

SCL-STEM BERBASIS METAVERSE DALAM KURIKULUM MERDEKA BELAJAR UNTUK MENGEMBANGKAN POTENSI MAHASISWA TEKNIK MESIN

Bella Cornelia Tjiptady & Agus Dwi Putra
Universitas Islam Raden Rahmat Malang, Indonesia
E-mail: bella_tjiptady@uniramalang.ac.id

Abstrak: Pembelajaran *Student Center Learning* berbasis *Science, Technology, Engineering and Math* (SCL-STEM) yang didukung dengan kebijakan pemerintah terkait merdeka belajar merupakan suatu peluang bagi mahasiswa untuk belajar tanpa batas dan mengembangkan potensinya. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mewujudkan merdeka belajar di era metaverse salah satunya yaitu dengan memperhatikan kurikulum yang digunakan. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif. Pengecekan keabsahan data dilakukan dengan menggunakan teknik triangulasi, *member check*, dan konfirmasiabilitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SCL-STEM dalam kurikulum merdeka belajar terdiri dari beberapa aspek yaitu: aspek implementasi model SCL-STEM, aspek implementasi LMS, aspek implementasi *virtual meeting*, aspek implementasi *discuss*, aspek implementasi kelengkapan bahan ajar, aspek implementasi kemudahan transfer ilmu melalui video pembelajaran, aspek implementasi kemudahan penyelesaian tugas. Hasil penelitian berdasarkan analisis data yaitu adanya SCL-STEM berbasis metaverse dalam kurikulum merdeka belajar di UNIRA Malang, dapat memberikan kemudahan mahasiswa terutama dalam berinteraksi secara langsung dengan dosen atau sesama mahasiswa melalui *platform* dan *Learning Management System*. Adanya SCL-STEM berbasis metaverse dalam kurikulum merdeka belajar juga dapat meningkatkan potensi mahasiswa teknik mesin.

Kata Kunci: SCL STEM, Metaverse, Kurikulum Merdeka Belajar, Teknik Mesin

Abstract: *Student Center Learning based on Science, Technology, Engineering and Math (SCL-STEM) learning which is supported by government policies regarding independent learning is an opportunity for students to study without limits and develop their potential. The purpose of this research is to realize independent learning in the metaverse era, one of which is by paying attention to the curriculum used. The research method used is qualitative. Checking the validity of the data is done by using triangulation, member check, and confirmability techniques. The results of the study show that SCL-STEM in the independent learning curriculum consists of several aspects, namely: implementation aspects of the SCL-STEM model, aspects of LMS implementation, aspects of implementation of virtual meetings, aspects of implementation discuss, aspects of implementation of completeness of teaching materials, aspects of implementation of ease of knowledge transfer via video learning, aspects of the implementation of the ease of completing tasks. The results of the research based on data analysis, namely the presence of metaverse-based SCL-STEM in the independent learning curriculum at UNIRA Malang, can provide convenience for students, especially in interacting directly with lecturers or fellow students through platforms and Learning Management Systems. The existence of metaverse-based SCL-STEM in the independent learning curriculum can also increase the potential of mechanical engineering students.*

Keywords: *SCL-STEM, Metaverse, Free Learning Curriculum, and Mechanical Engineering*

PENDAHULUAN

Teknologi metaverse saat ini memiliki berbagai keunggulan salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai alat bagi dunia pendidikan untuk membuat pelayanan pembelajaran lebih baik (Richter et al., 2021). Disisi lain kehadiran teknologi metaverse tersebut secara tidak langsung juga dapat menjadi tantangan dunia pendidikan untuk terus beradaptasi (Ketterlin-Geller et al., 2020). Pada era metaverse saat ini mahasiswa memiliki peluang untuk mendapatkan kemerdekaan dalam belajar tanpa terbatas ruang dan waktu, karena aktifitas mahasiswa telah dikelilingi oleh banyak peralatan digital komputer pribadi, sistem penyiaran digital, dan ponsel (Sandrone et al., 2021). Saat ini mahasiswa juga cenderung lebih tertarik pada barang-barang berteknologi tinggi sehingga sulit untuk berkonsentrasi pada kuliah di kelas. Oleh karena itu pentingnya melibatkan teknologi yang diimplementasikan dalam kurikulum sebagai pedoman atau acuan kegiatan pembelajaran (Yanez et al., 2019). Sehingga langkah awal untuk mewujudkan merdeka belajar di

era metaverse salah satunya yaitu dengan memperhatikan kurikulum serta memperhatikan kualitas pembelajaran yang dilakukan oleh para dosen di perguruan tinggi.

Colombo & Piva (2020) menyatakan bahwa kerangka kerja metaverse terdiri dari perangkat keras, komputasi, jaringan, *platform virtual*, dan konten. Metaverse terdiri dari tiga komponen penting yaitu, perangkat keras, perangkat lunak, dan konten. Ho et al., (2020) menyatakan bahwa metaverse juga terdiri dari tiga pendekatan yaitu, interaksi pengguna, implementasi, dan aplikasi. Sen & Kiray (2021) realisasi metaverse dalam pendidikan sangat bergantung pada teknologi terkini. Oleh karena itu, berbagai teknologi dapat menjadi infrastruktur metaverse dalam pendidikan, yang bertanggung jawab untuk memberikan dukungan besar bagi komponen baik di dunia nyata maupun dunia metaverse. Komponen infrastruktur teknologi metaverse dalam pendidikan yaitu komunikasi dan jaringan berkecepatan tinggi, teknologi analitis, dan smart *wearable device*.

Efektivitas pendidikan dan pembelajaran akan bermasalah ketika pengelolaan pembelajaran dan kurikulumnya belum maksimal (Suzuki et al., 2020). Permasalahan yang ditemui antara lain adalah: a) belum optimalnya perangkat pembelajaran SCL-STEM guna mengembangkan potensi mahasiswa; b) masih rendahnya pemahaman dosen terhadap kurikulum yang meliputi pendekatan dan prinsip pengembangan kurikulum, serta penilaian hasil belajar yaitu pengembangan instrumen penelitian hasil belajar; dan c) dalam menghadapi persaingan di era metaverse pengalaman implementasi kemerdekaan belajar mahasiswa teknik mesin masih kurang. Solusi dari permasalahan tersebut yaitu dengan adanya SCL-STEM berbasis metaverse dalam kurikulum merdeka belajar. Pengembangan kurikulum digunakan sebagai acuan untuk mengembangkan pembelajaran dalam mencapai pendidikan yang bermutu dengan standar yang jelas, target yang terukur, dan budaya yang akan dicapai (Barry et al., 2021).

Model pengembangan kurikulum terbagi menjadi berbagai jenis, kemudian aspek yang melandasi pengembangan kurikulum juga terdiri dari beberapa jenis yaitu penggunaan filsafat, studi pelajar, saran dari spesialis mata pelajaran, studi kehidupan kontemporer, dan penggunaan psikologi pembelajaran. Langkah utama dalam pengembangan kurikulum SCL-STEM yaitu dengan memperhatikan landasan yang harus diterapkan terlebih dahulu sebagai acuan atau pedoman. Landasan tersebut yaitu: teknologi terkini, landasan filosofis, psikologis, serta landasan sosial budaya. Selanjutnya terdapat empat model kurikulum yang banyak diacu dalam pengembangan kurikulum, yaitu model kurikulum subjek akademis, humanistik, rekonstruksi sosial dan kompetensi. Sehingga dalam pengembangan kurikulum SCL-STEM berbasis metaverse ini harus memiliki landasan yang tepat agar tujuan pembelajaran dapat tercapai. Manfaat dari penelitian ini yaitu akan dibuat desain atau model sehingga dapat diadopsi untuk mempermudah proses implementasinya.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif (Tjiptady et al., 2022). Pendekatan kualitatif dipilih karena beberapa pertimbangan antara lain: permasalahan yang dikaji dalam penelitian tentang SCL-STEM berbasis metaverse membutuhkan sejumlah data lapangan yang sifatnya kontekstual serta aktual, penelitian ini lebih bersifat induktif karena membutuhkan penerapan secara naturalistik dan terbuka bagi pengembangan penelitian lebih lanjut, dan penelitian ini merupakan upaya untuk menemukan solusi guna mewujudkan merdeka belajar dan mengembangkan potensi mahasiswa teknik mesin. Pengumpulan data menggunakan teknik wawancara, observasi, dan dokumentasi. Pengecekan keabsahan data dilakukan dengan menggunakan teknik triangulasi, *credibility*, *transferability*, dan *member check*. Partisipan penelitian yaitu 5 dosen program studi teknik mesin UNIRA Malang, 4 tim penyusun kurikulum UNIRA Malang, 3 mahasiswa teknik mesin UNIRA Malang, serta 3 dosen sebagai validator ahli kurikulum dari Universitas Negeri Malang. Data yang telah terkumpul pada saat penelitian diorganisir, ditafsir dan dianalisis secara berulang-ulang, melalui *case study design* guna menyusun konsep dan temuan penelitian. Adapun langkah-langkah dalam analisis data yaitu: a) reduksi data, b) *display* data, dan c) kesimpulan atau verifikasi.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil analisis data terkait SCL-STEM menunjukkan bahwa model tersebut merupakan sebuah inovasi pembelajaran pada Program Studi Teknik Mesin yang dapat mengakomodir kebutuhan mahasiswa dalam proses pembelajaran digital serta meraih dan mewujudkan merdeka belajarnya.

Pelaksanaan SCL-STEM yaitu melalui kegiatan yang menuntun mahasiswa dalam mengembangkan kapabilitasnya terutama dalam menyelesaikan tantangan yang diberikan oleh dosen. Tantangan tersebut diberikan agar mahasiswa menyelesaikan permasalahan secara mandiri (*student center learning*). SCL-STEM berbasis metaverse dalam kurikulum merdeka belajar yang dilakukan di UNIRA Malang dimulai dari persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi.

Hasil

Siklus SCL-STEM berbasis metaverse dalam kurikulum merdeka belajar yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



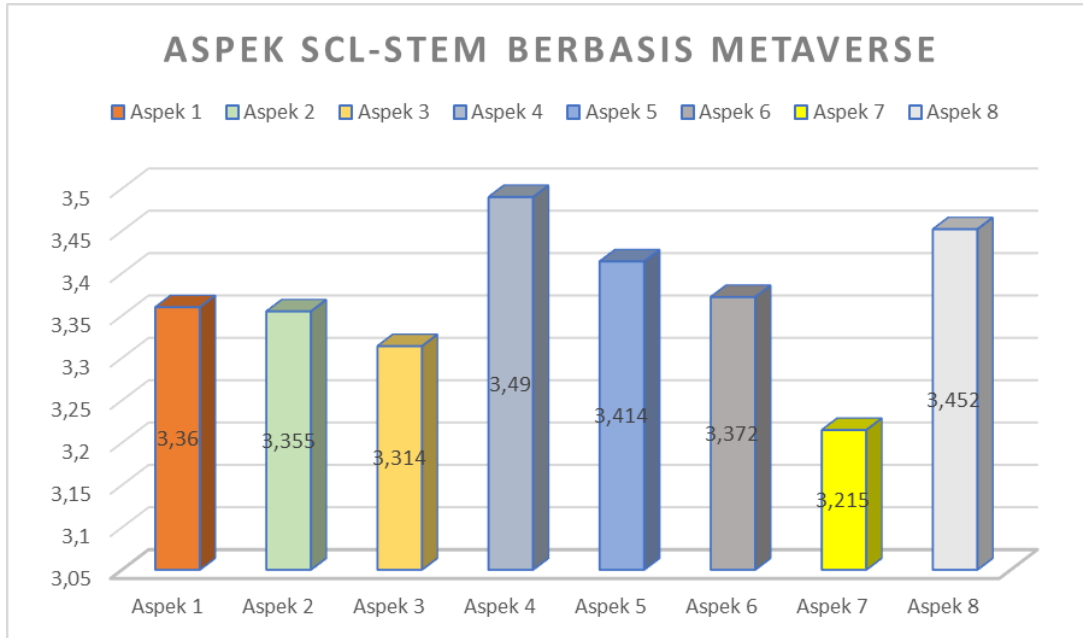
Gambar 1. Siklus SCL-STEM Berbasis Metaverse

Gambar 1. menjelaskan bahwa siklus SCL-STEM diawali dengan siklus pertama mahasiswa mengeksplorasi ide berbasis STEM bidang teknik mesin (material teknik dan metalurgi) *saat virtual meeting*. Kemudian dosen memberikan pertanyaan *esensial* yang berkaitan dengan pengembangan ide, mahasiswa mendapatkan *challenge* bernuansa STEM atau *STEM activities* untuk diselesaikan secara berkelompok melalui *virtual meeting*, diskusi kelompok (*solution action*) pada *virtual class* atau forum diskusi lain yang tersedia di *learning management system*. Mahasiswa menyajikan hasil, selanjutnya menyelesaikan penilaian diri untuk mengukur ketercapaian indikator pencapaian potensi diri. Kemudian dilanjutkan dengan refleksi diri dan melakukan publikasi karya yang dihasilkan baik berupa karya tulis (artikel), produk prototipe, atau karya lain dengan tema (material teknik dan metalurgi) yang sesuai dengan bakat dan potensinya.

Selanjutnya setelah mengimplementasikan model SCL-STEM, peneliti meminta mahasiswa semester 3 Teknik Mesin UNIRA Malang untuk mengisi angket respon yang terdiri dari 40 butir pernyataan terhadap pelaksanaan model SCL-STEM yang telah dilakukan. Aspek tersebut terdiri dari: 1) aspek implementasi model SCL-STEM, 2) aspek implementasi LMS, 3) aspek implementasi *virtual meeting*, 4) aspek implementasi *discuss*, 5) aspek implementasi kelengkapan bahan ajar, 6) aspek implementasi kemudahan transef ilmu melalui video pembelajaran, 7) aspek implementasi kemudahan penyelesaian tugas, dan 8) pendapat mahasiswa terhadap pembelajaran menggunakan Model SCL-STEM. Pada Gambar 2. menunjukka hasil respon mahasiswa Teknik Mesin UNIRA Malang terkait pelaksanaan SCL-STEM berbasis metaverse.

Gambar 2. dibawah ini menunjukkan bahwa aspek implementasi SCL-STEM berbasis metaverse termasuk dalam kategori baik yang ditunjukkan dengan skor 3,36. Aspek kedua yaitu implementasi LMS dalam kategori baik yang ditunjukkan dengan skor 3,35. Aspek ketiga implementasi *Virtual Meeting* dalam kategori baik yang ditunjukkan dengan skor 3,31. Aspek implementasi *discuss* dalam kategori sangat baik yang ditunjukkan dengan skor 3,49. Aspek implementasi kelengkapan bahan ajar dalam kategori sangat baik yang ditunjukkan dengan skor 3,41. Aspek implementasi kemudahan transef ilmu melalui video pembelajaran dalam kategori baik yang ditunjukkan dengan skor 3,37. Aspek implementasi kemudahan penyelesaian tugas dalam kategori baik yang ditunjukkan dengan skor 3,21. Pendapat mahasiswa terhadap pembelajaran menggunakan Model SCL-STEM berbasis metaverse dalam kategori

sangat baik yang ditunjukkan dengan skor 3,4. Berdasarkan analisis data model SCL-STEM yang telah dilakukan di UNIRA Malang, model tersebut dapat memberikan kemudahan mahasiswa terutama dalam berinteraksi secara langsung dengan dosen atau sesama mahasiswa melalui platform dan *Learning Management System*. Hal tersebut mencerminkan model pembelajaran di era metaverse, karena mahasiswa dapat mendiskusikan suatu permasalahan dengan mudah dan tanpa batas.



Gambar 2. Aspek SCL-STEM Berbasis Metaverse

Diskusi

Pada dasarnya penerapan kurikulum harus mengacu pada tantangan sesuai dengan transformasi masa depan yaitu inovasi pembelajaran berbasis teknologi (Barry et al., 2021). Pemahaman dosen terhadap kurikulum yang meliputi pendekatan dan prinsip pengembangan kurikulum, serta penilaian hasil belajar melalui teknologi metaverse dan kecerdasan digital dapat berdampak pada pengembangan potensi mahasiswa. Selain itu dosen yang mampu mengadvokasi instruksi pembelajaran SCL-STEM sebagai cara untuk menghadapi tantangan yang ada sangat dibutuhkan. Karena setiap aktivitas mahasiswa terutama di era metaverse erat kaitannya dengan pendekatan pembelajaran melalui STEM (Suzuki et al., 2020).

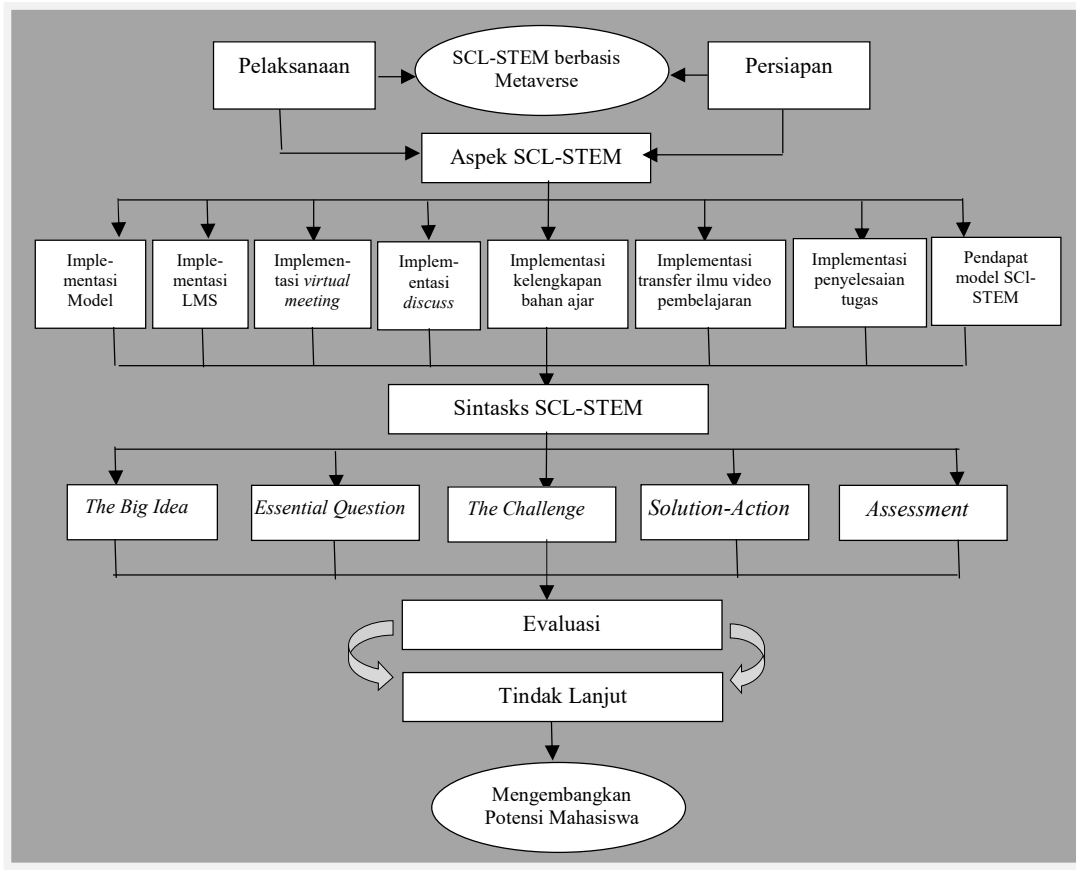
Teknologi metaverse memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk mengembangkan potensinya tanpa terbatas ruang dan waktu. Dalam konteks teknologi, kemajuan tersebut merupakan sumber potensi yang harus diberdayakan terutama dalam pembangunan bangsa dan kemajuan bangsa agar tidak tertinggal (Richter et al., 2021). Sehingga teknologi metaverse menjadi peluang untuk meraih kesuksesan di masa depan. Program metaverse mengintegrasikan banyak kelas untuk memberikan kesempatan bagi mahasiswa dalam melihat bagaimana konsep pembelajaran agar memicu semangat mahasiswa untuk karir masa depan. Kegiatan SCL-STEM berbasis metaverse memberikan pelajaran langsung untuk mahasiswa menjadikan matematika, sains, teknik, dan teknologi menyenangkan dan menarik.

SCL bertujuan untuk mengembangkan kemandirian pembelajar dengan meletakkan tanggung jawab atas jalur pembelajaran di tangan mahasiswa melalui keterampilan dan dasar tentang cara mempelajari subjek dan skema tertentu (Brouwer et al., 2019). Instruksi yang berpusat pada mahasiswa berfokus pada kapabilitas dan praktik yang memungkinkan pembelajaran seumur hidup dan pemecahan masalah secara mandiri (Sen et al., 2021). Teori dan praktik pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa didasarkan pada teori pembelajaran konstruktivis yang menekankan peran kritis pembelajar dalam membangun makna dari informasi baru dan pengalaman sebelumnya (Chen & Tsai, 2021).

SCL berbeda dengan pembelajaran konvensional yang berpusat pada dosen sebagai peran utama sementara mahasiswa mengambil peran yang lebih pasif serta reseptif (Brooks et al., 2021). Pembelajaran SCL menuntut mahasiswa untuk menjadi peserta yang aktif dan bertanggung jawab dalam

pembelajarannya sendiri dan dengan kecepatan belajar masing-masing (Zhang et al., 2021). Integrasi teknologi dan teknik melalui STEM ke dalam Universitas telah diusulkan sebagai cara yang efektif untuk meningkatkan pembelajaran mahasiswa dan meningkatkan kapabilitas mahasiswa (McIntyre et al., 2021). Pendekatan STEM dapat meningkatkan motivasi, dan memberikan pengalaman bagi mahasiswa, pada konteks dunia nyata terutama dalam mempelajari konsep-konsep ilmiah dan matematika (Adams, 2021). Pada dasarnya melibatkan mahasiswa dalam kegiatan yang menyenangkan, langsung, dan terkait dengan konteks sehari-hari dapat meningkatkan minat mahasiswa, yang kemudian dapat mendorongnya untuk mengejar karir (Jeong & González-Gómez, 2020).

Pendekatan STEM yang melibatkan beberapa subjek disiplin ilmu dikatakan berhasil apabila dosen dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran mampu mengintegrasikan keempat ilmu STEM kedalam sebuah materi pembelajaran (Jeong et al., 2019). Terdapat berbagai faktor hambatan yang harus diperbaiki dari pembelajaran berbasis STEM agar menghasilkan lulusan yang berkompoten. Beberapa faktor yang menjadi hambatan dalam menerapkan pembelajaran berbasis STEM yakni: kurangnya hubungan dosen dengan mahasiswa, kurangnya hubungan kolaborasi lintas bidang STEM, kurangnya persiapan konten pelajaran, dan cara penyampaian yang buruk, metode penilaian yang tidak sesuai serta kurangnya kegiatan pembelajaran yang melibatkan mahasiswa secara langsung. Selain itu kapasitas waktu pembelajaran untuk setiap disiplin ilmu, tingkat integrasi yang rendah, dan cara guru menyeimbangkan isi konten dari berbagai disiplin ilmu menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengkaitkan antar disiplin ilmu yang dosen berikan. Faktor-faktor tersebut menjadi masalah serius yang seharusnya mendapat tindakan lebih lanjut guna mengatasi ketimpangan dalam menerapkan STEM pada sebuah kegiatan pembelajaran. Sehingga diperlukan kerjasama dari berbagai pihak untuk bersama-sama menciptakan sebuah langkah awal reformasi pendidikan yang saat ini populer serta dapat menghasilkan mahasiswa yang memiliki kompetensi sesuai dengan kebutuhan zaman (Pramudibyo et al., 2023). Oleh karena itu diperlukan sebuah inovasi atau model dalam pembelajaran SCL berbasis STEM. Berikut adalah model SCL-STEM untuk Meningkatkan Kapabilitas Mahasiswa Teknik Mesin di Era Metaverse.



Gambar 3. SCL-STEM Berbasis Metaverse Dalam Kurikulum Merdeka Belajar

Teknik mesin adalah perpaduan antara kapabilitas atau keterampilan keras dan lunak yang mencakup bidang-bidang seperti matematika, keterampilan komputer, desain, dan komunikasi. Teknik mesin dianggap sebagai salah satu disiplin ilmu teknik yang lebih luas karena lulusannya dapat bekerja di banyak bidang, termasuk industri manufaktur, penelitian, dan otomotif. Pada dasarnya lulusan teknik mesin yang bermutu serta memiliki kapabilitas tidak hanya ditentukan oleh nilai kognitif yang baik namun lulusan yang bermutu juga harus memiliki sikap, kapabilitas, dan tanggung jawab yang unggul. Pada saat ini kapabilitas menjadi suatu hal yang sangat penting dalam memasuki dunia kerja. Lulusan yang memiliki keseimbangan pada aspek sikap, pengetahuan, dan kapabilitas yang sesuai dengan program studi adalah lulusan yang masuk dalam kategori lulusan bermutu. Mutu lulusan yang baik tersebut akan berdampak positif pada institusi pendidikan (Khamhaengpol et al., 2021).

Konsep metaverse telah diterapkan secara bertahap sejak awal tahun 2021, namun terdapat berbagai tantangan dan peluang semenjak hadirnya metaverse tersebut dalam dunia pendidikan. Pada dasarnya konsep metaverse mampu menciptakan serta mengembangkan pengalaman baru yang berbeda, hal tersebut terjadi karena tidak adanya batas ruang dan waktu dalam praktik transfer ilmu (Lee, 2021). Dalam konteks teknologi, kemajuan tersebut merupakan sumber potensi yang harus diberdayakan terutama dalam pembangunan bangsa dan kemajuan bangsa agar tidak tertinggal. Langkah lain yang harus diperhatikan yaitu perlunya kemampuan individu dalam menghadapi perubahan-perubahan yang akan terjadi karena teknologi *metaverse* akan memiliki dampak terutama pada perubahan perilaku bahkan kebudayaan penggunaannya.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa universitas di dunia saat ini mulai mengaplikasikan pembelajaran digital, salah satunya yaitu Universitas Amman Arab di Yordania yang melakukan kerjasama dengan perusahaan yang bergerak pada bidang *virtual reality*. Adanya hubungan kerjasama tersebut bertujuan untuk membuat perangkat khusus terutama dalam membantu kegiatan transfer ilmu di era metaverse. Universitas lain yang mulai melakukan inovasi di bidang teknologi yaitu CEU University di Spanyol, universitas tersebut telah berhasil membuat *prototipe* yang melibatkan 200 mahasiswa guna mendukung kegiatan transfer ilmu yang berbasis *Minecraft Education Edition*. Contoh lain yaitu pada Negara Thailand, salah satu universitasnya telah meluncurkan suatu proyek yang bernama *Metaverse Experience*, universitas tersebut yaitu Thailand Khon Kaen University. Beberapa universitas yang ada di dunia tersebut telah membuktikan bahwa kehadiran metaverse di dunia pendidikan semakin berkembang secara progresif. Pendidikan pada dasarnya juga dapat berpindah dari dunia nyata ke dunia virtual dengan semakin canggihnya teknologi yang ada saat ini (MacCallum & Parsons, 2019).

Konsep pembelajaran yang dapat dilakukan sepanjang waktu dan di segala tempat saat ini menjadi metode menarik yang diminati berbagai pihak (Murphy et al., 2021). Konsep pembelajaran berbasis teknologi tersebut dapat meminimalisir keterbatasan jarak, ruang, biaya, serta waktu. Pada dasarnya konsep tersebut telah muncul sebelum pandemi covid-19 berlangsung (Mukuka et al., 2021). Hal tersebut dibuktikan dengan adanya *virtual education* yang telah diterapkan oleh beberapa universitas di dunia. Hasil penelitian di Amerika Serikat juga menyebutkan bahwa terdapat 31,6% dari 6.359.121 mahasiswa yang mengambil kursus *online* sebelum adanya pandemic covid-19 (Damar, 2021). Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa teknologi dalam dunia pendidikan semakin berkembang dari waktu ke waktu (Erturk & Reynolds, 2020). Apabila dilihat dari sisi positifnya adanya teknologi tersebut membuat mahasiswa dapat belajar kapanpun, dimanapun, dan dengan siapapun.

SIMPULAN

Penelitian ini dilakukan untuk membuat inovasi pembelajaran pada program studi teknik mesin yang dapat mengakomodir kebutuhan mahasiswa untuk belajar tanpa batas ruang dan waktu. Pembelajaran di era metaverse yang didukung dengan kebijakan pemerintah terkait merdeka belajar merupakan suatu peluang bagi mahasiswa untuk belajar tanpa batas dan mengembangkan potensinya. Langkah awal untuk mewujudkan merdeka belajar di era metaverse salah satunya yaitu dengan memperhatikan kurikulum yang digunakan. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif. Pengecekan keabsahan data dilakukan dengan menggunakan teknik triangulasi, *member check*, dan konfirmasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SCL-STEM dalam kurikulum merdeka belajar terdiri dari beberapa aspek: aspek implementasi model SCL-STEM, aspek implementasi LMS, aspek

implementasi *virtual meeting*, aspek implementasi *discuss*, aspek implementasi kelengkapan bahan ajar, aspek implementasi kemudahan transfer ilmu melalui video pembelajaran, aspek implementasi kemudahan penyelesaian tugas. Hasil penelitian berdasarkan analisis data yaitu adanya SCL-STEM berbasis metaverse dalam kurikulum merdeka belajar di UNIRA Malang, dapat memberikan kemudahan mahasiswa terutama dalam berinteraksi secara langsung dengan dosen atau sesama mahasiswa melalui *platform* dan *Learning Management System*. Hal tersebut mencerminkan model pembelajaran merdeka belajar di era metaverse, karena mahasiswa dapat mendiskusikan suatu permasalahan dengan mudah dan tanpa batas. Selain itu juga dapat meningkatkan potensi mahasiswa teknik mesin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kementerian Pendidikan Kebudayaan, Riset, dan Teknologi dalam hal ini Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan dukungannya dalam bentuk dukungan informasi serta pendanaan penelitian melalui skema PDP (Penelitian Dosen Pemula) tahun anggaran 2023 dengan Nomor Kotrak 003/ADD/LPPM.UIRR/B/PKS/VI/2023.

DAFTAR RUJUKAN

- Adams, E. L. (2021). The effect of a middle grades STEM initiative on students' cognitive and non-cognitive outcomes. *Studies in Educational Evaluation*, 68, 100983. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.100983>
- Barry, D. M., Kanematsu, H., Ogawa, N., & McGrath, P. (2021). Technologies for teaching during a pandemic. *Procedia Computer Science*, 192, 1583–1590. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.08.162>
- Brooks, C., Burton, R., van der Kleij, F., Ablaza, C., Carroll, A., Hattie, J., & Neill, S. (2021). Teachers activating learners: The effects of a student-centred feedback approach on writing achievement. *Teaching and Teacher Education*, 105, 103387. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103387>
- Brouwer, J., Jansen, E., Severiens, S., & Meeuwisse, M. (2019). Interaction and belongingness in two student-centered learning environments. *International Journal of Educational Research*, 97, 119–130. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.07.006>
- Chen, C.-H., & Tsai, C.-C. (2021). In-service teachers' conceptions of mobile technology-integrated instruction: Tendency towards student-centered learning. *Computers & Education*, 170, 104224. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104224>
- Colombo, M. G., & Piva, E. (2020). Start-ups launched by recent STEM university graduates: The impact of university education on entrepreneurial entry. *Research Policy*, 49(6), 103993. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103993>
- Damar, M. (2021). *Metaverse Shape of Your Life for Future: A bibliometric snapshot*. 8.
- Erturk, E., & Reynolds, G.-B. (2020). *THE EXPANDING ROLE OF IMMERSIVE MEDIA IN EDUCATION*. 4.
- Ho, M.-T., La, V.-P., Nguyen, M.-H., Pham, T.-H., Vuong, T.-T., Vuong, H.-M., Pham, H.-H., Hoang, A.-D., & Vuong, Q.-H. (2020). An analytical view on STEM education and outcomes: Examples of the social gap and gender disparity in Vietnam. *Children and Youth Services Review*, 119, 105650. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105650>
- Jeong, H., Hmelo-Silver, C. E., & Jo, K. (2019). Ten years of Computer-Supported Collaborative Learning: A meta-analysis of CSCL in STEM education during 2005–2014. *Educational Research Review*, 28, 100284. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100284>
- Jeong, J. S., & González-Gómez, D. (2020). A web-based tool framing a collective method for optimizing the location of a renewable energy facility and its possible application to sustainable STEM education. *Journal of Cleaner Production*, 251, 119747. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119747>
- Ketterlin-Geller, L. R., Zannou, Y., Sparks, A., & Perry, L. (2020). Empirical recovery of learning progressions through the lens of educators. *The Journal of Mathematical Behavior*, 60, 100805. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100805>

- Khamhaengpol, A., Sriprom, M., & Chuamchaitrakool, P. (2021). Development of STEAM activity on nanotechnology to determine basic science process skills and engineering design process for high school students. *Thinking Skills and Creativity*, 39, 100796. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100796>
- Lee, J. Y. (2021). A Study on Metaverse Hype for Sustainable Growth. *International Journal of Advanced Smart Convergence*, 10(3), 72–80. <https://doi.org/10.7236/IJASC.2021.10.3.72>
- MacCallum, K., & Parsons, D. (2019). *Teacher Perspectives on Mobile Augmented Reality: The Potential of Metaverse for Learning*. 9.
- McIntyre, M. M., Gundlach, J. L., & Graziano, W. G. (2021). Liking guides learning: The role of interest in memory for STEM topics. *Learning and Individual Differences*, 85, 101960. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2020.101960>
- Mukuka, A., Shumba, O., & Mulenga, H. M. (2021). Students' experiences with remote learning during the COVID-19 school closure: Implications for mathematics education. *Heliyon*, 7(7), e07523. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07523>
- Murphy, C., Abu-Tineh, A., Calder, N., & Mansour, N. (2021). Teachers and students' views prior to introducing inquiry-based learning in Qatari science and mathematics classrooms. *Teaching and Teacher Education*, 104, 103367. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103367>
- Pramudibyo, S., Pradani, Y. F., & Tjiptady, B. C. (2023). Kontribusi Persepsi Lingkungan, Kompetensi Kerja, Dan K3 Terhadap Kinerja Pegawai. *Steam Engineering*, 4(2), 146-152.
- Richter, E., Brunner, M., & Richter, D. (2021). Teacher educators' task perception and its relationship to professional identity and teaching practice. *Teaching and Teacher Education*, 101, 103303. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103303>
- Sandrone, S., Scott, G., Anderson, W. J., & Musunuru, K. (2021). Active learning-based STEM education for in-person and online learning. *Cell*, 184(6), 1409–1414. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.01.045>
- Sen, C., Ay, Z. S., & Kiray, S. A. (2021). Computational thinking skills of gifted and talented students in integrated STEM activities based on the engineering design process: The case of robotics and 3D robot modeling. *Thinking Skills and Creativity*, 42, 100931. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100931>
- Suzuki, S., Kanematsu, H., Barry, D. M., Ogawa, N., Yajima, K., Nakahira, K. T., Shirai, T., Kawaguchi, M., Kobayashi, T., & Yoshitake, M. (2020). Virtual Experiments in Metaverse and their Applications to Collaborative Projects: The framework and its significance. *Procedia Computer Science*, 176, 2125–2132. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.249>
- Tjiptady, B. C., Yoto, Y., & Marsono, M. (2022). Life-based learning innovation through Android e-module to support long distance learning in 21st century. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2489, No. 1). AIP Publishing.
- Yanez, G. A., Thumlert, K., de Castell, S., & Jenson, J. (2019). Pathways to sustainable futures: A “production pedagogy” model for STEM education. *Futures*, 108, 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.02.021>
- Zhang, L., Basham, J. D., Carter, R. A., & Zhang, J. (2021). Exploring Factors associated with the implementation of student-centered instructional practices in U.S. classrooms. *Teaching and Teacher Education*, 99, 103273. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103273>