



IMPLEMENTASI *DEEP LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN HASIL PEMBELAJARAN DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK) SE-JAKARTA BARAT

M. Ardiansyah^{1(*)}, Mohamad Lutfi Nugraha²

Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia¹²

m.ardiansyah_unindra@yahoo.co.id¹, muhammadlutfinugraha@gmail.com²

Abstract

Received: 19 November 2024
Revised: 29 Januari 2025
Accepted: 28 Maret 2025

This research explores the implementation of deep learning technology to enhance learning outcomes in Vocational High Schools (SMK) across West Jakarta. By utilizing deep learning in education, there is significant potential to analyze student data for performance prediction, learning needs identification, and automated assessment. The goal of this study is to develop a deep learning model that can support teachers and educational administrators in tracking students' learning progress, identifying learning difficulties early on, and improving the effectiveness of the learning process. Using deep learning algorithms such as Convolutional Neural Network (CNN) and Recurrent Neural Network (RNN), the model is evaluated in the context of predicting students' academic achievement. The findings indicate that the deep learning model achieves high predictive accuracy in identifying students requiring targeted intervention, which leads to overall improvement in learning outcomes. The implications of these findings are expected to help educators in SMK implement more adaptive and targeted instructional strategies.

Keywords: *Deep learning*; Student Performance Prediction; Vocational High School; Adaptive Learning; Automated Evaluation

(*) Corresponding Author: Ardiansyah, m.ardiansyah_unindra@yahoo.co.id

How to Cite: Ardiansyah, M., & Nugraha, M. L. (2025). IMPLEMENTASI *DEEP LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN HASIL PEMBELAJARAN DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK) SE-JAKARTA BARAT. *Research and Development Journal of Education*, 11(1), 302-309.

INTRODUCTION

Pada era Revolusi Industri 4.0, penerapan teknologi berbasis kecerdasan buatan telah membawa dampak besar di berbagai sektor, termasuk di bidang pendidikan. Salah satu cabang dari machine learning, yaitu *deep learning*, memiliki potensi besar untuk mengubah cara pendidikan diterapkan, terutama dalam mengotomatisasi analisis data untuk keperluan prediksi dan personalisasi pembelajaran (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016). Teknologi *deep learning* menggunakan berbagai algoritma yang mampu mengolah dan menganalisis data dalam jumlah besar, seperti hasil ujian, data kehadiran, dan pola perilaku belajar siswa, untuk memberikan wawasan yang lebih mendalam terkait kebutuhan belajar mereka (Hinton, 2018).

Di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), penerapan *deep learning* dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif terkait proses pembelajaran. Fokus pembelajaran di SMK berbeda dengan sekolah umum karena lebih menitikberatkan pada keterampilan vokasi yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Misalnya, siswa SMK membutuhkan tidak hanya pemahaman teoritis, tetapi juga keterampilan praktis yang relevan dengan bidang kerja yang mereka pilih. Salah satu tantangan utama bagi para pendidik di SMK adalah menyediakan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan setiap

siswa, mengingat latar belakang, kemampuan, dan kecepatan belajar yang beragam (Mayer, 2019). Dengan memanfaatkan *deep learning*, guru bisa mendapatkan rekomendasi otomatis mengenai strategi pembelajaran yang optimal bagi setiap siswa, yang dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan, pada akhirnya, memperbaiki hasil belajar mereka (Chung et al., 2020).

Keunggulan utama dari penerapan *deep learning* didunia pendidikan adalah kemampuannya dalam memprediksi hasil akademik siswa dan mengidentifikasi faktor-faktor risiko yang mungkin memengaruhi kinerja mereka. Misalnya, studi yang dilakukan oleh Xing & Goh (2021) menunjukkan bahwa *deep learning* dapat memprediksi risiko putus sekolah pada siswa yang memiliki kendala akademik atau sosial. Model prediktif ini memungkinkan sekolah memberikan intervensi lebih dini kepada siswa yang membutuhkan, sehingga angka putus sekolah di lingkungan SMK dapat ditekan. Selain itu, penerapan *deep learning* dalam evaluasi hasil belajar dapat meningkatkan objektivitas penilaian dan menyediakan umpan balik secara real-time, yang sangat berguna dalam menyempurnakan metode pembelajaran (Zawacki-Richter et al., 2019).

Namun, implementasi *deep learning* dalam pendidikan, khususnya di Indonesia, masih menghadapi beberapa hambatan. Tantangan tersebut antara lain terbatasnya infrastruktur teknologi, kurangnya tenaga pengajar yang memahami konsep dan aplikasi *deep learning*, serta kebutuhan data dalam jumlah besar untuk melatih model secara akurat. Menurut Johnson et al. (2020), penerapan teknologi AI, khususnya *deep learning*, membutuhkan dukungan penuh dari berbagai pihak, seperti sekolah, pemerintah, dan industri teknologi. Di negara berkembang seperti Indonesia, upaya membangun sistem yang mengintegrasikan *deep learning* dalam pendidikan masih membutuhkan perencanaan yang matang dan pengembangan yang berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang model *deep learning* yang dapat membantu guru dan pengelola SMK di Jakarta Barat dalam memantau kemajuan belajar siswa serta meningkatkan efektivitas proses pembelajaran. Dengan pendekatan *deep learning*, diharapkan model ini dapat memberikan hasil prediksi yang akurat terkait kebutuhan siswa, yang pada akhirnya akan memudahkan guru dalam menyesuaikan strategi pengajaran. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pendidik di SMK memanfaatkan teknologi *deep learning* untuk meningkatkan kualitas pendidikan melalui sistem pembelajaran yang lebih adaptif dan tepat sasaran.

METHODS

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimental guna mengembangkan dan menguji model *deep learning* dalam konteks prediksi kinerja siswa di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) se-Jakarta Barat. Tahapan penelitian ini meliputi pengumpulan data, pemrosesan data, pengembangan model *deep learning*, evaluasi model, interpretasi hasil dan validasi model, serta implementasi model dalam lingkungan sekolah.

Pada tahap pengumpulan data, informasi yang digunakan mencakup data akademik siswa, seperti nilai ujian, kehadiran, perilaku belajar, serta data sosial ekonomi yang relevan. Data ini diperoleh dari beberapa SMK di Jakarta Barat yang bersedia berpartisipasi sebagai sampel, dengan total data mencakup 500 siswa dari berbagai jurusan. Data yang digunakan merupakan data historis dari dua tahun terakhir, sehingga mampu memberikan variabilitas yang cukup untuk prediksi yang akurat. Untuk menjaga kualitas dan privasi, data diperiksa, diproses, dan dianonimkan sebelum digunakan dalam penelitian.

Selanjutnya, data yang terkumpul dipersiapkan melalui proses pra-pemrosesan untuk memastikan kebersihan dan konsistensinya dalam model. Proses ini meliputi pembersihan data, normalisasi, pengodean variabel kategorikal menjadi numerik, dan penanganan data yang hilang dengan metode imputasi. Selain itu, data outlier diperiksa dan ditangani untuk menjaga konsistensi. Pengolahan data ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Python dan pustaka seperti Pandas, Numpy, dan Scikit-learn (Pedregosa et al., 2011).

Pada tahap pengembangan model *deep learning*, algoritma yang digunakan adalah *Recurrent Neural Network* (RNN) dan *Convolutional Neural Network* (CNN), karena telah terbukti efektif untuk data sekuensial dan pengenalan pola (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016). Model ini dikembangkan dengan menggunakan pustaka *deep learning* seperti TensorFlow dan Keras, serta dilatih dengan membagi data menjadi data latih (80%) dan data uji (20%) untuk menjaga kemampuan generalisasi model. Parameter seperti learning rate, batch size, dan jumlah epoch disesuaikan melalui eksperimen awal agar mencapai konfigurasi terbaik.

Tahap evaluasi bertujuan untuk menilai performa model dalam memprediksi kinerja akademik siswa, menggunakan metrik seperti akurasi, presisi, recall, dan f1-score, yang lazim digunakan untuk evaluasi model klasifikasi (Chollet, 2018). Selain itu, confusion matrix dianalisis untuk mengevaluasi kemampuan model dalam mengklasifikasikan kategori kinerja siswa (baik, sedang, dan kurang). Hasil evaluasi kemudian dibandingkan dengan model baseline berbasis algoritma *machine learning* tradisional seperti *Random Forest* dan *Logistic Regression* untuk menilai keunggulan model *deep learning* yang dikembangkan.

Tahap berikutnya adalah interpretasi hasil dan validasi model. Teknik visualisasi diterapkan untuk mengamati distribusi prediksi dan mengidentifikasi pola yang mungkin muncul. Validasi tambahan dilakukan menggunakan *k-fold cross-validation* untuk memastikan model tidak mengalami *overfitting*. Selain itu, diskusi dengan pihak sekolah juga dilakukan untuk memberikan interpretasi hasil prediksi dan memperoleh umpan balik dari guru mengenai akurasi prediksi model dalam konteks pembelajaran di SMK.

Apabila model menunjukkan performa yang baik, model ini kemudian akan diintegrasikan dalam sistem informasi sekolah untuk diterapkan langsung dalam proses pembelajaran dan evaluasi siswa. Implementasi model ini diharapkan dapat menjadi alat bantu bagi guru dalam memberikan intervensi dini kepada siswa yang memerlukan, serta mendukung sekolah dalam membuat kebijakan berdasarkan data yang akurat.

RESULTS & DISCUSSION

Results

Penelitian ini berhasil mengembangkan model *deep learning* berbasis *Recurrent Neural Network* (RNN) dan *Convolutional Neural Network* (CNN) yang efektif dalam memprediksi kinerja akademik siswa SMK di Jakarta Barat. Tahapan penelitian dimulai dari analisis data siswa, di mana informasi yang dikumpulkan mencakup data akademik seperti nilai ujian, kehadiran, serta faktor sosio-ekonomi siswa. Dari 500 sampel siswa yang diambil, 40% berasal dari jurusan teknik, 30% dari bisnis, dan 30% dari bidang kesehatan. Temuan awal menunjukkan adanya variasi signifikan dalam prestasi akademik siswa, khususnya di jurusan teknik yang cenderung memiliki tingkat ketidakhadiran lebih tinggi.

Model *deep learning* yang dibangun menunjukkan performa prediktif yang unggul. Evaluasi dengan metrik akurasi, presisi, recall, dan f1-score menunjukkan bahwa model RNN mencapai akurasi 89%, sedangkan CNN memperoleh akurasi sebesar 87%. Model RNN menunjukkan presisi sebesar 88%, recall 85%, dan f1-score 86%, sementara CNN memiliki presisi 85%, recall 83%, dan f1-score 84%. Kedua model ini terbukti lebih baik daripada model machine learning tradisional seperti Random Forest dan Logistic Regression, yang hanya memiliki akurasi rata-rata 75%. Hal ini menegaskan keunggulan *deep learning* dalam mengenali pola kompleks pada data siswa.

Untuk lebih memahami kinerja model, dilakukan analisis confusion matrix, yang menunjukkan bahwa model RNN lebih baik dalam mengklasifikasikan siswa berkinerja baik dan sedang, namun agak kurang akurat dalam mendeteksi siswa dengan kinerja rendah, kemungkinan akibat ketidakseimbangan data. Model diuji dengan metode k-fold cross-validation untuk memastikan tidak terjadi overfitting, dan hasilnya menunjukkan kestabilan prediksi yang baik dengan rata-rata akurasi konsisten pada 88%, sehingga menunjukkan potensi model ini untuk digunakan pada data siswa baru.

Prediksi dari model ini menunjukkan bahwa sekitar 15% siswa berada dalam kategori kinerja rendah dan membutuhkan intervensi dini. Setelah verifikasi oleh pihak sekolah, 80% dari siswa yang diprediksi berisiko rendah kinerja memang menunjukkan penurunan di mata pelajaran utama, sehingga sekolah memutuskan untuk memberikan intervensi berupa program bimbingan dan konseling. Guru juga memberikan tanggapan positif terhadap prediksi model, menyatakan bahwa informasi prediktif ini membantu mereka dalam mengenali siswa yang mungkin mengalami kesulitan akademik sejak awal. Beberapa guru mengusulkan agar model ini dapat dipadukan dengan faktor non-akademik seperti motivasi dan keterampilan sosial untuk prediksi yang lebih menyeluruh.

Secara keseluruhan, model *deep learning* berbasis RNN dan CNN ini menunjukkan efektivitas dalam memprediksi kinerja siswa SMK, dan dapat menjadi solusi potensial untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih adaptif. Model ini diharapkan dapat membantu guru dalam merancang strategi pengajaran yang lebih sesuai dengan kebutuhan siswa, terutama bagi mereka yang membutuhkan perhatian khusus. Rekomendasi penelitian ini mencakup penerapan model prediksi berbasis *deep learning* di sistem pendidikan SMK, serta pelatihan tambahan bagi tenaga pendidik untuk memahami hasil prediksi guna memberikan intervensi yang tepat. Penelitian lebih lanjut juga disarankan untuk memasukkan variabel non-akademik agar prediksi lebih akurat dan relevan.

Discussion

Efektivitas teknologi *deep learning* dalam memprediksi kinerja akademik siswa SMK menunjukkan bahwa model seperti *Recurrent Neural Network* (RNN) dan *Convolutional Neural Network* (CNN) dapat mencapai akurasi tinggi dalam hasil prediksi. Meski demikian, penerapan model ini di sekolah-sekolah lain mungkin memerlukan penyesuaian. Faktor-faktor seperti variasi kualitas data atau perbedaan karakteristik siswa di tiap sekolah dapat mempengaruhi keakuratan prediksi. Agar model tetap efektif, diperlukan strategi untuk menangani keterbatasan data atau perbedaan kondisi siswa. Misalnya, peningkatan kualitas data melalui proses data cleaning yang lebih cermat atau penyesuaian model untuk karakteristik siswa yang lebih spesifik di sekolah-sekolah tertentu.

Dalam implementasi teknologi *deep learning* di sekolah, keterbatasan infrastruktur serta kurangnya pengetahuan tenaga pendidik menjadi tantangan utama. Terlebih bagi sekolah yang memiliki keterbatasan dalam akses teknologi, langkah-langkah untuk

mengatasi kendala ini perlu dicari. Salah satu solusi adalah dengan menyediakan pelatihan dasar bagi guru terkait penggunaan teknologi dan manfaatnya. Selain itu, alternatif lain adalah menggunakan model machine learning yang lebih ringan namun tetap mampu memberikan prediksi yang cukup baik, sehingga tidak memerlukan perangkat keras yang terlalu canggih.

Model prediksi kinerja akademik ini juga memiliki potensi besar sebagai dasar intervensi dini bagi siswa yang mengalami kesulitan. Namun, penting untuk memastikan bahwa prediksi tersebut benar-benar andal sebelum diterapkan untuk tujuan intervensi. Risiko yang perlu dipertimbangkan mencakup potensi labelisasi negatif atau stigmatisasi terhadap siswa yang diprediksi memiliki kinerja rendah. Untuk meminimalkan risiko ini, sekolah perlu menggunakan prediksi secara bijaksana dan tidak hanya berfokus pada hasil akademik, melainkan memperhatikan juga kebutuhan emosional dan psikologis siswa. Selain itu, validasi terhadap prediksi melalui konsultasi dengan guru dan observasi langsung dapat membantu memastikan bahwa intervensi yang dilakukan benar-benar sesuai kebutuhan siswa.

Dari sisi etika dan privasi, pemanfaatan data siswa seperti nilai akademik dan data sosial ekonomi harus dilakukan dengan sangat hati-hati. Langkah-langkah keamanan data yang ketat harus diterapkan oleh pihak sekolah, mulai dari anonimisasi data hingga enkripsi untuk mencegah penyalahgunaan informasi. Kepatuhan terhadap peraturan perlindungan data yang berlaku, seperti undang-undang perlindungan data, sangat penting untuk menjaga kepercayaan semua pihak yang terlibat, termasuk siswa dan orang tua.

Selain itu, peran guru tetap krusial dalam mengintegrasikan hasil prediksi *deep learning* ke dalam pembelajaran sehari-hari. Meskipun hasil prediksi dapat memberikan gambaran awal, guru perlu mempertimbangkan faktor non-akademik seperti motivasi dan perilaku siswa agar dapat memahami secara lebih holistik kebutuhan setiap siswa. Pengamatan langsung dan pengalaman guru dalam berinteraksi dengan siswa tetap tidak tergantikan dan dapat melengkapi hasil dari model prediksi. Dalam hal ini, pelatihan khusus bagi guru mengenai pemahaman dan pemanfaatan teknologi *deep learning* akan sangat membantu, sehingga mereka dapat menilai hasil prediksi dengan kritis dan menggunakannya secara efektif.

Dalam hal keberlanjutan, model prediksi ini juga perlu terus dikembangkan dan dievaluasi secara berkala. Seiring waktu, karakteristik siswa akan mengalami perubahan, sehingga model prediksi harus mampu beradaptasi agar tetap relevan. Strategi jangka panjang seperti update model secara berkala dan memasukkan variabel-variabel baru, seperti motivasi, lingkungan sosial, serta kondisi emosional, dapat meningkatkan keakuratan dan sensitivitas prediksi terhadap kondisi siswa yang lebih kompleks.

Terkait penerapan teknologi *deep learning* dalam sistem pendidikan Indonesia secara lebih luas, manfaatnya tampak cukup menjanjikan, terutama untuk meningkatkan efektivitas pemantauan dan dukungan terhadap kinerja akademik siswa. Namun, tetap perlu diperhatikan aspek risiko, termasuk potensi ketergantungan pada data prediksi yang berlebihan, yang bisa mengurangi aspek manusiawi dalam proses belajar-mengajar. Keseimbangan antara pemanfaatan teknologi dan perhatian personal dari guru harus tetap dijaga untuk menciptakan pendidikan yang mendukung perkembangan siswa secara menyeluruh. Analisis ini membuka peluang untuk mempertimbangkan potensi dan tantangan dalam penerapan model prediksi berbasis *deep learning* di sekolah-sekolah SMK di Indonesia, sehingga implementasinya dapat dilakukan dengan bijaksana dan bertanggung jawab.

CONCLUSION

Penelitian ini menyoroti potensi besar penerapan teknologi *deep learning*, terutama melalui model *Recurrent Neural Network* (RNN) dan *Convolutional Neural Network* (CNN), dalam memprediksi kinerja akademik siswa di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Hasil menunjukkan bahwa model ini mampu mencapai akurasi prediksi yang tinggi dan menawarkan wawasan penting yang memungkinkan sekolah untuk melakukan intervensi dini bagi siswa yang terindikasi berisiko mengalami penurunan kinerja akademik. Dengan adanya prediksi ini, sekolah dapat lebih tanggap dalam menyediakan dukungan kepada siswa yang membutuhkan, sehingga peluang untuk mencegah penurunan prestasi atau bahkan risiko putus sekolah semakin besar.

Namun, di balik potensi yang menjanjikan ini, penerapan model *deep learning* dalam pendidikan tidak lepas dari tantangan. Beberapa di antaranya adalah keterbatasan infrastruktur teknologi di sejumlah sekolah, minimnya pengetahuan atau pemahaman guru terkait teknologi ini, serta isu privasi data siswa yang perlu dijaga dengan ketat. Dalam hal ini, kerjasama antara sekolah, pemerintah, dan penyedia teknologi sangat diperlukan untuk menciptakan akses yang merata serta peningkatan keterampilan tenaga pendidik. Langkah-langkah ini akan membantu memastikan bahwa teknologi dapat diterapkan dengan baik, sehingga guru tidak hanya memahami cara menggunakan prediksi akademik, tetapi juga mengintegrasikannya secara efektif dalam proses belajar mengajar.

Teknologi *deep learning*, khususnya dengan penggunaan model-model seperti *Recurrent Neural Network* (RNN) dan *Convolutional Neural Network* (CNN), telah menunjukkan potensi besar dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan. Salah satu aplikasi yang menjanjikan adalah penggunaan teknik ini untuk memprediksi kinerja akademik siswa, terutama dalam konteks Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Berbagai studi menunjukkan bahwa model *deep learning* dapat menganalisis data siswa secara efektif, memberikan prediksi yang akurat mengenai potensi akademik mereka, dan membantu pendidik mengidentifikasi siswa yang mungkin membutuhkan intervensi dini. Melalui pendekatan ini, sekolah dapat mengambil langkah proaktif dalam memberikan dukungan yang tepat bagi siswa yang berisiko mengalami penurunan prestasi, yang pada gilirannya dapat mengurangi kemungkinan putus sekolah (Huang & Chang, 2019; Hussain & Anwar, 2021).

Namun, meskipun manfaat yang ditawarkan oleh teknologi *deep learning* dalam pendidikan sangat menjanjikan, implementasinya di lapangan menghadapi sejumlah tantangan. Salah satu kendala utama adalah keterbatasan infrastruktur teknologi di sekolah, terutama di daerah yang tidak memiliki akses yang memadai terhadap perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk menjalankan model *deep learning* secara efektif. Dalam banyak kasus, sekolah-sekolah mungkin belum siap untuk mengadopsi teknologi canggih ini karena keterbatasan anggaran atau kurangnya fasilitas yang memadai. Selain itu, ada pula tantangan dalam hal keterampilan dan pemahaman guru mengenai teknologi ini. Guru yang tidak memiliki pengetahuan yang cukup tentang *deep learning* atau cara mengintegrasikannya ke dalam proses belajar mengajar mungkin kesulitan dalam memanfaatkan potensi teknologi ini untuk meningkatkan kinerja siswa (Mousavi & Mathew, 2022).

Selain masalah infrastruktur dan keterampilan, isu privasi data juga menjadi perhatian penting dalam penerapan model prediksi berbasis *deep learning*. Data siswa, yang sangat sensitif, harus dikelola dengan hati-hati untuk menghindari penyalahgunaan atau kebocoran informasi pribadi. Perlindungan terhadap data siswa perlu menjadi prioritas, karena penyalahgunaan data tersebut dapat menimbulkan risiko yang tidak

hanya berhubungan dengan pelanggaran hukum, tetapi juga merusak kepercayaan antara siswa, orang tua, dan sekolah. Oleh karena itu, perlu ada kebijakan yang ketat dan jelas mengenai bagaimana data siswa dikumpulkan, dianalisis, dan disimpan, serta siapa yang memiliki akses terhadap data tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan *deep learning* dalam pendidikan tidak hanya memerlukan teknologi yang memadai, tetapi juga pengelolaan yang hati-hati terkait etika dan privasi (Siahaan & Nugroho, 2023).

Meskipun tantangan-tantangan ini cukup signifikan, potensi penerapan *deep learning* dalam pendidikan tetap sangat besar. Salah satu kekuatan utama dari teknologi ini adalah kemampuannya untuk memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang kebutuhan akademik siswa. Dengan mengumpulkan dan menganalisis data akademik, sosial, dan emosional siswa, model *deep learning* dapat membantu guru dalam merancang intervensi yang lebih personal dan sesuai dengan kondisi masing-masing siswa. Namun, penting untuk diingat bahwa kinerja akademik siswa tidak hanya dipengaruhi oleh faktor-faktor kognitif, tetapi juga oleh faktor-faktor sosial dan emosional. Oleh karena itu, meskipun model prediksi ini sangat berguna, mereka harus digunakan sebagai bagian dari pendekatan yang lebih holistik dalam pendidikan yang memperhatikan perkembangan siswa secara keseluruhan (Huang & Chang, 2019).

Untuk memastikan bahwa teknologi *deep learning* dapat diintegrasikan dengan efektif dalam pendidikan, perlu ada upaya bersama dari berbagai pihak. Kerjasama antara sekolah, pemerintah, dan penyedia teknologi sangat penting untuk menciptakan akses yang lebih merata ke teknologi ini dan untuk menyediakan pelatihan yang diperlukan bagi guru. Selain itu, model prediksi yang dikembangkan perlu terus disesuaikan dengan perubahan karakteristik dan kebutuhan siswa. Pengembangan berkelanjutan dari teknologi ini sangat penting untuk memastikan bahwa alat yang digunakan tetap relevan dan dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi pendidikan (Hussain & Anwar, 2021). Dengan langkah-langkah yang tepat, teknologi *deep learning* dapat menjadi alat yang sangat kuat untuk meningkatkan kualitas pendidikan di SMK dan sekolah-sekolah lainnya, serta membantu menciptakan lingkungan belajar yang lebih responsif dan adaptif.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi *deep learning* dapat menjadi alat bantu yang kuat dalam mendukung pembelajaran di SMK dengan menyediakan wawasan yang lebih mendalam bagi para guru mengenai kebutuhan akademik siswa. Meski demikian, keberhasilan implementasi teknologi ini secara luas memerlukan penyesuaian yang memperhitungkan faktor-faktor di luar akademik, seperti aspek emosional dan sosial siswa. Pengembangan model prediksi berbasis *deep learning* yang berkelanjutan juga penting untuk menjaga agar prediksi tetap relevan dengan perubahan kebutuhan dan karakteristik siswa yang dinamis. Dengan demikian, model prediksi ini tidak hanya memberikan manfaat jangka pendek, tetapi juga mampu mendukung proses pendidikan yang lebih adaptif dan berpusat pada perkembangan holistik siswa.

REFERENCES

- Chollet, F. (2018). *Deep learning*. Manning Publications.
- Chung, M., Lee, D., & Kim, H. (2020). Application of *deep learning* in predicting student success and retention: Implications for higher education. *Computers in Education*.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Hinton, G. E. (2018). *Deep learning* - A technology with great potential in the context of education. *Artificial Intelligence Journal*.

- Huang, Z., & Chang, Y. (2019). Applying *deep learning* for educational data mining: A case study of student performance prediction. *Journal of Educational Computing Research*, 57(6), 1427-1455.
- Hussain, M., & Anwar, A. (2021). Predicting student academic performance using *deep learning* techniques. *Computers, Materials & Continua*, 67(3), 2161-2173.
- Johnson, K., Ohlson, M., & Roberts, C. (2020). Challenges and prospects of AI in education: A systematic review. *Journal of Emerging Technologies in Education*, 11(3), 47-60.
- Jouini, B., & Lepri, B. (2020). Artificial intelligence in education: Review and future directions. *Computers in Human Behavior*, 102, 95-106
- Mayer, R. E. (2019). *The Cambridge handbook of multimedia learning (2nd ed.)*. Cambridge University Press.
- Mousavi, S., & Mathew, R. (2022). Educational data mining and its applications using machine learning models: A systematic review. *Artificial Intelligence Review*, 55(2), 981-1012.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., et al. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825-2830.
- Siahaan, E., & Nugroho, A. (2023). Challenges in implementing *deep learning*-based prediction models in education: Case study in vocational high schools. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 18(2), 135-148.
- Xing, W., & Goh, D. H. (2021). Predicting academic risk using machine learning: An exploration in high-stakes educational settings. *Journal of Educational Computing Research*, 58(4), 745-768.
- Zawacki-Richter, O., Marin, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Deep learning with Python. Technology in Higher Education*, 16(1), 39.