
PERKEMBANGAN KECERDASAN BUATAN (AI) DALAM PEMBELAJARAN TERMODINAMIKA: EFEKTIF ATAU KONSUMTIF?

Abdel Aziiz Bouteplika^{1*}, Sri Mulyanti^{1*}

¹Pendidikan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang

*Email korespondensi: 23080760013@student.walisongo.ac.id

ABSTRAK

Kecerdasan buatan (AI) merupakan perkembangan teknologi yang sangat mempermudah pekerjaan semakin mudah agar menghemat energi yang dikeluarkan. Tak terkecuali bidang pembelajaran juga mengalami perkembangan yang sangat signifikan. Termodinamika merupakan cabang ilmu kimia yang pembelajarannya dikenal kompleks dan abstrak. Dengan adanya perkembangan seperti AI, pembelajaran termodinamika dapat berjalan lebih ringkas dan jelas. Karya tulis ini akan mengkaji dan mengevaluasi seberapa besar efek dari perkembangan AI dalam memahami konsep termodinamika. Apakah akan lebih efektif atau akan memancing sifat konsumtif yang berlebihan. Kajian ini disusun melalui analisis literatur dan studi kasus dalam implementasi AI pada perkembangan pembelajaran. Hasil pembahasan menunjukkan bahwa penggunaan AI dapat saja membantu para siswa untuk memahami materi secara real-time dan adaptif. Akan tetapi, penggunaan AI yang terlalu berlebihan dan menyampingkan elemen pembelajaran lain dapat menyebabkan ketergantungan dan menurunkan daya kritis dari siswa. Oleh karena itu, AI dapat digunakan sebatas alat pembantu yang digunakan untuk mengembangkan pengetahuan yang mempertimbangkan etika dalam penggunaan teknologi.

Kata kunci: AI pembelajaran; kecerdasan buatan; termodinamika; tantangan

PENDAHULUAN

Pelajaran kimia merupakan salah satu cabang ilmu yang sulit dipahami oleh peserta didik akibat dari kompleksnya materi yang disajikan. Salah satu dari cabang materi kimia adalah termodinamika. Termodinamika merupakan materi yang berperan penting dalam berbagai bidang ilmu, mulai dari Teknik mesin hingga biologi molekuler. Disamping itu, termodinamika adalah salah satu cabang materi yang dikenal sangat kompleks dan rumit dengan berbagai simbol matematis dari konsep campuran antara kimia dan fisika. Ditambah dengan data-data yang disajikan tergolong banyak serta keterbatasan visualisasi menyebabkan para murid sulit untuk memahami materi tersebut dan turunnya motivasi belajar murid (Mikielewicz & Mikielewicz, 2024).

Kesulitan tersebut tidak hanya dirasakan oleh para murid, tetapi juga dapat menurunkan motivasi mengajar para guru. Guru dihadapkan dengan berbagai tantangan, salah satunya adalah bagaimana menyampaikan materi yang sederhana dan dapat memberikan pemahaman kepada para murid. Oleh karena itu, para guru memerlukan pendekatan pembelajaran yang inovatif dan sesuai dengan perkembangan zaman agar konsep-konsep yang rumit dari materi termodinamika dapat dipahami oleh para murid.

Dibalik masalah tersebut, perkembangan teknologi yang pesat menghadirkan kecerdasan buatan (AI) yang membuat pekerjaan menjadi lebih mudah. Hadirnya kecerdasan buatan membuka peluang baru bagi dunia pendidikan. Para guru dapat memanfaatkan kecerdasan buatan untuk diadaptasi dalam pembelajaran agar lebih mudah dipahami dan inovatif. AI menawarkan kebutuhan materi siswa yang telah disesuaikan sekaligus dibantu dengan umpan balik secara instan serta disajikan dengan simulasi visual yang mudah dipahami. Berbagai platform Pendidikan telah mengadopsi AI dalam berbagai bentuk seperti *chatbot*, tutor virtual, hingga eksperimen berbasis digital.

Penggunaan AI dalam pembelajaran membuahkan hasil yang signifikan. Para murid terbukti mengalami peningkatan performa dalam akademik dan diskusi di kelas (Strachan *et al.*, 2024). Hal tersebut merupakan tanda bahwa penggunaan AI dapat berdampak positif bagi pembelajaran. Pembelajaran dapat berjalan efektif karena murid tidak merasa susah untuk mencari materi.

Disamping itu, penggunaan AI secara berlebihan dapat menimbulkan masalah baru, yaitu ketergantungan terhadap teknologi. Ketergantungan yang tinggi terhadap teknologi dapat menyebabkan terjadinya penurunan kecerdasan dan kemampuan kognitif manusia (Rathore, 2021). Dampak tersebut merupakan hal yang perlu dikaji lebih lanjut, apakah betul bantuan AI dalam proses pembelajaran menimbulkan dampak efektif atau justru menimbulkan kecanduan yang bersifat konsumtif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi konseptual komparatif. Penelitian ini berfokus pada efektivitas penggunaan kecerdasan buatan (AI) dalam pelajaran termodinamika, apakah berpotensi terdapat konsumtif jika digunakan dalam konteks pendidikan. Pendekatan ini digunakan karena peneliti ingin mengkaji secara mendalam berbagai argumen, temuan, dan perspektif dari berbagai literatur yang telah tersedia.

Bahan

Bahan penelitian terdiri dari sumber-sumber sekunder yang relevan dan kredibel, yang mencakup:

- Artikel jurnal ilmiah nasional dan internasional,
- Laporan hasil penelitian,
- Buku referensi dalam bidang pendidikan dan teknologi,

Literatur yang digunakan memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Dipublikasikan dalam rentang lima tahun terakhir (2019–2024),
2. Membahas secara eksplisit implementasi AI dalam proses pembelajaran atau pendidikan sains, khususnya pada mata pelajaran kimia atau termodinamika,
3. Merupakan sumber akademik atau berasal dari lembaga resmi yang kredibel.

Prosedur Analisis

Data dikumpulkan melalui pencarian literatur pada database digital. Setiap sumber dianalisis secara tematik untuk mengidentifikasi argumen, temuan, dan bukti yang mendukung dua sudut pandang utama, yaitu:

- **Efektivitas AI:** Kemampuan AI dalam membantu pembelajaran termodinamika melalui visualisasi konsep, personalisasi materi, serta sistem pembelajaran adaptif.
- **Sifat Konsumtif AI:** Risiko ketergantungan teknologi, kesenjangan akses digital, serta potensi penurunan peran guru dalam proses belajar-mengajar.

Setelah data selesai dikumpulkan dan diklasifikasikan dengan tema yang ditentukan, dilakukan perbandingan antara kedua hasil tersebut. Perbandingan bertujuan untuk menintesis informasi untuk menghasilkan argumen yang objektif mengenai bagaimana sebenarnya posisi AI dalam sistem Pendidikan, khususnya pada pembelajaran termodinamika.

Hasil dari pendekatan ini dapat diharapkan memberikan kontribusi secara konseptual terhadap penggunaan AI dalam proses Pendidikan. Hasilnya juga dapat dijadikan bahan dasar sebagai evaluasi apakah AI lebih dominan sebagai solusi pembelajaran saat ini atau justru anggapan terhadap sifatnya yang konsumtif semakin kuat jika diaplikasikan dalam sistem pendidikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tantangan dalam Mempelajari Termodinamika

Termodinamika merupakan salah satu pelajaran yang penting untuk dipahami dasar teorinya karena berbagai konsep termodinamika terjadi di alam semesta. Termodinamika digunakan secara luas pada berbagai proses industri seperti pada pembangkit listrik, kendaraan, sampai alat-alat konversi energi lainnya. Selain itu, prinsip-prinsip termodinamika penting untuk mengatasi isu global yang terjadi akhir-akhir ini seperti krisis energi, polusi akibat produksi pabrik, dan pemanasan global akibat penggunaan energi yang berlebih (Mikielewicz & Mikielewicz, 2024).

Akan tetapi, dalam praktiknya termodinamika sering dianggap sulit bagi berbagai murid. Pelajaran termodinamika dikenal memiliki konsep yang rumit seperti konsep entropi, entalpi, dan energi yang sulit dipahami karena sifatnya yang tidak dapat dilihat langsung prosesnya. Konsep yang rumit demikian dapat terjadi karena dibutuhkan pemahaman tingkat lanjut secara matematis seperti kalkulus yang selalu menjadi momok bagi para murid (Weber *et al.*, 2024). Itulah sebabnya metode ceramah konvensional dinilai kurang efektif dalam pengajaran materi termodinamika. Pengenalan materi yang rumit menjadi tantangan bagi para pengajar saat ini. Pengajar perlu menyederhanakan materi yang kompleks dengan keterbatasan visual dan analogi berbeda, serta perlunya pengalaman langsung agar para murid dapat memahami materi dengan baik. Dengan demikian diperlukan alat bantu yang efektif untuk mempelajari materi kimia termodinamika di zaman digital ini, yang mana dikenal dengan generasi serba instan (Guo *et al.*, 2024).

2. Potensi AI Sebagai Solusi Belajar Termodinamika

Perkembangan teknologi sangat pesat sampai saat ini. Berbagai perusahaan teknologi berkompetisi membentuk berbagai inovasi dan menunjukkan teknologi siapa yang lebih maju di bidangnya. Salah satu dari hasil berkembang pesatnya teknologi adalah terbentuknya kecerdasan buatan (AI) yang dapat membantu setiap kegiatan (McLeod, 2023). Terdapat lonjakan penggunaan AI yang signifikan di 115ayer115 semua bidang di dunia saat ini. Salah satu yang mengadopsi penggunaan AI adalah bidang akademik dan riset. Karena bidang tersebut dikenal dengan kompleksitas data yang diberikan dan dibutuhkan efisiensi dalam pengerjaannya agar tidak memakan banyak energi. Bahkan, lebih dari 98% kegiatan dalam riset telah dibantu oleh AI untuk mempermudah pekerjaan dan menghemat energi yang digunakan (Hajkowicz *et al.*, 2023).

Data-data yang dihasilkan dari suatu riset dapat disederhanakan dan disusun rapi hingga mempermudah pengguna untuk menentukan hasil dari riset yang telah dilakukan. Penggunaan AI pada 115ayer115 seperti pada 115ayer115 Artificial Neural Networks (ANNs) dan Support Vector Machines (SVMs) yang dapat meningkatkan efektifitas pada regulasi suhu dan aliran energi sehingga dapat menyajikan data yang telah dipecahkan, dan disediakan dengan pola-pola yang telah disusun sedemikian rupa (Khan *et al.*, 2025). Dengan demikian, riset yang dilakukan menjadi lebih mudah dalam hal penyusunan data dan perhitungan.

Selain untuk mengelola data dengan skala besar pada riset, AI dapat digunakan untuk membantu melakukan tinjauan literatur untuk menulis. AI akan membantu mencari, menulis, mengedit, dan merangkum berbagai literatur dengan cepat dan efisien beserta data-data dan 115ayer115 yang mudah dipahami (Oyelude, 2024). Kemajuan teknologi seperti ini dapat sangat membantu para peneliti dan penulis untuk menulis artikel baik ilmiah maupun non-ilmiah dengan mudah.

Penggunaan teknologi AI juga dapat dikembangkan oleh para guru agar lebih adaptif dalam mengajarkan materi-materi yang rumit seperti termodinamika. Materi tersebut dapat dikemas dengan model pembelajaran 115ayer115ika seperti media animasi dan simulasi yang akan menawarkan visualisasi yang lebih beragam, tidak membosankan, dan mudah dipahami (Demir *et al.*, 2024). Hasilnya siswa dapat memupuk interaksi untuk menumbuhkan pemahaman dan keingintahuan lebih dalam terhadap materi termodinamika.

3. Dampak dari Penerapan AI dalam Pembelajaran.

AI dapat sangat membantu berbagai kegiatan pada bidang riset dan akademik sains. Hal seperti mengelola data, menulis, merangkum, dan mencari literatur yang tepat dapat sangat membantu dalam proses akademik maupun riset yang sedang dilakukan. (Dockens & Shelton, 2025). Dengan demikian, proses akademik dan riset dapat terbantu dengan waktu yang efisien, serta energi yang minim.

Jika dibandingkan dengan 115ayer115ika dan mudahnya akses yang diberikan, tidak bisa dipungkiri perkembangan teknologi selalu memberikan dampak buruk yang lebih banyak. AI juga memiliki keterbatasan yang tidak kalah banyaknya. Kebanyakan dari AI memiliki keterbatasan dalam memvisualisasikan, memunculkan dan menyederhanakan persamaan, dan memberikan referensi teknis sehingga masih belum memberikan solusi yang mendalam (Manteufel & Karimi, 2024). Penggunaan AI juga sepenuhnya “masih perlu” peran dari manusia itu sendiri dalam proses penggunaannya. Artinya, AI belum bisa memberikan jawaban dengan kehendak sendiri secara langsung tanpa memiliki kesalahan, serta membutuhkan penggunaan yang jelas dan terstruktur dari manusia yang menggunakannya (El Fathi *et al.*, 2025).

Dari banyaknya manfaat yang diberikan oleh AI, terdapat kemungkinan terjadi bias dalam suatu algoritma, masalah privasi data, dan kekurangan infrastruktur yang memadai karena masih dalam proses pengembangan (Efebeh et al., 2024). Perlu adanya pengembangan standar kebijakan dan standar etis dalam penggunaan AI dalam penelitian maupun akademik agar tidak disalahgunakan dan digunakan dengan penuh tanggung jawab.

Demikian juga dalam pelajaran termodinamika, para murid perlu diberikan pemahaman dasar terlebih dahulu akan konsep-konsep dalam termodinamika agar nantinya dapat dikembangkan, dan tidak sepenuhnya bergantung pada AI. Penggunaan AI untuk saat ini masih sebatas “alat” untuk membantu memudahkan pekerjaan manusia. Jika sepenuhnya diserahkan pada teknologi, manusia akan kehilangan nilai etis untuk berkembang (Hemami, 2024).

4. Penggunaan AI: Efektif atau Konsumtif?

Penggunaan AI dalam beberapa aspek memang menawarkan pengalaman yang baik. Dimana AI dapat membantu meringankan beberapa aspek seperti menyederhanakan konsep-konsep yang rumit dalam materi termodinamika. Alat berbasis AI seperti *ChatGPT* membantu untuk memberikan jawaban secara realtime yang dapat mengurangi dampak dari miskonsepsi 116ayer116 berada di kelas, terutama dalam memahami beberapa kejadian kualitatif dalam termodinamika (El Fathi et al., 2025).

Selain itu, AI dapat meningkatkan prestasi akademik siswa. Melalui penelitian yang dilakukan, siswa yang menggunakan bantuan dari AI menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang belajar secara tradisional, terutama dalam mata pelajaran dasar (Aboimova et al., 2024). Hal tersebut didasarkan dengan kemampuan siswa dalam mempelajari materi, karena siswa yang menggunakan AI lebih mudah untuk mendapatkan materi-materi terkait daripada siswa yang menggunakan metode tradisional. Dengan demikian, AI dapat dinilai efektif dalam proses pembelajaran.

Sistem pembelajaran adaptif berbasis AI memberikan efektifitas yang baik berupa umpan balik dan dukungan sesuai kebutuhan masing-masing siswa, sehingga memberikan potensi meningkatnya retensi belajar (Del Mundo et al., 2024). Kelebihan dari efektifitas tersebut dinilai baik dan memungkinkan para pengajar untuk berfokus pada interaksi dalam kegiatan mengajar di kelas, sehingga para murid mendapatkan ilmu yang sesuai dengan kebutuhan murid itu sendiri, namun tidak lepas dari interaksi para guru di dalam kelas masing-masing.

Namun demikian, keterlibatan AI masih tergolong kurang handal dalam menyelesaikan masalah numerik dan penalaran tingkat lanjut, sehingga penggunaan AI untuk pembelajaran rumit seperti termodinamika yang menampilkan banyak angka dinilai kurang cocok (Martín Núñez & Lantada, 2020). AI untuk saat ini lebih cocok untuk memecahkan masalah-masalah teoritis tingkat dasar. Sehingga, bimbingan dari manusia masih diperlukan dalam memecahkan tugas-tugas kompleks dan AI hanya bertugas untuk membantu memberi masukan-masukan seperti rumus yang digunakan ataupun memberikan penjelasan singkat (Coletti, 2025).

Di sisi lain, penggunaan berlebihan teknologi dalam pembelajaran berpotensi mengurangi kemampuan berfikir kritis dan kemandirian dalam diri para siswa. Hal tersebut menyebabkan kecanduan terhadap teknologi (Saavedra Gastélum et al., 2024). Akibatnya, penggunaan AI menjadi satu-satunya solusi dari berbagai masalah. Hal tersebut bisa berdampak lebih buruk jika dibiasakan, karena para siswa akhirnya enggan untuk mencari tau sendiri tentang teori yang dibahas tanpa tau benar atau salah.

Bahkan, tidak mengurangi kemungkinan penyalagunaan AI terkait integritas akademik, termasuk plagiarisme yang memerlukan kebijakan institusi yang jelas. Penggunaan AI saat ini belum cukup mendalam dalam konteks disiplin ilmu tertentu atau dalam prakteknya belum diolah secara terintegritas pada sistem pendidikan yang sedang berlaku (Manteufel & Karimi, 2024). Kecanduan menatap layar yang didorong dari penggunaan teknologi (contohnya AI)

dapat mengganggu keseimbangan antara kehidupan dengan teknologi, yang mengakibatkan masalah terhadap lingkungan sosial serta potensi gangguan pada mental (Bilderback, 2025). Dengan demikian, penggunaan teknologi seperti AI dapat digunakan secukupnya dan hanya sebagai alat bantu, agar tidak mengalami ketergantungan.

KESIMPULAN

Penggunaan AI menunjukkan potensi yang luar biasa, seperti dalam bidang akademik. AI dapat memberikan akses yang mudah terhadap materi dan dapat membantu siswa dalam memahami konsep-konsep yang kompleks dan abstrak dalam materi termodinamika. Namun demikian, penggunaan AI secara berlebihan dapat menimbulkan sifat konsumtif. Penggunaan yang berlebihan dapat berdampak dalam kemandirian belajar, kemampuan berfikir kritis, sampai resiko pelanggaran integritas akademik.

Dengan begitu, AI sebaiknya digunakan dengan secukupnya, seperti sebagai alat bantu, bukan sebagai pengganti seutuhnya. Integrasi antara AI dan Pendidikan hendaknya dilakukan secara bijak, etis, dan professional yang membutuhkan pengawasan dari guru ataupun tenaga ahli. Kedepannya, diperlukan perkembangan kebijakan dalam penggunaan AI agar digunakan secara bertanggung jawab dan benar-benar menjadi salah satu solusi dalam bidang akademik, bukan menjadi sumber masalah baru bagi system pendidikan

DAFTAR PUSTAKA

- Aboimova, I., Kirillova, E., Otcheskiy, I., Kulikova, S., Vaslavskaya, I., & Polozhentseva, I. (2024). USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT: A QUALITATIVE STUDY OF THE TECHNOLOGY'S POTENTIAL. *Relacoes Internacionais No Mundo Atual*, 2(44), 158–170. <https://doi.org/10.21902/Revrima.v2i44.6982>
- Bilderback, S. (2025). Screen time addiction and mental health: navigating work-life balance in global careers. *Journal of Systems and Information Technology*. <https://doi.org/10.1108/JSIT-02-2024-0036>
- Coletti, F. (2025). Exploring Applications of Machine Learning For Data Regression in Heat Transfer. In C. L., K. T.G., & M. S. (Eds.), *Proceedings of the World Congress on Momentum, Heat and Mass Transfer*. Avestia Publishing. <https://doi.org/10.11159/icmfht25.004>
- Del Mundo, M. A., Reyes, E. F. D., Gervacio, E. M., Manalo, R. B., Book, R. J. A., Chavez, J. V., Espartero, M. M., & Sayadi, D. S. (2024). Discourse analysis on experience-based position of science, mathematics, and Tech-Voc educators on generative AI and academic integrity. *Environment and Social Psychology*, 9(8). <https://doi.org/10.59429/esp.v9i8.3028>
- Demir, M., Leahy, S. M., Mishra, P., Chen, C. K., & Singharoy, A. (2024). Adaptive Artificial Intelligence to Teach Interactive Molecular Dynamics in the Context of Human-Computer Interaction. In B. K., K. M., B. K., D. G., R. A., & D. S. F. B. C. (Eds.), *EPiC Series in Computing* (Vol. 102, pp. 140–153). EasyChair. <https://doi.org/10.29007/vclz>
- Dockens, A. L., & Shelton, K. (2025). The AI scholar: AI in higher education research and writing. In *AI Integration Into Andragogical Education* (pp. 109–136). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0502-8.ch005>
- Efebeh, V. E., Orishede, F., & Igoh, J. M. (2024). Artificial Intelligence and Academic Research in Contemporary Society: Evidence from University Academics. *Ianna Journal of Interdisciplinary Studies*, 6(3 Special Issue), 33–44. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13152543>

- El Fathi, T., Saad, A., Larhzil, H., Lamri, D., & Al Ibrahmi, E. M. (2025). Integrating generative AI into STEM education: enhancing conceptual understanding, addressing misconceptions, and assessing student acceptance. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-025-00125-z>
- Guo, Q., Everage, D., & Zhang, Q. (2024). HANDS-ON LEARNING FOR ENHANCED THERMODYNAMICS EDUCATION WITH REFRIGERATION SYSTEM ANALYSIS. *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings (IMECE)*, 7. <https://doi.org/10.1115/IMECE2024-145167>
- Hajkowicz, S., Sanderson, C., Karimi, S., Bratanova, A., & Naughtin, C. (2023). Artificial intelligence adoption in the physical sciences, natural sciences, life sciences, social sciences and the arts and humanities: A bibliometric analysis of research publications from 1960-2021. *Technology in Society*, 74. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102260>
- Hemami, A. (2024). Can AI be Helpful for Teaching Engineering Subjects? *2024 IEEE 11th International Conference on E-Learning in Industrial Electronics, ICELIE 2024*. <https://doi.org/10.1109/ICELIE62250.2024.10814788>
- Khan, A. A., Laghari, A. A., Inam, S. A., Ullah, S., & Nadeem, L. (2025). A review on artificial intelligence thermal fluids and the integration of energy conservation with blockchain technology. *Discover Sustainability*, 6(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01124-w>
- Manteufel, R. D., & Karimi, A. (2024). Student Use of ChatGPT to Write an Engineering Report. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85202024712&partnerID=40&md5=8ac1ea0d342e7616ff6dfbe48d42904b>
- Martín Núñez, J. L., & Lantada, A. D. (2020). Artificial intelligence aided engineering education: State of the art, potentials and challenges. *International Journal of Engineering Education*.
- McLeod, M. (2023). Modular Robotics. *Design Engineering (Canada)*, 68(5), 16–17. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85203449612&partnerID=40&md5=d15e832a30ecb95225b6e1bad31618fe>
- Mikielewicz, J., & Mikielewicz, D. (2024). Influence of thermodynamics on the development of technology and science. *Archives of Thermodynamics*, 45(2), 51–61. <https://doi.org/10.24425/ather.2024.150851>
- Oyelude, A. A. (2024). Artificial intelligence (AI) tools for academic research. *Library Hi Tech News*, 41(8), 18–20. <https://doi.org/10.1108/LHTN-08-2024-0131>
- Rathore, V. S. (2021). Ai-hi...the technological transgenders (ai-hi techno-trans). In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 1184, pp. 176–183). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5859-7_17
- Saavedra Gastélum, V., Román Jiménez, O. R., González Almaguer, C. A., Zubieta Ramírez, C., Castellanos Saavedra, C., & Frías Reid, N. (2024). THE ETHICAL USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGHER EDUCATION IN TEC21 MODEL. In B. E., B. E., B. L., G. H., K. J., S. I., & W. T. (Eds.), *Proceedings of the 26th International Conference on Engineering and Product Design Education: Rise of the Machines: Design Education in the Generative AI Era, E and PDE 2024* (pp. 587–592). The Design Society. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105003909563&partnerID=40&md5=54f13ef9440cda79d3cbd861e7e8a270>
- Strachan, R., Oguna, C., & Oruche, U. (2024). The Postgraduate Student Perspective on Academic Misconduct in the Era of Essay Mills and Generative AI: A Case Study from Northeast England. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*. <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578821>
- Weber, I., Borić, T., Mardešić, J., Bilušić, A., & Zoranić, L. (2024). Enhancing

Thermodynamics Education: Insights from Student Knowledge Assessments on (Ir)reversible Processes and (Non)equilibrium Phenomena. *Education Sciences*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/educsci14121395>