari.st@ui.ac.id

ABSTRAK

Kata kunci:

teknik biomedis,
pengembangan kurikulum,
standar pendidikan,
penyelarasan pasar kerja
Indonesia, kebutuhan
industri

Di Indonesia, sektor teknik klinis sangat penting untuk memajukan layanan kesehatan, namun integrasi kurikulum universitas dengan tuntutan industri tetap kurang optimal. Ketidakcocokan antara penawaran pendidikan dan kebutuhan pasar ini memiliki implikasi yang signifikan bagi kelayakan kerja lulusan dan kualitas layanan kesehatan. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi secara kritis seberapa baik program akademik di bidang teknik klinis selaras dengan kebutuhan industri kesehatan Indonesia yang terus berkembang dan untuk meningkatkan peluang kerja bagi lulusan. Menggunakan analisis tematik berdasarkan model Clarke & Braun dan menggunakan pengambilan sampel purposif, wawancara dilakukan dengan pemangku kepentingan di seluruh bidang biomedis, termasuk pendidik, profesional industri, dan penyedia layanan kesehatan. Pendekatan ini memungkinkan untuk menyelami kesenjangan yang ada antara konten pendidikan dan ekspektasi industri. Penelitian ini menyoroti kurangnya pelatihan praktis yang substansial dan kolaborasi yang tidak memadai antara lembaga akademik dan industri perawatan kesehatan. Faktor-faktor ini berkontribusi pada ketidakcocokan keterampilan di antara lulusan dan menggarisbawahi perlunya penyesuaian kurikulum. Temuan utama menunjukkan bahwa mengintegrasikan pelatihan keterampilan praktis dan meningkatkan kemitraan industri-akademik merupakan langkah penting untuk meningkatkan kemampuan kerja lulusan. Studi ini menunjukkan bahwa penyesuaian kurikulum strategis diperlukan untuk mempersiapkan lulusan dengan lebih baik untuk dunia kerja.

Keywords:

biomedical engineering,
curriculum development,
educational standards,
Indonesia job market
alignment, industry needs

In Indonesia, the clinical engineering sector is crucial for advancing healthcare services, yet the integration of university curricula with industry demands remains suboptimal. This mismatch between educational offerings and market needs has significant implications for graduate employability and the quality of healthcare services. This study aims to critically evaluate how well academic programs in clinical engineering align with the evolving needs of Indonesia's healthcare industry and to enhance employment opportunities for graduates. Employing thematic analysis based on Clarke & Braun's model and drawing on purposive sampling, interviews were conducted with stakeholders across the biomedical field, including educators, industry professionals, and healthcare providers. This approach allowed for a deep dive into the existing gaps between educational content and industry expectations. The research

highlights a substantial lack of practical training and insufficient collaboration between academic institutions and the healthcare industry. These factors contribute to the skill mismatch among graduates and underscore the need for curriculum adjustments. Key findings suggest that integrating practical skills training and enhancing industry-academic partnerships are critical steps towards improving graduate employability. The study suggests that strategic curriculum adjustments are needed to better prepare graduates for the workforce.

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir Indonesia telah menyaksikan munculnya program-program teknik biomedik di berbagai universitas (Junaidi & Wulandari, 2020). Bidang interdisipliner ini menggabungkan prinsip-prinsip teknis dengan pengetahuan medis dan biologis, untuk memenuhi kebutuhan infrastruktur kesehatan dan pasar perangkat medis yang diestimasikan akan terus meningkat di Indonesia (Mahulauw et al., 2017; Siada et al., 2024). Namun, terlepas dari kemajuan ini, terdapat kesenjangan yang signifikan antara kurikulum yang disediakan oleh institusi pendidikan dengan kebutuhan sektor kesehatan. Ketidaksesuaian keterampilan ini tidak hanya membatasi kemampuan kerja lulusan tetapi juga mencerminkan masalah sistemik yang lebih luas dalam sistem pendidikan Indonesia yang kurang sukses menyelaraskan pelatihan akademis dengan kebutuhan industri (International Labour Organization, 2024).

Perkembangan dan perluasan industri kesehatan telah menyebabkan meningkatnya permintaan terhadap insinyur biomedik yang terampil. Kurikulum yang ada seringkali masih 'melenceng', tidak secara khusus menargetkan kebutuhan bidang biomedik, namun lebih ke disiplin ilmu umum di Indonesia (United Nations, 2020). Kesenjangan ini mencakup ketiga aspek, yaitu praktik klinis, sertifikasi profesi, dan pemahaman tentang regulasi industri. Data BPS 2022 yang menunjukkan hanya 12% tenaga kerja menerima pelatihan formal mengindikasikan bahwa banyak pekerja tidak mendapatkan pelatihan yang memadai untuk mengasah keterampilan praktis, termasuk dalam praktik klinis. Selain itu, statistik ILO yang mencatat 38,8% undereducated dan 14,4% overeducated mengungkapkan adanya ketidaksesuaian antara kualifikasi pendidikan dan kebutuhan pekerjaan, yang juga mencerminkan kekurangan dalam program sertifikasi profesi serta pemahaman mendalam terhadap regulasi industri. Secara keseluruhan, hal ini menekankan perlunya perbaikan terpadu dalam peningkatan pelatihan, sertifikasi, dan pemahaman regulasi guna mengatasi kesenjangan kritis dalam kompetensi tenaga kerja.

Selain itu, kurangnya kolaborasi antara universitas dan sektor industri berdampak kepada lulusan yang secara teoritis memiliki pengetahuan yang baik namun secara praktis tidak siap untuk menghadapi tuntutan dunia kerja (Rahmah & Widodo, 2019). Kesenjangan di Indonesia ini merupakan tantangan yang signifikan bagi pembangunan ekonomi dan daya saing industri, yang berpengaruh terhadap standar upah hingga kepuasan kerja dan meningkatkan risiko pengangguran (Tomy Sun Siagian dan Hazmanan Khair, 2018).

Profesi *clinical engineer* di Inggris dan Jepang menunjukkan pentingnya pendidikan formal dan regulasi dalam pengembangan Teknik Biomedik. Di Inggris, skema pelatihan dua tahun yang diselenggarakan IPEM mencakup fisika medis, pengukuran fisiologis, dan teknik rehabilitasi, dengan enam bulan praktik di rumah sakit. Lulusan yang memenuhi syarat memperoleh Diploma IPEM (IPEM, 2024) (Meldrum, S. J., 2020). Di Jepang, profesi ini diatur oleh *Clinical Engineering Act* No. 60 Tahun 1987, dengan pendidikan 3–4 tahun dan ujian nasional sebagai syarat sertifikasi. Kurikulum meliputi kedokteran dasar, teknologi biomedis, pelatihan alat medis, dan magang. Lulusan dapat melanjutkan pendidikan profesional atau bekerja, berfokus pada pengelolaan dan pengoperasian alat medis di bawah supervisi dokter. Pendekatan ini menekankan pentingnya pendidikan dan sertifikasi dalam membangun kompetensi dan pengakuan profesi Teknik Biomedik secara global.

Penelitian ini menyoroti pentingnya peningkatan keterpaduan antara kurikulum pendidikan teknik biomedik dan kebutuhan industri kesehatan di Indonesia agar lulusan tidak hanya siap secara teoritis, tetapi juga memiliki keterampilan praktis yang sesuai dengan tuntutan pasar kerja. Beberapa penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh Ahmad Fathir Rahman dan Basari (2024), menunjukkan bahwa terdapat kesenjangan signifikan antara kurikulum akademik dan kebutuhan industri kesehatan, terutama dalam aspek pelatihan praktis dan sertifikasi profesi. Studi ini juga menyoroti perlunya kerja sama erat antara akademisi, industri, dan regulator untuk menciptakan standar pendidikan yang lebih selaras dengan pasar kerja. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas integrasi kurikulum dengan kebutuhan industri serta mengusulkan pengembangan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) dan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) untuk teknik biomedik. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini mencakup peningkatan kualitas lulusan teknik biomedik, kesiapan mereka dalam menghadapi tantangan di dunia kerja, serta optimalisasi kolaborasi antara akademisi dan industri. Implementasi rekomendasi ini diharapkan dapat menjadikan lulusan teknik biomedik di Indonesia lebih kompetitif di tingkat nasional maupun internasional, serta berkontribusi pada inovasi dan efisiensi dalam sektor kesehatan melalui penerapan teknologi biomedik yang lebih efektif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai kondisi teknik biomedik di Indonesia saat ini. Narasumber yang diwawancarai telah terpilih secara spesifik melalui teknik *purposive sampling*, dimana setiap individu dipilih berdasarkan wawasan dan pengalaman mereka yang relevan. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mendapatkan informasi yang tidak hanya luas tetapi juga detail dan substantif mengenai topik yang diteliti (Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K., 2015).

Tabel 1. Penjabaran narasumber dengan pertimbangan kontribusi terhadap penelitian

No	Kategori	Pertimbangan	Kualifikasi narasumber
1	Akademisi	bertujuan untuk memberikan masukan mendalam terkait kondisi teknik biomedik dari segi educator dan menjelaskan kondisi pembelajaran pada saat ini.	(1) Kontribusi terhadap bidang (2) Diversitas perspektif (3) Peran dan pengaruh saat ini (4) Pengetahuan terhadap teknik biomedis
2	Industri	bertujuan untuk memberikan masukan terkait apa yang dibutuhkan oleh pasar serta menjabarkan terkait apakah kerja sama optimal telah tercapai antara pihak yang terkait	(5) Dampak dari pekerjaan mereka
3	Regulator	bertujuan memberikan masukan dari perspektif pengembang regulasi yang berlaku	
4	Asosiasi	bertujuan untuk memberikan masukan dari perspektif badan yang membantu lulusan serta memiliki peran dalam pengembangan standard bersama industri	
5	Rumah sakit	bertujuan untuk memberikan masukan dari perspektif salah satu target user utama dari lulusan teknik biomedik	

Dalam pengumpulan data, peneliti mengutamakan kedalaman informasi dari pada variasi, dengan tujuan spesifik untuk memperoleh evaluasi yang akurat mengenai standar yang telah diterapkan serta kondisi saat ini. Wawancara dilakukan dengan perwakilan dari berbagai sektor yang terkait dengan teknik biomedik di Indonesia, yang telah paham akan keperluan dan peran dari bidang ini dalam konteks nasional. Sumber data penelitian ini mengandalkan hasil wawancara sebagai data primer serta data sekunder dengan *literature review*, dokumen dari internet dan berkas-berkas hasil *focus group discussion* (FGD) dengan Asosiasi Teknik Biomedik yang kemudian disesuaikan untuk mendukung penelitian ini.

Teknik analisis yang peneliti gunakan adalah analisis tematik dengan mengaplikasikan model Braun & Clarke berdasarkan beberapa pertimbangan yang meliputi (a) memiliki proses pengolahan transkrip wawancara dengan beberapa metode aplikatifnya yang bersifat fleksibel, (b) kompleksitas pengerjaannya yang sedang, (c) fungsi untuk menganalisis tema dari sebuah topik yang diteliti, dan (d) estimasi waktu pengerjaan yang relatif singkat. Proses tersebut melibatkan interpretasi peneliti dengan data, pengkodean, menentukan tema, proses meninjau ulang tema, mendefinisikan, menentukan tema yang akan dijadikan penelitian utama, pengembangan dan analisis dari tema tersebut (Naeem, M., Ozuem, W., Howell, K., & Ranfagni, S., 2023). Tema yang digunakan sebagai basis penelitian ini meliputi (a) Kurikulum & Relevansi Industri, (b) Tantangan Regulasi & Pengakuan Profesional, (c) Kesenjangan Keterampilan & Pengembangan Profesional (d) Kolaborasi industri-akademik (e) Tren Masa Depan & Kemajuan Teknologi. Tema-tema tersebut dapat berkontribusi dengan memberikan informasi lebih mendalam terkait kondisi hubungan pendidikan dan pasar kerja saat ini dan letak kendala yang perlu diperbaiki.

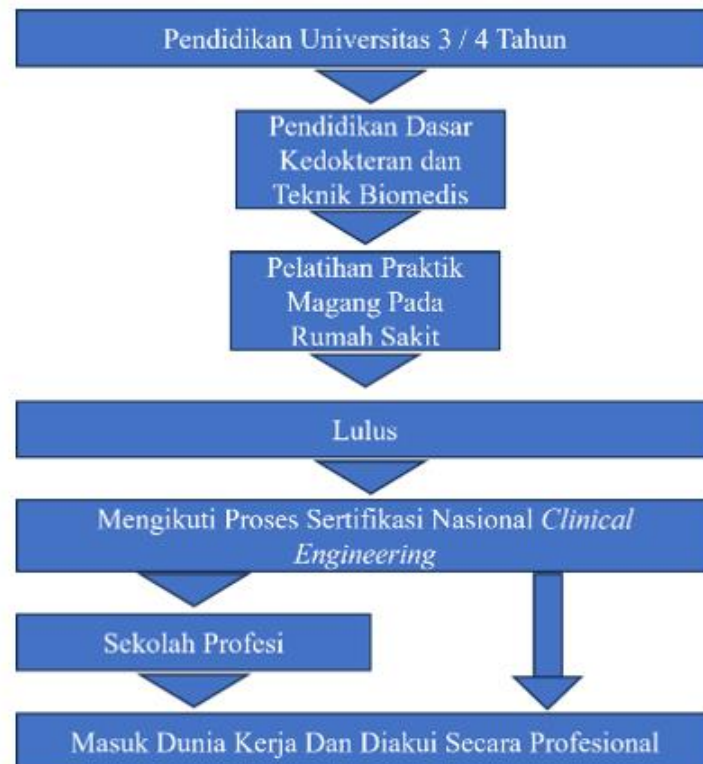
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kurikulum teknik biomedik di Indonesia sudah mencerminkan sifat multidisiplin yang menggabungkan aspek ilmu kedokteran, biologi, dan teknik. Meskipun sudah mengacu kepada standar nasional dan internasional tertentu, termasuk ilmu dasar dan secara prinsip teknik, penerapan praktisnya masih sering kurang selaras dengan kebutuhan pasar kerja. Kurikulum saat ini dominan menekankan pada penelitian dari ketimbang pelatihan praktis, yang mengakibatkan kesenjangan keterampilan bagi para lulusan yang baru memasuki dunia kerja. Para narasumber secara konsisten menekankan perlunya untuk pemetaan yang jelas dan pembaharuan kurikulum agar tetap relevan dengan industri.

Bidang teknik biomedik menghadirkan perpaduan antara peluang dan tantangan, yang mencerminkan sifat alamiah bidang ini yang terus berkembang. Peluang terletak pada mendorong inovasi melalui kolaborasi, memanfaatkan teknologi AI dan rumah sakit pintar, serta menyelaraskan kurikulum dengan kebutuhan industri yang sedang berkembang. Namun, tantangan yang signifikan termasuk terbatasnya pengakuan profesional teknik biomedik sebagai penyedia layanan kesehatan, ketergantungan yang tinggi pada perangkat medis impor, dan kurangnya dana dan infrastruktur untuk penelitian dan pengembangan lokal. Mengatasi tantangan-tantangan ini dapat membuka potensi sektor ini dan meningkatkan kontribusinya terhadap inovasi perawatan kesehatan.

Keterampilan teknis dan soft skill yang penting untuk industri dan perawatan kesehatan masih kurang, sehingga membutuhkan penyelarasan kurikulum yang lebih baik dengan tuntutan praktis. Kolaborasi antara akademisi, industri, dan layanan kesehatan di bidang teknik biomedis di Indonesia menghadapi berbagai tantangan, termasuk kesenjangan komunikasi, keterlibatan industri yang terbatas dalam pengembangan kurikulum, dan kurangnya kemitraan yang terstruktur. Terlepas dari kendala-kendala tersebut, terdapat peluang untuk meningkatkan kolaborasi melalui program magang dan inisiatif penelitian untuk menyelaraskan hasil akademis dengan kebutuhan industri dan layanan kesehatan.

Kolaborasi yang diperkuat dipandang sebagai strategi utama untuk membekali lulusan dengan keterampilan yang relevan dan meningkatkan kemampuan kerja. Gambar 1 merupakan alur kerja yang mengintegrasikan sistem Jepang dan Inggris untuk sertifikasi *clinical engineering* di Indonesia. Proses dimulai dengan pendidikan universitas 3–4 tahun yang mencakup ilmu kedokteran dan teknik biomedis, dilanjutkan magang di rumah sakit untuk pengalaman praktis. Setelah lulus, peserta mengikuti ujian sertifikasi nasional untuk standarisasi kompetensi. Lulusan tersertifikasi dapat memilih melanjutkan ke sekolah profesi atau langsung bekerja sebagai *clinical engineer* profesional. Pendekatan ini memastikan kompetensi standar internasional, meningkatkan kualitas layanan kesehatan, dan menjamin keselamatan pasien melalui pengelolaan peralatan medis yang profesional.



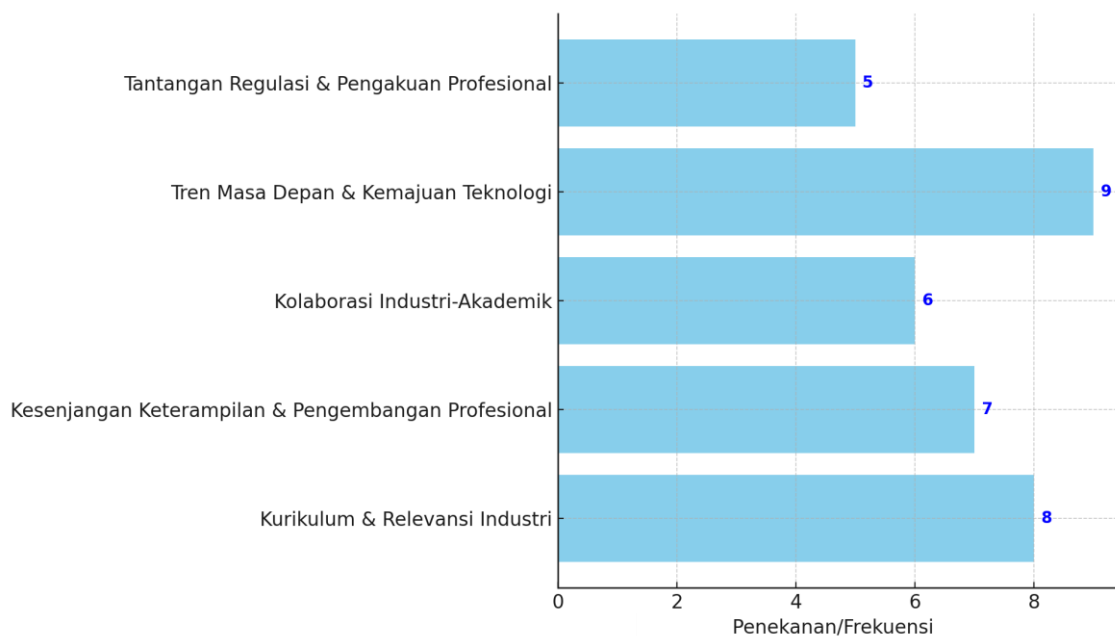
Gambar 1. Integrasi alur kerja *clinical engineering* Jepang dan UK untuk penerapan di Indonesia

Tren ke depan dalam bidang teknik biomedik di Indonesia sangat dipengaruhi oleh kemajuan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligent* - AI), teknologi kuantum, dan rumah sakit pintar (McLean & Osei-Frimpong, 2019; Stodt et al., 2023). Insinyur biomedis diharapkan dapat memainkan peran penting dalam mengembangkan alat diagnostik, perangkat terapeutik, dan solusi perawatan kesehatan terintegrasi. Kompetensi di bidang AI, bioinformatika, dan kepatuhan terhadap peraturan diantisipasi akan menjadi sangat penting, sehingga membutuhkan perubahan signifikan dalam fokus akademik untuk mempersiapkan lulusan menghadapi tuntutan yang muncul

Tema utama dari analisis masalah pendidikan teknik biomedis, dengan menampilkan penekanan relatif atau frekuensi diskusi untuk setiap tema. Angka-angka ini mewakili tingkat diskusi dan keprihatinan terkait berbagai aspek pendidikan dan praktik industri, yang diilustrasikan dalam satuan sembarang. Tema "Kurikulum & Relevansi Industri" mendapatkan nilai 8, mengindikasikan tingkat diskusi yang tinggi tentang seberapa baik kurikulum mempersiapkan siswa untuk industri biomedis, termasuk keseimbangan antara pengetahuan teoritis dan keterampilan praktis. "Kesenjangan Keterampilan & Pengembangan Profesional" diberi nilai 7, menunjukkan fokus signifikan pada identifikasi dan penanganan perbedaan antara keterampilan yang diajarkan di setting pendidikan dan yang dibutuhkan di tempat kerja.

"Kolaborasi Industri-Akademik" memiliki nilai 6, mencerminkan jumlah diskusi yang moderat tentang keadaan dan peningkatan potensial dalam kolaborasi antara

lembaga pendidikan dan industri biomedis. "Tren Masa Depan & Kemajuan Teknologi" mendapat nilai tertinggi yaitu 9, menandakan penekanan kuat pada antisipasi dan integrasi perubahan teknologi masa depan seperti *Artificial Intelligence* (AI) dan rumah sakit pintar ke dalam kurikulum dan praktik biomedik. Terakhir, "Tantangan Regulasi & Pengakuan Profesional" memiliki nilai terendah yaitu 5, menunjukkan bahwa meskipun ada diskusi tentang masalah regulasi dan pengakuan profesional, tema ini kurang ditekankan dibandingkan dengan tema lain. Peta ini dirancang untuk membantu pemangku kepentingan memahami area fokus utama dan keprihatinan dalam kurikulum dan praktik industri secara lebih mudah.



Gambar 2. Peta Tematik Isu Pendidikan Teknik Biomedis

Berdasarkan hasil wawancara dengan para narasumber dari berbagai sektor yang memiliki relevansi terhadap teknik biomedik, dapat disimpulkan bahwa langkah pertama yang sebaiknya dilakukan adalah mengevaluasi kembali kurikulum yang diajarkan dalam perguruan tinggi. Penerapan sistem yang mengadopsi continuous improvement memiliki potensi yang tinggi dalam memastikan gap antara kebutuhan industri dengan pengetahuan yang diberikan dalam perguruan tinggi minimal (Mahardhani et al., 2023). Memastikan dan menyiapkan lulusan dengan keahlian yang kompetitif serta relevan dengan apa yang dibutuhkan dalam pasar pekerjaan. Dalam pembentukan kurikulum yang bersifat inklusif berbagai pihak perlu dilibatkan. Pihak-pihak tersebut memiliki peran tersendiri, dalam hal pihak pemerintah adalah menyediakan kebijakan yang mendukung dan memastikan kolaborasi antara industri serta akademisi berjalan dengan baik (Naeem et al., 2023). Di Indonesia kebijakan tersebut bisa dalam bentuk regulasi yang mengatur dan memastikan segala hal yang berhubungan dengan tenaga kesehatan atau standar profesi yang diakui

secara nasional dalam bentuk Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) dan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) (Mirzaei & Darroudi, 2017).

Kurikulum adalah "nyawa" dari institusi pendidikan atau sistem pembelajaran. Kurikulum yang kurang sesuai akan berdampak terhadap pendidikan serta prospek mahasiswa. Dalam konteks Indonesia, pentingnya kurikulum yang tepat terlihat jelas dalam peran dokumen SKKNI dan Kerangka KKNI. Seperti yang dijabarkan pada situs Kementerian Ketenagakerjaan, dokumen SKKNI dan KKNI merupakan standar acuan profesi nasional yang memiliki peran penting dalam pengembangan kurikulum pendidikan perguruan tinggi. Hal tersebut didukung dalam pasal 29 UU Pendidikan Tinggi dimana acuan pokok dalam penetapan kompetensi lulusan pendidikan akademik, pendidikan vokasi, dan pendidikan profesi adalah KKNI dan juga Standar Nasional Pendidikan Tinggi yang diatur oleh Permendikbud No. 3 tahun 2020 (Junaidi, A., & dkk., 2020).

KKNI dan SN-DIKTI merupakan dua standard yang berbeda namun keduanya saling berhubungan dimana SN-DIKTI berfungsi sebagai patutan dengan memberikan kerangka dasar serta menjamin pendidikan yang efektif, inklusif, dan adaptif sedangkan KKNI menyediakan daftar kompetensi yang perlu dikuasai oleh profesi relevan yang tersedia di pasar kerja Indonesia. Dalam Permendikbud No. 73 Tahun 2003 yang membahas tentang penerapan KKNI bidang pendidikan tinggi perguruan tinggi mempunyai tugas serta fungsi (Maslahah, 2018):

- 11) Setiap program studi memiliki kewajiban menyusun deskripsi capaian pembelajaran minimal mengacu pada KKNI bidang pendidikan sesuai dengan jenjang
- 12) setiap program studi wajib menyusun kurikulum, melaksanakan, dan mengevaluasi pelaksanaan kurikulum mengacu pada KKNI bidang pendidikan tinggi dengan kebijakan, regulasi dan panduan tentang penyusunan kurikulum program studi.

Laporan Review Kurikulum Mengacu KKNI Dan Standar Nasional Pendidikan Tinggi (SNPT) 2016 penerapan diuraikan menjadi beberapa tahapan yaitu, menyusun capaian pembelajaran, merumuskan profil lulusan program studi, perumusan standar kompetensi lulusan learning outcomes, perumusan capaian pembelajaran program studi (*program learning outcomes*/PLO), perumusan capaian pembelajaran mata kuliah (*course learning outcomes*/CLO), menemukan konsep kunci dan kata kunci pada capaian pembelajaran mata kuliah, pengembangan RPKPS (Rencana Program dan Kegiatan Pembelajaran Semester. Dalam salah satu penelitian yang dilakukan oleh Bima Garyn Destyawan (2024) mengenai tinjauan kesesuaian implementasi terhadap standar SKKNI menyatakan bahwa dari sekian mata kuliah yang diajarkan pada perguruan tinggi terkait menghasilkan rata-rata nilai kesesuaian sebesar 64,54% dan perlu tetap dilakukan evaluasi kedepannya agar tetap relevan dengan kebutuhan industri.

Kondisi saat ini dimana SKKNI dan KKNI bidang teknik biomedik yang belum terbentuk merupakan salah satu kontributor terhadap kesenjangan antara yang diajarkan pada perguruan tinggi dan yang dibutuhkan oleh pasar kerja Indonesia. Fungsi utama dari KKNI adalah memberikan acuan yang jelas terhadap kompetensi yang dibutuhkan dan

dengan tidak adanya acuan tersebut pihak perguruan tinggi masih dapat mengacu kepada bidang-bidang yang relevan namun hal tidak dapat dipastikan cocok dengan kondisi nyata. Hal tersebut didukung dengan hasil wawancara dengan para narasumber dimana mereka semua setuju bahwa terdapat kesenjangan yang jelas antara perguruan tinggi dengan industri.

Dengan pertimbangan informasi yang didapat dari wawancara, peneliti mengajukan pengembangan *draft* pembagian level setiap posisi tenaga kesehatan teknik biomedik yang dijabarkan secara detail pada Tabel 2. Untuk langkah awal peneliti fokus terhadap posisi sudah diakui oleh Kementerian Kesehatan standar dengan kualifikasi yang sudah ditetapkan oleh Kementerian Ketenagakerjaan selaku badan yang bertanggung jawab terhadap penentuan dan pengembangan standar profesi, dengan penambahan *clinical engineer* sebagai posisi tenaga kesehatan baru yang dapat diajukan kepada Kementerian Kesehatan.

Tabel 2. Pengajuan draft KKNI berdasarkan posisi tenaga kesehatan yang sudah diakui oleh Kementerian Kesehatan dengan penambahan posisi *clinical engineering*

No	Level	Posisi	Pertimbangan
1	7 / 8	<i>Clinical engineer</i>	Sebagai pertimbangan dengan persyaratan yang ditentukan pada situs Kementerian Ketenagakerjaan yang menyatakan bahwa lulusan Program Magister terdapat dalam kategori level 8 dan lulusan S2 teknik biomedik memiliki kualifikasi dari pengertian teoritis yang mendalam sehingga dapat memberikan masukan serta <i>insight</i> dalam industri yang ditempatkan. Untuk S1 karena dari segi kurikulum sekarang yang berdasarkan hasil wawancara masih kurang dari pengalaman praktis dapat memposisikan dirinya dalam level 7. Level 8 sudah masuk ke dalam kategori ahli dalam dunia profesional sedangkan level 7 masih di level teknisi/analisis. Berdasarkan standard yang ditetapkan FDA tanggung jawab dari <i>clinical engineer</i> seperti yang dibahas pada meliputi: (1) Meninjau ulang data ilmiah, metode pengujian, dan deskripsi alat dalam pengajuan alat medis. (2) Mengevaluasi keakuratan, presisi, dan keandalan data teknis. (3) Memaparkan ulasan, kesimpulan, dan rekomendasi kepada panel ulasan ilmiah. (4) Menulis dan mengevaluasi pedoman untuk data yang diperlukan dalam tindakan alat. (5) Melakukan riset untuk mendukung pengembangan standar ilmiah untuk produk

No	Level	Posisi	Pertimbangan
			obat. (6) Memberi nasihat tentang kegiatan riset yang terkait dengan zat obat, formulasi, dan proses manufaktur. Pertimbangan level 7 karena pihak asosiasi teknik biomedik Indonesia sedang berupaya membentuk kelas profesi yang bertujuan meningkatkan kualitas lulusan teknik biomedik.
2	6	Ahli teknologi laboratorium medis	Bidang terdapat pada jenjang pendidikan S1 dan berdasarkan kualifikasi yang ditentukan oleh Kementerian Ketenagakerjaan level profesi tersebut berada level 6. Pada level tersebut kualifikasi dapat dikategorikan sebagai ahli.
3	6	Fisikawan medis	Bidang terdapat pada jenjang pendidikan S1 dan berdasarkan kualifikasi yang ditentukan oleh Kementerian Ketenagakerjaan level profesi tersebut berada level 6. Pada level tersebut kualifikasi dapat dikategorikan sebagai ahli.
4	6	Ortotik prostetik	Bidang terdapat pada jenjang pendidikan S1 dan berdasarkan kualifikasi yang ditentukan oleh Kementerian Ketenagakerjaan level profesi tersebut berada level 6. Pada level tersebut kualifikasi dapat dikategorikan sebagai ahli.
5	4 / 5	Elektromedis	Jurusan elektromedis terdapat pada D-III hingga D-IV dan berdasarkan kualifikasi yang ditentukan oleh Kementerian Ketenagakerjaan level profesi tersebut berada level 4 atau 5 bergantung terhadap status pendidikannya. Pada level tersebut kualifikasi dapat dikategorikan sebagai teknisi/analisis. Tanggung jawab dari bidang tersebut dibahas dalam MENKES No. 371 yang menyatakan bahwa tugas mereka adalah menjamin terselenggaranya pelayanan kesehatan khususnya kelayakan siap pakai peralatan kesehatan dengan tingkat keakurasian dan keamanan serta mutu yang standar.

Hasil dari *draft* pada Tabel. 1 dan 2 merupakan pengajuan dasar dan dapat digunakan sebagai diskusi awal terkait pembentukan KKNi. Agar pembagian lebih akurat penulis menyarankan diskusi lebih lanjut dengan segala pihak yang relevan dalam bidang tersebut.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyoroti pentingnya peningkatan keterpaduan antara kurikulum pendidikan teknik biomedik dan kebutuhan industri kesehatan di Indonesia agar lulusan tidak hanya siap secara teoritis, tetapi juga memiliki keterampilan praktis yang sesuai dengan tuntutan pasar kerja. Perkumpulan Ahli Teknik Biomedik Indonesia (PATBI) memiliki peran strategis dalam mendukung pembentukan Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) untuk clinical engineer, dengan mengadopsi pendekatan dari sistem Jepang dan Inggris yang berpotensi meningkatkan standar kompetensi tenaga teknik biomedik. Standarisasi ini akan berdampak luas pada sektor pendidikan, pelayanan kesehatan, dan industri dengan meningkatkan kualitas lulusan, memastikan pengelolaan peralatan medis yang lebih aman dan efisien, serta menjamin kesiapan tenaga kerja menghadapi perkembangan teknologi kesehatan modern.

Pengembangan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) dan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) untuk teknik biomedik menjadi langkah strategis yang dapat memberikan acuan nasional bagi perguruan tinggi dalam menyesuaikan kurikulum, memperkuat kolaborasi dengan industri, serta meningkatkan kualitas dan akreditasi pendidikan. Kesimpulan utama dari penelitian ini menegaskan bahwa kerja sama yang erat antara industri dan akademi sangat diperlukan, mengingat meskipun perguruan tinggi di Indonesia unggul dalam aspek teori, masih terdapat kesenjangan dalam pemenuhan kualifikasi praktis yang dibutuhkan industri kesehatan. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut direkomendasikan untuk mengevaluasi efektivitas implementasi SKKNI dan KKNI serta dampaknya terhadap kualitas lulusan dan kesiapan kerja di sektor kesehatan. Dengan implementasi rekomendasi ini, diharapkan lulusan teknik biomedik Indonesia tidak hanya mampu bersaing di pasar kerja nasional, tetapi juga internasional, serta berkontribusi pada peningkatan pelayanan kesehatan melalui inovasi dan penerapan teknologi biomedik yang lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Junaidi, A., & Wulandari, D. (2020). *Buku panduan penyusunan kurikulum pendidikan tinggi di era industri 4.0 untuk mendukung merdeka belajar-kampus merdeka*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- Mahardhani, A. J., Nadeak, B., Hanika, I. M., SENTRYO, I., & Kemala, R. (2023). A new approach to curriculum development: The relevance of the higher education curriculum to industry needs. *International Journal of Educational Research Excellence (IJERE)*, 2(2), 501–509. <https://doi.org/10.55299/ijere.v2i2.620>
- Mahulauw, A. K., Santosa, D. B., & Mahardika, P. (2017). Pengaruh Pengeluaran Kesehatan dan Pendidikan Serta Infrastruktur Terhadap Indeks Pembangunan

- Manusia di Provinsi Maluku. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 14(2), 122–148.
- Maslahah, A. U. (2018). Penerapan kurikulum mengacu kkn dan implikasinya terhadap kualitas pendidikan di ptkin. *Edukasia: Jurnal Penelitian Pendidikan Islam*, 13(1), 227–248. <https://doi.org/10.21043/edukasia.v13i1.5717>
- McLean, G., & Osei-Frimpong, K. (2019). Hey Alexa... examine the variables influencing the use of artificial intelligent in-home voice assistants. *Computers in Human Behavior*, 99, 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.05.009>
- Mirzaei, H., & Darroudi, M. (2017). Zinc oxide nanoparticles: Biological synthesis and biomedical applications. *Ceramics International*, 43(1), 907–914.
- Meldrum, S. J. (2020). Clinical Engineering in the United Kingdom. Dalam J. Dyro, *The Clinical Engineering Handbook* (hal. 58-61). New York: Elsavier.
- Naeem, M., Ozuem, W., Howell, K., & Ranfagni, S. (2023). A step-by-step process of thematic analysis to develop a conceptual model in qualitative research. *International Journal of Qualitative Methods*, 22, 16094069231205788.
- Rahmah, A. N., & Widodo, S. (2019). Peranan sektor industri pengolahan dalam perekonomian di Indonesia Rahmah, Amaliya Nur, & Widodo, Sugeng. (2019). Peranan sektor industri pengolahan dalam perekonomian di Indonesia dengan pendekatan Input–Output tahun 2010–2016. *Economie: Jurnal Ilmu Ekono. Economie: Jurnal Ilmu Ekonomi*, 1(1), 14–37.
- Putri, A. K., & Febriani, R. E. (2021). *Analisa (Mis) Match Tenaga Kerja Di Asia Tenggara. Convergence: The Journal of Economic Development*, 2(2), 133–149. <https://doi.org/10.33369/convergence-jep.v2i2.13936>
- Setiawan, D. F., Indriasari, I., Darmaputra, M. F., & Lestari, U. P. (2024). Challenges for micro, small, and medium enterprises facing digitalization in accounting. *Soedirman Economics Education Journal*, 6(1), 69–79.
- Siada, G. M., Rumampuk, J. F., & Lintong, F. (2024). Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Range of Motion (ROM) Articulatio Talocruralis pada Lansia. *Jurnal Biomedik: JBM*, 16(1).
- Stodt, J., Reich, C., & Clarke, N. (2023). Unified intersection over union for explainable artificial intelligence. *Proceedings of SAI Intelligent Systems Conference*, 758–770. https://doi.org/10.1007/978-3-031-47724-9_50
- Tomy Sun Siagian dan Hazmanan Khair. (2018). No Title. *Ilmiah Magister Manajemen*, 1(1), 59–70. <https://doi.org/https://doi.org/10.30596/maneggio.v1i1.2241>