

IMPLEMENTASI PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH MATERIAL TEKNIK TERHADAP CAPAIAN MAHASISWA PERGURUAN TINGGI SWASTA DI BANDUNG

Handoko Subawi¹, Mohammad Chusnul Azhari¹, Hartono²

¹Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, Jl. Soekarno Hatta, No. 597, Bandung 40285

²Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani 1/73, Surabaya 60236

E-mail: subawihandoko@gmail.com

Abstrak

Tingkat pemahaman ilmu material teknik bagi mahasiswa teknik masih kurang dan perlu ditingkatkan. Peningkatan kemampuan belajar mahasiswa dinilai sangat penting untuk menunjang mutu lulusan teknik secara umum. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui determinan prioritas yang perlu dikembangkan guna meningkatkan kinerja pembelajaran ilmu material teknik di perguruan tinggi swasta. Metodologi penelitian menggunakan metode analisis campuran. Data primer penelitian ini diperoleh melalui teknik pengumpulan data menggunakan kuesioner dan wawancara. Pengujian hipotesis menggunakan analisis statistik dengan bantuan program Microsoft Excel. Penelitian ini menemukan bahwa tingkat pemahaman belajar selama sekolah menengah sangat menentukan keberhasilan pembelajaran ilmu material teknik di perguruan tinggi (67%), sedangkan sisanya (33%) merupakan tantangan lanjutan selama kuliah. Simpulan penelitian ini adalah tingkat kemampuan belajar mahasiswa sangat mempengaruhi mutu lulusan teknik di perguruan tinggi.

Kata Kunci : Ilmu material teknik, Mahasiswa teknik, Kemampuan belajar, Pengajaran.

Abstract

The level of understanding of engineering materials science for engineering students is still lacking and needs to be improved. Improving students' learning abilities is considered very important to support the quality of engineering graduates in general. The purpose of this study was to determine the priority determinants that need to be developed to improve the performance of engineering teaching and learning of engineering materials science in private universities. The research methodology used a mixed analysis method. The primary data of this study were obtained through data collection techniques using questionnaires and interviews. Hypothesis testing used statistical analysis with the help of the Microsoft Excel program. This study found that the level of learning understanding during high school greatly determines the success of learning engineering materials science in college (67%), while the rest (33%) are further challenges during college. The conclusion of this study is that the level of students' learning abilities greatly influences the quality of engineering graduates in college.

Keywords: Engineering materials science, Engineering students, Learning abilities, Teaching.

PENDAHULUAN

Rekayasa merupakan pilar mendasar dalam kemajuan teknologi dan inovasi.

Insinyur berperan sebagai arsitek masa depan, karena mereka bertanggung jawab

untuk merancang solusi kreatif terhadap tantangan yang kompleks (J.E. Santos, 2024). Pendidikan tidak hanya mencakup pengetahuan teknis tetapi juga keterampilan kritis seperti berpikir analitis, pemecahan masalah, dan kolaborasi interdisipliner.

Kinerja pendidikan merupakan persoalan sangat kompleks dan saling berkaitan. Penelitian regular kinerja pendidikan di Indonesia dinilai mencemaskan (OECD, 2024). Kinerja siswa selama beberapa tahun terakhir menunjukkan kehilangan pembelajaran yang tajam pada ketiga disiplin ilmu dasar teknik.

Pergeseran demografi global, seperti populasi yang menua dan angka kelahiran yang rendah. Pada saat yang sama, kemajuan teknologi yang pesat, khususnya dalam *artificial intelligence*, digunakan untuk mengembangkan kemampuan peserta didik dan menjadikan keterampilan yang sangat penting (M. Fahadi & M.S.H. Khan, 2022; P.B. Mlambo, 2024).

Berkenaan dengan pengajaran sains, teknik dan matematika bagi mahasiswa, Andrews et al (2022) menyimpulkan bahwa pengalaman mengajar sering kali kurang dikonseptualisasikan, bahwa pengalaman-mengajar saja tidak cukup untuk pengembangan pengetahuan. Pengalaman mengajar tidak dapat digunakan sebagai indikator pengetahuan-mengajar secara valid.

Penelitian tentang pengajaran *soft skill* pada lembaga pendidikan tinggi teknik di negara-negara Eropa dinilai berdampak positif (M.C. Rodríguez, 2021). Praktek pengajaran diyakini akan berhasil ketika dikerjakan melalui pendekatan pengajaran secara sistematis, dan progresif (M.T. Picardal, 2022; K.H. Yeap, 2023). Filosofi pengajaran untuk pendidikan teknik harus menekankan pengajaran pengetahuan, dan perluasan pengetahuan yang ada.

Kemajuan guru merupakan komponen berpengaruh untuk pengajaran efektif, yang menyoroti pentingnya memberikan kesempatan kepada guru untuk belajar cara mengajar teknik selama kursus persiapan kuliah. Penyediaan ruang pengajaran teknik dapat memberikan kesempatan bagi guru untuk meningkatkan kemajuan mengajar Teknik (R. Hammack et al, 2024).

Almufarreh dan Arshad (2023) menyatakan penggunaan jenis teknologi baru tertentu berkorelasi positif terhadap pengajaran dan pembelajaran. Selain itu, J.M. Saro (2023) menyatakan pendidikan sains saat ini mengalami transformasi signifikan, yang ditandai dengan integrasi teknologi dan metode pengajaran yang inovatif. Peningkatan pendidikan mengilustrasikan bagaimana teknologi baru bermanfaat bagi kegiatan belajar dalam pengembangan sesuai dasar-dasar teori perubahan.

Sebagai metode pembelajaran yang inovatif, metode pembelajaran berorientasi proyek memiliki keuntungan signifikan dalam meningkatkan kemampuan praktis siswa, kemampuan kerja sama tim, dan kemampuan pemecahan masalah (F. Wei et al, 2024). Dengan kemajuan teknologi pendidikan dan pendalaman teori pembelajaran, diharapkan dapat mempromosikan pengembangan inovasi pendidikan.

Sebaliknya, M. Bozzi (2024) melaporkan bahwa pengalaman belajar daring tentang pengajaran jarak jauh dinilai sedikit negatif. Hasil ini tidak bergantung pada jenis kelamin peserta didik atau tingkat pendidikan studi gelar mereka, sementara tahun akademik kehadiran tampaknya memengaruhi pendapat tentang pengajaran.

Ilmu teknik adalah bidang yang menarik, dengan banyak teknologi canggih, baik pendidikan maupun praktis (M. Streltsova, 2023). Namun, ada kekhawatiran terkait dengan penggunaan kecerdasan buatan dalam pendidikan teknik (M. Menekse, 2023). Salah satu kekhawatiran utama adalah bahwa kecerdasan buatan terkadang dapat menghasilkan informasi yang tidak akurat atau menyesatkan.

Sistem pengajaran dan pembelajaran berbasis pertanyaan ilmiah diusulkan Alarcon et al (2023). Pola-pola pembelajaran yang diamati antara lain penggunaan pemodelan, pendekatan konstruktivisme, pembelajaran berbasis permainan, dan praktik ilmiah. Melalui pembelajaran dalam perspektif sosio-kognitif, siswa belajar melalui metakognisi dan pemrosesan informasi selama interaksi sosial.

Faktor kurikulum juga menarik minat pengkajian seperti yang dikerjakan oleh Moloi & Motlhabane (2023). Kurikulum dinilai perlu dikontrol secara kontinyu mengingat perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkembang dari

waktu ke waktu. M.J. Moloi (2023) merekomendasikan bahwa kurikulum sains teknik ditinjau ulang sehingga konsep ilmiah yang relevan dapat menjembatani kesenjangan dalam kurikulum. Sustiningsih et al (2021) dalam risetnya menemukan bahwa bahan ajar belum mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu pengetahuan alam.

Praktik pengajaran langsung perlu dievaluasi untuk mendapatkan pengalaman dalam pengajaran. Tingkat kemampuan belajar diperkirakan menjadikan aspek penting dalam upaya meningkatkan kualitas pemahaman ilmu material teknik bagi mahasiswa. Penelitian ini fokus pada upaya meningkatkan pemahaman ilmu material teknik bagi mahasiswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode disain analisis campuran (*mixed-method*). Pendekatan ini merupakan gabungan antara pendekatan kuantitatif korelasional dan pendekatan kualitatif penelitian naratif. Melalui pendekatan korelasional ini dilakukan untuk mengetahui adanya hubungan antara parameter mutu pengajaran dengan sasaran kualitas kelulusan. Selain itu pendekatan naratif, dengan melakukan studi terhadap data literatur.

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel acak dari populasi mahasiswa teknik mesin menggunakan kuesioner. Jumlah mahasiswa yang dilibatkan 50 orang. Teknik pengambilan sampel melalui *sampling* terbatas. Sedangkan karakteristik yang diteliti adalah kinerja pemahaman pengetahuan pengajaran ilmu material teknik.

Analisis statistik yang digunakan dalam analisis data kuantitatif dalam studi ini adalah **analisis deskriptif**. Analisis deskriptif mencakup penghitungan rata-rata, standar deviasi, dan persentase. Ini memberikan gambaran umum tentang karakteristik data. Nilai rata-rata diperoleh dengan membagi jumlah seluruh nilai terukur dengan jumlah pengukuran yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teori Pengetahuan Pengajaran umumnya membahas pengetahuan khusus topik atau pengetahuan yang lebih umum. Teori Pengetahuan Pengajaran mencakup komponen pengetahuan yang diperkenalkan oleh Andrews et al (2022). Gambaran berbagai komponen pengetahuan pengajaran, ditampilkan sesuai Tabel 1.

Table 1. Deskripsi komponen pengetahuan pengajaran (Andrews et al, 2022)

No	Komponen pengetahuan	Deskripsi
I Pengetahuan Matematika untuk Pengajaran		
1	Pengetahuan konten umum	Pengetahuan tentang disiplin ilmu yang tidak khusus untuk – pengajaran dan yang digunakan oleh berbagai ahli disiplin ilmu, termasuk guru
2	Pengetahuan konten khusus	Pengetahuan tentang disiplin ilmu yang khusus untuk – pekerjaan mengajar tetapi bukan pengetahuan tentang siswa atau pengajaran
3	Pengetahuan konten cakrawala	Pengetahuan tentang disiplin ilmu mengenai – bagaimana ide-ide disiplin ilmu muncul di berbagai bidang disiplin ilmu atau tingkat kelas
II Pengetahuan Konten Pedagogis		
1	Pengetahuan tentang penilaian	Pengetahuan khusus topik yang mencakup – kesadaran akan dimensi pembelajaran yang akan dinilai dan – metode yang dapat digunakan untuk menilai pembelajaran tersebut
2	Pengetahuan pedagogis	Pengetahuan tentang pengajaran dan pembelajaran yang tidak khusus topik, termasuk – pengetahuan tentang bagaimana orang belajar, – pendekatan pengajaran, dan – pengetahuan lain tentang pelajar dan pembelajaran
III Pengetahuan Matematika untuk Pengajaran; Pengetahuan Konten Pedagogis		
1	Pengetahuan tentang pemahaman siswa	Pengetahuan khusus topik yang mencakup – kesadaran akan pengetahuan siswa sebelumnya; – kesulitan umum, ide naif, dan kesalahpahaman; – variasi dalam pemikiran siswa; dan – bagaimana pemikiran siswa dapat diharapkan berubah
2	Pengetahuan tentang strategi dan representasi pengajaran	Pengetahuan khusus topik tentang – contoh yang berguna, studi kasus, analogi, representasi visual, aktivitas, dan – pendekatan lain untuk memfasilitasi pembelajaran siswa
3	Pengetahuan tentang kurikulum	Pengetahuan khusus topik yang mencakup : – kesadaran akan standar untuk mengajarkan suatu topik, – program dan sumber daya kurikuler, dan – urutan topik yang tepat dalam suatu mata kuliah dan lintas mata kuliah dalam kurikulum

Efektivitas penerapan teori pengetahuan pengajaran yang diterima siswa pada masa sebelumnya dapat ditelusur berdasarkan kinerja mahasiswa pada tingkat awal. Salah satu mata kuliah penting untuk menelusur kinerja teori pengetahuan pelajaran adalah ilmu material teknik. Sebagai gambaran awal dilakukan pengumpulan data melalui kuesioner, untuk mendapatkan informasi lebih luas mengenai kondisi dan

situasi sistem pengajaran dan pembelajaran mahasiswa.

Para mahasiswa tersebut mengambil mata kuliah ilmu material teknik sebagai mata kuliah wajib. Kinerja mahasiswa dalam cakupan lebih luas, dapat diidentifikasi aspek prioritas. Sistem pengajaran dan pembelajaran yang dievaluasi mencakup: (i) aspek mahasiswa: kepribadian, kepercayaan diri, kemampuan belajar, (ii) aspek teknologi pengajaran: teknologi informatika dan internet, (iii) aspek infrastruktur: fasilitas dan lingkungan belajar, (iv) aspek kurikulum: target pembelajaran, interdisipliner, dan (v) aspek pengajar: kemampuan dosen

Penilaian dilakukan secara kuantitatif melalui pembobotan jawaban dari kuesioner. Dari jawaban tersebut disusun kriteria penilaian untuk setiap item pernyataan sesuai Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Interval penilaian variabel

Interval	Penilaian
1.00 – 1.80	Sangat Tidak Baik/ Sangat Rendah
1.81 – 2.60	Tidak Baik/ Rendah
2.61 – 3.40	Cukup/ Sedang
3.41 – 4.20	Baik/ Tinggi
4.21 – 5.00	Sangat Baik/ Sangat Tinggi

Berdasarkan data survey (kuesioner) yang dihimpun, diperoleh gambaran karakteristik responden terhadap pemahaman ilmu material teknik di kampus STTM Bandung. Tabel 3 menampilkan nilai rata-rata yang diperoleh bagi masing-masing item pernyataan yang diajukan.

Tabel 3. Karakteristik responden terhadap pemahaman ilmu material teknik

No	Parameter	TM S1	TM D3	Gab.
1	Mendorong kepercayaan diri mahasiswa			
a.	Mahasiswa mampu mengerjakan tugas secara mandiri	4,73	3,75	4,24
b.	Mahasiswa optimis dengan bekal belajar yang diperoleh	4,40	2,50	3,45
c.	Mahasiswa yakin akan berhasil selama masa studi	4,53	4,25	4,39
2	Keseimbangan antara belajar dan kehidupan pribadi			
a.	Pengaturan jam kuliah yang fleksibel	3,87	3,13	3,50
b.	Kesempatan untuk meminta ijin absen karena suatu hal	4,40	3,25	3,83
c.	Ketersediaan program kesehatan bagi mahasiswa	2,87	0,88	1,87
3	Dampak teknologi pengajaran terhadap pembelajaran			

a.	Penggunaan slide projector membatu pemahaman belajar	4,60	4,25	4,43
b.	Penggunaan internet & laptop memudahkan pengerjaan tugas	4,13	4,00	4,07
c.	Penggunaan alat peraga dalam penjelasan kuliah	4,20	2,63	3,41
4	Fasilitas dan lingkungan belajar			
a.	Kerja sama antar mahasiswa dalam pengerjaan tugas	3,93	3,00	3,47
b.	Fasilitas belajar yang tersedia dalam kampus	3,73	2,88	3,30
c.	Kesempatan berinteraksi dengan tenaga pengajar	3,67	3,38	3,52
5	Menguraikan sasaran pembelajaran saat awal kuliah			
a.	Dosen menguraikan rangkuman isi kuliah pada awal kuliah	4,60	3,75	4,18
b.	Dosen mampu meyakinkan bahwa kuliah mudah dipahami	4,33	3,75	4,04
c.	Tugas kuliah membantu pemahaman materi kuliah	4,47	3,50	3,98
6	Kemampuan pengajaran dosen			
a.	Gaya mengajar dosen membantu pemahaman mahasiswa	4,80	3,50	4,15
b.	Kesempatan bertanya makin membantu pemahaman	4,73	3,63	4,18
c.	Tingkat kepuasan terhadap hasil belajar yang diperoleh	4,40	3,38	3,89
7	Aplikasi interdisipliner bagi topik yang dibahas			
a.	Penjelasan aplikasi topik terhadap bidang lain menjadi lebih menarik	4,60	3,38	3,99
b.	Kegiatan praktek dengan lintas disiplin lebih membuka wawasan	4,20	4,00	4,10
c.	Mengetahui peran topik yang dipelajari dalam industri	4,47	3,88	4,17
8	Pengembangan kemampuan belajar			
a.	Kesempatan untuk membuat prestasi ekstrakurikuler	0,73	2,25	1,49
b.	Kesempatan untuk membuat prestasi akademik	3,07	3,13	3,10
c.	Kesempatan untuk mengembangkan keterampilan	3,47	3,25	3,36

Analisis data dilakukan dengan mengelompokkan data berdasarkan variabel dan jenis responden, membuat tabulasi data berdasarkan variabel dari seluruh responden, menyajikan data setiap variabel yang diteliti, dan melakukan perhitungan. Berdasarkan analisis deskriptif diperoleh data yang menunjukkan terlihat dari nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi, maksimum, minimum dan lainnya (Tabel 4).

Tabel 4. Prioritas peningkatan pengajaran ilmu material teknik

No	Parameter	Rata-rata	Simpangan atas	Simpangan bawah
1	Mendorong kepercayaan diri mahasiswa	4,03	0,30	0,58
2	Keseimbangan belajar dan kehidupan pribadi	3,06	0,51	1,19
3	Dampak teknologi pengajaran terhadap pembelajaran	3,97	0,27	0,56
4	Fasilitas dan lingkungan belajar	3,43	0,06	0,13
5	Mencantumkan tujuan pembelajaran saat awal kuliah	4,07	0,08	0,03
6	Kemampuan pengajaran dosen	4,07	0,08	0,18
7	Aplikasi interdisipliner bagi topik yang dibahas	4,09	0,06	0,10

8	Pengembangan kemampuan belajar	2,65	0,48	1,16
---	--------------------------------	------	------	------

Pengembangan kemampuan belajar menjadikan prioritas utama dalam rekayasa pengajaran dan pembelajaran ilmu material teknik. Sebaliknya, pengajaran menyangkut penerapan interdisipliner bagi mata kuliah yang dibahas mendatangkan minat mahasiswa secara signifikan. Minat mahasiswa tercatat antusias dengan informasi penerapan interdisipliner dari ilmu material teknik yang dibahas.

Kemampuan belajar mahasiswa dilakukan evaluasi berdasarkan tugas pekerjaan rumah terkait ilmu material teknik yang disajikan bagi mahasiswa teknik mesin. Tabel 5 menampilkan uraian kelemahan mahasiswa selama pemahaman ilmu material teknik di perguruan tinggi swasta. Hal ini dinilai penting bagi keberhasilan dosen untuk perbaikan dalam penyajian kuliah ilmu material Teknik.

Tabel 5. Tantangan dalam pengajaran dan pembelajaran ilmu material teknik

No.	Kelompok kesalahan	Deskripsi kesalahan
I	Prinsip Umum Ilmu Teknik	
1	Pembedaan penulisan titik vs koma pada angka sistem digital	Penulisan angka sistem digital untuk angka ribuan e.g.: 1.116 rancu dengan penulisan angka satuan 1,116 (pengaruh sistem penulisan komputer)
2	Ketelitian nilai pecahan pada angka sistem digital: 1,55 atau 1,5555	Penulisan ketelitian wajar pada angka hasil perhitungan, masih belum disadari untuk mencegah salah tafsir e.g.: 1,555 dianggap sebagai 1.555
3	Penulisan persamaan pembagian antara pembilang dan penyebut	Kesalahan penulisan pembagian pada persamaan kompleks, e.g.: $\left(\frac{12,8-10,2 \times 100}{12,8}\right) \neq \left(\frac{12,8-10,2}{12,8} \times 100\right)$
4	Kelalaian dalam penulisan angka kwadrat dalam persamaan	Kelalaian penulisan angka kwadrat dalam persamaan, e.g.: $\left(\frac{d_o}{2}\right)^2 \pi \neq \left(\frac{d_o}{2}\right) \pi$
5	Pembedaan penulisan huruf dalam satuan mili- vs mega-, dan juga nano- vs Newton	Penulisan parameter satuan menggunakan huruf besar atau kecil memiliki tafsir berbeda, e.g.: m $\neq$ M (mPa $\neq$ MPa); n $\neq$ N (nm $\neq$ N.m)
6	Kesalahan dalam penulisan simbol huruf Yunani	Tidak faham bahwa huruf π melambangkan angka tertentu, dan digantikan huruf lain, e.g.: ($\pi \neq R$)
7	Penempatan huruf indeks dalam penulisan parameter persamaan	Penulisan huruf indeks parameter dapat memberikan tafsiran yang berbeda e.g.: $L_o \neq L_0 \neq I_o \neq I_0$
8	Pemahaman nilai konversi satuan SI	Konversi satuan sifat mekanikal tertentu (tegangan, σ) masih belum dipahami dengan baik, e.g.: (1 kg/mm ² = 10 MPa); (1kN/mm ² = 1000 MPa)
II	Prinsip Keilmuan Material Teknik	
1	Penentuan satuan terhadap parameter regangan ϵ	Parameter regangan ϵ tidak memerlukan satuan, bukan malah diberikan satuan mm (seharusnya regangan ϵ tanpa satuan)
2	Perbedaan satuan regangan (tanpa satuan) dan pemanjangan (mm)	Parameter regangan diberikan satuan mm, sedangkan satuan pemanjangan adalah mm

3	Penentuan satuan beban gaya F	Parameter gaya F tidak memiliki satuan (mestinya diberikan satuan e.g.: Newton)
4	Penentuan posisi / definisi tegangan luluh dalam hasil uji tarik (plot kurva)	Tegangan luluh σ_y nilainya lebih kecil atau terjadi sebelum mencapai tegangan maksimum σ

Kelemahan pemahaman mahasiswa terhadap prinsip umum ilmu teknik teramati lebih dominan. Secara kuantitatif, hasil pekerjaan para mahasiswa kuliah ilmu material teknik masih didominasi (67%) adanya temuan kesalahan dalam prinsip umum ilmu teknik. Hal ini mengisyaratkan perlunya penguatan pondasi keilmuan mahasiswa sejak sekolah menengah umum / kejuruan.

PENUTUP

Kesimpulan

Pengembangan kemampuan belajar mahasiswa merupakan sasaran prioritas dalam rekayasa pengajaran dan pembelajaran ilmu teknik. Berdasarkan riset yang dilakukan, bahwa 67% kelemahan mahasiswa teknik saat ini disebabkan lemahnya pendidikan ketika masih di sekolah menengah. Topik teknis yang seharusnya telah dikuasai di sekolah menengah antara lain penulisan: titik, atau koma pada angka pecahan digital, penulisan persamaan fraksi, pengenalan simbol huruf Yunani, dan pengenalan konversi satuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alarcon, D.A.U., F. Talavera-Mendoza, F.H.R. Paucar, K.S.C. Caceres, & R.M. Viza. "Science and inquiry-based teaching and learning: a systematic review". Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – Perú, (2023).
- Almufarreh, A., & M.Arshad. "Promising emerging technologies for teaching and learning: recent developments and future challenges". *Sustainability* 15.6917 (2023).
- Andrews, T.C., N.M. Speer, & G.V. Shultz. "Building bridges: a review and synthesis of research on teaching knowledge for undergraduate instruction in science, engineering, and mathematics". *International Journal of STEM Education* 9.66 (2022).
- Bozzi, M., R. Mazzola, I. Testa, J. E. Raffaghelli, & M. Zani. "Educational innovation in higher education: engineering students' experiences of Emergency Remote Teaching". *Cogent Education* 11.1 (2024).
- Caeiro-Rodríguez, M., M. Manso-Vázquez, F.A. Mikic-Fonte, M. Lamas-Nistal, M.J. Fernández-Iglesias, H. Tsalapatras, O. Heidmann, C.V.D. Carvalho, T. Jesmin, J.

- Terasmaa, & L.T. Sørensen. "Teaching Soft Skills in Engineering Education: A European Perspective". IEEE Education Society Section 9 (2021): 29222-242.
- Fahadi, M., & Khan, M.S.H. "Technology-enhanced teaching in engineering education: Teachers' knowledge construction using TPACK framework". *International Journal of Instruction* 15.2 (2022): 519-542.
- Hammack, R., I.H. Yeter, C. Pavlovich, & T. Boz. "Pre-service elementary teachers' science and engineering teaching self-efficacy and outcome expectancy: exploring the impacts of efficacy source experiences through varying course modalities". *International Journal of STEM Education*, Springer 11.4 (2024).
- Menekse, M. "Envisioning the future of learning and teaching engineering in the artificial intelligence era: Opportunities and challenges". American Society for Engineering Education, *Journal of Engineering Education* (2023): 1–5.
- Mlambo, P.B. "Instructional practices by engineering graphics and design teachers: A focus on teaching and learning of isometric drawing". *Research in Social Sciences and Technology* 9.2 (2024): 359-376.
- Moloi, M.J., & A.T. Motlhabane. "Curriculum integration of physical sciences, engineering science, technology subjects in relation to the technical sciences curriculum". *South African Journal of Education* 43.2 (2023).
- OECD. "Education Policy Outlook: Reshaping Teaching into a Thriving Profession from ABCs to A". OECD Publishing, Paris (2024).
- Picardal, M.T., & J.M.P. Sanchez. "Effectiveness of contextualization in science instruction to enhance science literacy in the Philippines: a meta-analysis". *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research* 21.1 (2023): 140-156.
- Saro, J.M., J.C. Oquilan, E.E. Basigsig, R.C.B. Castillo, & J.V. Lastra. "A comprehensive review: transforming science education in the pearl of the orient-innovations in teaching approaches and technology integration". *Psychology and Education: A Multidisciplinary Journal* 14 (2023): 1122-1131.
- Streltsova, M., L. Gladkova, & J. Bulygina. "Implementing smart technology in engineering education". E3S Web of Conferences 376 (2023).
- Sustiningsih, S. Utaminingsih, & Santoso. "Development of science teaching materials based on STEM: A needs analysis". UPINCASE 2020 Journal of Physics: IOP Publishing (2021).
- Yeap, K.H. "Teaching pedagogy for engineering education". *Journal – The Institution of Engineers*, Malaysia 82.2 (2023).