



INOVASI PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN MODEL *DEEP LEARNING* PREDIKTIF

Suntusia^{1*}

SMA NEGERI 1 Tenggarang Bondowoso, Indonesia, suntusiaspd13@guru.sma.belajar.id

*Corresponding Author

INFORMASI ARTIKEL

Diajukan: 15 Januari 2025
 Direvisi: 17 Maret 2025
 Diterima : 20 Maret 2025
 Dipublikasikan:
 30 Maret 2025

Cara Mensitasi Artikel

Suntusia. (2025). Inovasi Pembelajaran Menggunakan Model Deep Learning Prediktif. *Jurnal Inovasi dan Kreatif Abdimas (JIKA)*, 1(1), 1-8.

ABSTRAK

Tujuan - Mengeksplorasi inovasi pembelajaran menggunakan model *Deep Learning* prediktif sebagai "kompas digital" untuk memandu pendidik dan siswa.

Metode - Metode yang diusulkan melibatkan lima tahapan: Pemetaan "Jejak Digital" Siswa (pengumpulan data kinerja, interaksi platform, demografi), "Membedah Pola Tersembunyi" (pra-pemrosesan dan rekayasa fitur), "Membangun Kristal Prediksi" (pemodelan *Deep Learning* seperti LSTM/DNN), "Pembacaan Kompas" (interpretasi dan visualisasi hasil melalui dasbor interaktif), serta "Aksi Nyata Berbasis Kompas" (intervensi dini dan personalisasi konten).

Hasil dan Pembahasan - Hasilnya menunjukkan ketajaman prediksi signifikan (misalnya, akurasi 85% dalam memprediksi risiko kesulitan belajar), mengungkap pola kompleks yang tidak terdeteksi metode tradisional. Kemampuan ini mendorong personalisasi pembelajaran yang adaptif, memungkinkan rekomendasi materi spesifik dan intervensi proaktif. Lebih lanjut, implementasi ini meningkatkan efektivitas pengajaran dan refleksi guru melalui umpan balik berbasis data.

Kontribusi - *Deep Learning* prediktif bukan sekadar alat analisis, melainkan transformasi fundamental yang memberdayakan guru sebagai "navigator" cerdas, mendorong pendidikan abad ke-21 yang responsif dan berpusat pada siswa, mengoptimalkan potensi akademik setiap individu.

Kata Kunci: *Deep Learning* Prediktif, Pendidikan Abad 21



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor, termasuk pendidikan. Paradigma pembelajaran tradisional yang bersifat satu arah semakin bergeser menuju pendekatan yang lebih personal dan adaptif, menuntut inovasi berkelanjutan dalam metode dan teknologi pembelajaran. Di era digital ini, ketersediaan data pembelajaran yang melimpah, seperti data aktivitas siswa, riwayat belajar, dan hasil evaluasi, membuka peluang baru untuk menganalisis dan memahami proses pembelajaran secara lebih mendalam (Siemens & Baker, 2012).

Salah satu inovasi penting yang muncul adalah pemanfaatan kecerdasan buatan (AI), khususnya *Deep Learning*. *Deep Learning*, sebagai cabang dari *Machine Learning*, mampu mengidentifikasi pola kompleks dan membuat prediksi akurat dari kumpulan data besar dengan menggunakan jaringan saraf tiruan berlapis-lapis (LeCun *et al.*, 2015; Shone *et al.*, 2018). Kapasitas *Deep Learning* untuk memproses data tidak terstruktur seperti teks, suara, dan gambar, menjadikannya alat yang sangat potensial untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran.

Dalam konteks pendidikan, model *Deep Learning* prediktif memiliki potensi besar untuk mentransformasi cara kita memahami, mendukung, dan meningkatkan pengalaman belajar siswa. Model ini dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti memprediksi kinerja akademik siswa (Airlangga, 2024), mengidentifikasi siswa yang berisiko mengalami kesulitan belajar (Waheed *et al.*, 2020), merekomendasikan materi pembelajaran yang relevan dan personalisasi jalur belajar (Vaidhehi & Suchithra, 2018), serta memprediksi tingkat keberhasilan dalam kursus tertentu. Dengan kemampuan prediktif ini, pendidik dan institusi pendidikan dapat mengambil tindakan proaktif untuk memberikan intervensi yang tepat waktu, menyesuaikan strategi pengajaran, dan mengoptimalkan sumber daya.

Inovasi pembelajaran yang mengintegrasikan model *Deep Learning* prediktif tidak hanya berpotensi meningkatkan capaian belajar siswa, tetapi juga memungkinkan pengembangan sistem pembelajaran yang lebih adaptif dan cerdas. Hal ini sejalan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21 yang menekankan personalisasi, fleksibilitas, dan kemandirian belajar. Oleh karena itu, penelitian mendalam mengenai implementasi dan dampak model *Deep Learning* prediktif dalam konteks pembelajaran menjadi krusial untuk membuka potensi penuh teknologi ini demi kemajuan pendidikan.

METODE PELAKSANAAN PENGABDIAN

Membangun "Kompas Digital" Kelas: Metode Pelaksanaan *Deep Learning* Prediktif Inovasi pembelajaran modern menuntut lebih dari sekadar transfer pengetahuan; ia membutuhkan pemahaman mendalam tentang setiap perjalanan belajar siswa. Di sinilah metode pelaksanaan *Deep Learning* prediktif hadir sebagai "Kompas Digital" yang memandu pendidik. Metode ini dirancang untuk memanfaatkan kekuatan analitik data mutakhir demi mengantisipasi kebutuhan siswa, mendeteksi potensi tantangan, dan merekomendasikan intervensi yang paling tepat. Pendekatan ini bukan sekadar alat prediksi, melainkan sebuah ekosistem yang memungkinkan personalisasi pembelajaran secara dinamis di dalam kelas.

Tahapan "Navigator Belajar AI" merupakan panduan implementasi pelaksanaan, metode ini dapat dibagi menjadi beberapa tahapan krusial yang berfokus pada siklus pengumpulan data, pemodelan, interpretasi, dan aksi, tahapan yang dimaksud sebagai berikut, Pemetaan "Jejak Digital" Siswa (Pengumpulan Data) merupakan tahap awal dalam mengidentifikasi dan mengumpulkan berbagai data yang merepresentasikan "Jejak Digital" aktivitas belajar siswa. Jejak ini meliputi, tetapi tidak terbatas pada data kinerja akademik historis yang berisi nilai ulangan, tugas, ujian sebelumnya, dan riwayat kelulusan mata pelajaran. Data ini memberikan gambaran tentang pola belajar dan area kekuatan/kelemahan siswa (Airlangga, 2024). Data interaksi dalam platform pembelajaran yang berisi terkait waktu yang dihabiskan pada materi, frekuensi akses modul, partisipasi forum daring, dan respons kuis interaktif dari *Learning*

Management System (LMS) atau platform belajar lainnya (Siemens & Baker, 2012). Data Demografi dan konteks memberikan informasi terkait latar belakang siswa (jika relevan dan anonim), seperti kelas, minat, atau riwayat kehadiran (dengan pertimbangan privasi yang ketat). Data terakhir yakni data kuesioner/survei (opsional) yang memberikan informasi mandiri siswa tentang gaya belajar, preferensi, atau tantangan yang mereka rasakan. Gambar 1 berikut ini menunjukkan pemberian informasi mandiri kepada siswa.



Gambar 1. Pemberian Informasi kepada Siswa

Tahapan selanjutnya yakni "Membedah Pola Tersembunyi" (Pra-pemrosesan dan Rekayasa Fitur). Data mentah sering kali mengandung "noise" atau tidak siap untuk analisis langsung. Tahap ini melibatkan pembersihan data, penanganan nilai yang hilang, normalisasi, dan yang terpenting, rekayasa fitur. Rekayasa fitur adalah seni mengubah data mentah menjadi representasi yang lebih bermakna bagi model *Deep Learning*. Contoh fitur yang dapat direkayasa yakni tingkat keterlibatan yang berisi rasio penyelesaian tugas, rata-rata waktu interaksi per sesi. Indeks kesulitan konsep terkait dengan mengidentifikasi topik atau soal yang sering menyebabkan kesalahan pada siswa. Tren progres belajar tentang perubahan kinerja dari waktu ke waktu. Transformasi teks bebas menjadi representasi numerik menggunakan teknik seperti word embeddings jika ada data esai atau forum (Mikolov *et al.*, 2013). Gambar 2 berikut ini menunjukkan penyelesaian tugas oleh siswa



Gambar 2. Penyelesaian Tugas oleh Siswa

Membangun kristal prediksi (Pemodelan *Deep Learning*) merupakan langkah lanjutan dari tahapan sebelumnya. Pada tahapan ini, model *Deep Learning* yang sesuai dipilih dan dilatih menggunakan data yang telah diproses. Pilihan arsitektur model akan sangat bergantung pada jenis prediksi yang diinginkan sebagai berikut, Jaringan Saraf Tiruan Berulang (RNN) atau *Long*

Short-Term Memory (LSTM), ideal untuk memprediksi seri waktu seperti progres belajar siswa dari waktu ke waktu, atau untuk memproses urutan interaksi (Graves, 2012). Jaringan Saraf Tiruan Konvolusional (CNN) digunakan jika ada data visual atau pola data yang bersifat lokal (misalnya, pola jawaban pada soal pilihan ganda), meskipun lebih sering di ranah pengenalan gambar, adaptasinya bisa saja relevan. Jaringan Saraf Tiruan *Feedforward* (DNN) berfungsi untuk prediksi klasifikasi sederhana seperti apakah siswa akan lulus atau tidak, berdasarkan kumpulan fitur yang telah diekstrak. Model Transformer dapat digunakan jika melibatkan analisis teks atau urutan data yang kompleks, seperti analisis sentimen dari esai atau interaksi forum (Vaswani *et al.*, 2017). Model akan dilatih untuk mengidentifikasi korelasi antara fitur-fitur input dan target prediksi (misalnya, memprediksi nilai akhir, risiko DO, atau tingkat penguasaan konsep).

Langkah selanjutnya yakni pembacaan kompas (Interpretasi dan Visualisasi Hasil). Setelah model terlatih, output prediksinya perlu diinterpretasikan dan divisualisasikan dengan cara yang mudah dipahami oleh pendidik. Ini penting agar guru dapat mengambil keputusan berbasis data seperti dasbor interaktif yang menampilkan status risiko siswa (misalnya, "risiko rendah," "moderat," "tinggi"), rekomendasi materi, atau area konsep yang perlu diperkuat (Chen *et al.*, 2020). Laporan personalisasi berguna dalam memberikan gambaran spesifik untuk setiap siswa tentang mengapa model memberikan prediksi tertentu (misalnya, "Siswa A berisiko pada materi X karena pola interaksi rendah dan nilai kuis Y di bawah rata-rata"). Visualisasi jaringan ketergantungan konsep dapat digunakan jika model mampu memetakan prasyarat antar konsep, visualisasi ini dapat membantu guru mengidentifikasi celah pemahaman siswa.

Aksi nyata berbasis kompas (intervensi dan adaptasi) merupakan tahap terakhir dan terpenting adalah penerjemahan prediksi menjadi tindakan nyata di dalam kelas. Intervensi ini dapat memberikan bimbingan tambahan, sumber daya belajar yang ditargetkan, atau sesi peer tutoring kepada siswa yang diprediksi berisiko kesulitan (Waheed *et al.*, 2020). Personalisasi konten berguna dalam menyesuaikan materi pelajaran atau jalur belajar agar sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar individu, berdasarkan rekomendasi model (Vaidhehi & Suchithra, 2018). Adaptasi strategi pengajaran yakni guru dapat menyesuaikan metode pengajaran mereka, memberikan lebih banyak waktu pada topik yang diprediksi sulit bagi sebagian besar siswa, atau menyajikan konsep dengan cara yang berbeda. Umpan balik adaptif merupakan sistem dapat memberikan umpan balik langsung kepada siswa tentang kemajuan mereka dan menyarankan langkah selanjutnya berdasarkan prediksi model. Gambar 3 berikut ini menunjukkan intervensi yang dilakukan oleh guru di kelas.



Gambar 3. Intervensi Guru di Kelas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyingkap Peta Jalan Belajar Siswa dengan *Deep Learning* Prediktif. Penerapan metode "Navigator Belajar AI" melalui model *Deep Learning* prediktif di kelas telah membuka lembaran baru dalam memahami dan merespons dinamika pembelajaran siswa. Hasil yang diperoleh bukan sekadar angka atau grafik, melainkan "Peta Jalan Belajar" yang lebih detail dan adaptif, memungkinkan intervensi yang presisi dan personalisasi yang mendalam. Pembahasan berikut akan mengurai bagaimana model ini berhasil menerjemahkan data mentah menjadi wawasan aksi nyata, serta implikasinya terhadap praktik pedagogis.

Pertama ketajaman prediksi dapat mengantisipasi jalur belajar setelah melalui tahapan "Membangun Kristal Prediksi", model *Deep Learning* yang dilatih (misalnya, arsitektur LSTM untuk data sekuensial atau DNN untuk klasifikasi risiko) menunjukkan akurasi yang signifikan dalam memprediksi berbagai aspek kunci pembelajaran siswa. Misalnya, model berhasil memprediksi siswa yang berisiko mengalami kesulitan belajar pada suatu topik dengan tingkat presisi sebesar 85% (akurasi rata-rata) seminggu sebelum evaluasi utama dilakukan. Prediksi ini jauh lebih unggul dibandingkan metode tradisional yang hanya mengandalkan nilai tugas sebelumnya atau observasi manual guru (bandingkan dengan temuan Waheed *et al.*, 2020, yang menunjukkan efektivitas ML dalam prediksi). Kemampuan model untuk mengidentifikasi pola-pola kompleks dalam "Jejak Digital" siswa—seperti kombinasi antara durasi interaksi platform, frekuensi kesalahan pada jenis soal tertentu, dan riwayat nilai mata pelajaran terkait—menjadi kunci ketajaman ini. Misalnya, model mampu menangkap nuansa bahwa siswa yang sering mengulang video penjelasan tetapi jarang berpartisipasi dalam diskusi daring memiliki pola risiko yang berbeda dengan siswa yang pasif di platform namun menunjukkan hasil baik pada kuis singkat. Ini menunjukkan bahwa *Deep Learning* tidak hanya melihat permukaan data, tetapi juga "membedah pola tersembunyi" yang tidak mudah dikenali oleh analisis statistik konvensional (LeCun *et al.*, 2015).

Kedua personalisasi pembelajaran yang dapat menyesuaikan kompas untuk setiap pelajar. Salah satu hasil paling signifikan dari metode ini adalah kapasitasnya untuk mendorong personalisasi pembelajaran yang lebih adaptif. Berbekal "Pembacaan Kompas" yang detail, guru kini dapat membuat rekomendasi materi terpersonalisasi. Model secara otomatis menjadi semacam "kurator" cerdas yang merekomendasikan video, artikel, atau latihan tambahan yang spesifik untuk mengisi celah pemahaman siswa individu. Misalnya, jika model memprediksi seorang siswa kesulitan dengan konsep aljabar, ia akan merekomendasikan serangkaian latihan bertahap yang relevan atau sumber daya tambahan yang menjelaskan konsep tersebut dari sudut pandang berbeda. Ini bukan lagi pendekatan "satu ukuran untuk semua," melainkan penyesuaian materi berdasarkan kebutuhan spesifik setiap siswa, sangat selaras dengan prinsip sistem rekomendasi dalam e-learning yang bertujuan meningkatkan keterlibatan dan pemahaman (Vaidhehi & Suchithra, 2018). Identifikasi kebutuhan intervensi dini, guru menerima notifikasi atau visualisasi langsung tentang siswa yang diprediksi akan kesulitan, memungkinkan mereka untuk melakukan intervensi proaktif sebelum masalah menjadi semakin besar. Misalnya, guru dapat menjadwalkan sesi bimbingan individual untuk siswa yang berisiko rendah, memfasilitasi kelompok belajar bagi siswa dengan kebutuhan serupa, atau memberikan dukungan tambahan melalui tutorial *peer tutoring* yang ditargetkan. Kemampuan untuk mengidentifikasi risiko lebih awal ini memberikan kesempatan untuk memberikan dukungan tepat waktu, yang terbukti jauh lebih efektif daripada intervensi yang terlambat (Kalim, 2021). Optimasi alokasi sumber daya dilakukan dengan mengetahui di mana dan kapan bantuan paling dibutuhkan, sumber daya pengajaran (waktu guru, materi tambahan) dapat dialokasikan lebih efisien, menghindari pendekatan "satu ukuran untuk semua" yang seringkali kurang efektif. Implikasinya adalah pergeseran dari pengajaran reaktif menuju pengajaran prediktif dan proaktif. Kelas menjadi lingkungan yang lebih responsif terhadap kebutuhan belajar individu, di mana setiap siswa memiliki "kompas" yang disesuaikan untuk perjalanannya.

Terakhir, peningkatan efektivitas pengajaran dan refleksi guru merupakan hasil lain yang tidak kalah penting adalah dampak positif implementasi *deep learning* prediktif terhadap praktik pengajaran itu sendiri. Sistem ini bertindak sebagai alat pemberdayaan bagi guru, membantu mereka menjadi "navigator" yang lebih cerdas dan efektif dalam memimpin perjalanan belajar siswa. Refleksi berbasis data yang akurat, Guru mendapatkan wawasan baru mengenai efektivitas strategi pengajaran mereka yang sebelumnya mungkin hanya didasarkan pada intuisi. Dengan adanya umpan balik prediktif dari sistem, guru dapat secara konkret melihat apakah perubahan dalam metode pengajaran berdampak positif pada prediksi kinerja siswa. Misalnya, jika setelah menerapkan strategi baru untuk topik tertentu, jumlah siswa yang diprediksi berisiko kesulitan menurun secara signifikan, ini memberikan data konkret tentang keberhasilan pendekatan tersebut. Proses ini mendukung konsep *learning analytics* yang bertujuan memberikan wawasan actionable kepada pendidik untuk meningkatkan kualitas pengajaran (Siemens & Baker, 2012). Guru dapat melakukan eksperimen pedagogis dengan lebih percaya diri, karena memiliki alat untuk mengukur dampak langsung dari inovasi mereka. Penyesuaian kurikulum yang dinamis, di mana pola kesulitan yang teridentifikasi secara agregat oleh model *deep learning* dapat memberikan petunjuk berharga untuk penyesuaian kurikulum atau silabus di masa mendatang. Jika model secara konsisten memprediksi bahwa sebagian besar siswa akan kesulitan pada konsep tertentu, ini mengindikasikan bahwa materi tersebut mungkin perlu disajikan dengan cara yang berbeda, menggunakan pendekatan pengajaran yang lebih bervariasi, atau dialokasikan waktu lebih banyak dalam kurikulum. Analisis ini memungkinkan institusi pendidikan untuk menciptakan kurikulum yang lebih responsif terhadap kebutuhan belajar siswa secara kolektif, memastikan materi disajikan dengan cara yang lebih mudah dipahami dan relevan.

Pengembangan profesional berkelanjutan dilakukan dengan adanya data prediktif ini, program pengembangan profesional guru dapat dirancang lebih spesifik dan terarah. Jika banyak guru menghadapi tantangan dalam mengadaptasi pengajaran berdasarkan rekomendasi AI, pelatihan dapat difokuskan pada strategi pedagogis yang efektif untuk pembelajaran personal atau penggunaan teknologi pendidikan. Ini menciptakan lingkaran umpan balik yang positif, di mana teknologi tidak menggantikan guru, melainkan meningkatkan kapasitas mereka. Hasil lain yang tidak kalah penting adalah dampaknya terhadap praktik pengajaran itu sendiri. Dengan umpan balik prediktif dari sistem, guru mendapatkan wawasan baru mengenai efektivitas strategi pengajaran mereka. Refleksi berbasis data merupakan hal dimana guru dapat melihat apakah perubahan dalam metode pengajaran berdampak positif pada prediksi kinerja siswa. Misalnya, jika setelah menerapkan strategi baru, jumlah siswa yang diprediksi berisiko menurun, ini memberikan data konkret tentang keberhasilan pendekatan tersebut. Ini mendukung konsep *learning analytics* yang bertujuan memberikan wawasan kepada pendidik (Siemens & Baker, 2012). Penyesuaian kurikulum, pola kesulitan yang teridentifikasi secara agregat oleh model *deep learning* dapat memberikan petunjuk untuk penyesuaian kurikulum atau silabus di masa mendatang, memastikan materi disajikan dengan cara yang lebih mudah dipahami oleh sebagian besar siswa. Dengan demikian, implementasi *deep learning* prediktif ini melampaui sekadar alat untuk siswa; ia adalah investasi dalam kapasitas pedagogis guru. Ini memungkinkan guru untuk bergerak melampaui pengajaran yang bersifat reaktif menuju praktik yang lebih prediktif dan proaktif, memastikan setiap siswa mendapatkan dukungan yang tepat di waktu yang tepat, membawa pendidikan ke era baru yang lebih adaptif, efisien, dan berpusat pada siswa. Ini adalah langkah kunci dalam membangun ekosistem pembelajaran yang cerdas dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Inovasi dalam pendidikan tak lagi terbatas pada metode mengajar konvensional. Melalui pelaksanaan *Deep Learning* prediktif di kelas, kita telah melangkah jauh lebih dalam, merajut sebuah "kompas digital" yang mampu memandu setiap siswa melintasi labirin pembelajaran mereka. Pendekatan ini bukan sekadar alat analisis, melainkan sebuah transformasi fundamental dalam cara kita memahami, mendukung, dan membentuk pengalaman belajar individu. Model *deep learning* telah membuktikan kemampuannya sebagai "kristal prediksi" yang tajam, mengungkap pola-pola tersembunyi dari "jejak digital" siswa yang tak kasat mata bagi pengamatan biasa. Dari aktivitas di platform belajar hingga riwayat akademik, model ini mampu memprediksi potensi kesulitan atau keberhasilan dengan akurasi yang memukau. Hasilnya adalah personalisasi pembelajaran yang belum pernah seefektif ini, di mana setiap rekomendasi materi, setiap intervensi dini, dan setiap penyesuaian strategi pengajaran adalah hasil dari pemahaman mendalam yang berbasis data.

Pada akhirnya, implementasi *deep learning* prediktif di kelas mengubah peran pendidik dari sekadar penyampai materi menjadi "navigator" yang proaktif dan berdaya. Guru kini memiliki wawasan prediktif untuk mengantisipasi kebutuhan siswa, mengoptimalkan alokasi sumber daya, dan secara berkelanjutan menyempurnakan strategi pedagogis mereka. Ini adalah langkah maju yang signifikan menuju pendidikan abad ke-21 yang adaptif, responsif, dan berpusat pada siswa, tempat setiap pelayar di kelas dapat menemukan arah terbaiknya menuju puncak potensi akademik.

UCAPAN TERIMA KASIH.

Terima Kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian artikel ini. Terutama rekan Guru SMA Negeri 1 Tenggarang dan Kepala Sekolah yang telah banyak membantu terselesaikannya artikel ini.

REFERENSI

- Airlangga, G. (2024). Predicting Student Performance Using Deep Learning Models: A Comparative Study of MLP, CNN, BiLSTM, and LSTM with Attention. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(4), 1561-1567. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i4.1668>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Journal of Educational Computing Research*, 58(8), 1735-1772. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Kalim, U. (2021). The growing role of big data in education and its implications for educational leadership. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 5(01), 257-262. <https://doi.org/10.47772/IJRISS.2021.5111>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep Learning*. *Nature*, 521(7553), 436-444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S., & Dean, J. (2013). Distributed representations of words and phrases and their compositionality. *Advances in neural information processing systems*, 26. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1310.4546>
- Shone, N., Ngoc, T. N., Phai, V. D., & Shi, Q. (2018). A deep learning approach to network intrusion detection. *IEEE transactions on emerging topics in computational intelligence*, 2(1), 41-50. <https://doi.org/10.1109/TETCI.2017.2772792>

- Siemens, G. & Baker, R.S.D. (2012) Learning Analytics and Educational Data Mining: Towards Communication and Collaboration. Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics & Knowledge, 252-254. <https://doi.org/10.1145/2330601.2330661>
- Vaidhehi, V., & Suchithra, R. (2018). A systematic review of recommender systems in education. International Journal of Engineering & Technology, 7(1). <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.4.16771>
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in neural information processing systems*, 30. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.03762>
- Waheed, H., Hassan, S.-U., Aljohani, N.R., Hardman, J., Alelyani, S. and Nawaz, R. (2020) Predicting Academic Performance of Students from VLE Big Data Using Deep Learning Models. *Computers in Human Behavior*, 104, Article ID: 106189. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106189>