



Klasifikasi dan rekomendasi strategi pembelajaran berbasis gaya belajar menggunakan *Artificial Neural Network*

Mohamad Fauzi Yusuf, Manda Rohandi, Bait Syaiful Rijal, Salahudin Olli, Jemmy A. Pakaya, Ihsanulfu'ad Suwandi

Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

Riwayat Artikel:

Diterima 12 Desember 2025

Direvisi 28 Februari 2026

Disetujui 25 April 2026

Kata Kunci:

Artificial Neural Network

Gaya Belajar

Felder-Silverman

Pembelajaran Adaptif

Rekomendasi strategi pembelajaran

ABSTRACT. Differences in student learning styles demand adaptive and personalized learning strategies. This study aims to develop a web-based learning strategy recommendation system utilizing Artificial Neural Network (ANN) to model the relationship between students' learning styles and appropriate learning strategies. Learning style identification was conducted using the Felder-Silverman questionnaire encompassing four dimensions: active-reflective, sensing-intuitive, visual-verbal, and sequential-global. The study employed a Research and Development (R&D) method with the 4D model and Personal Extreme Programming (PXP) approach. Data were collected from 25 seventh-grade students at SMP Negeri 1 Tomilito. A Multilayer Perceptron ANN model was trained using the backpropagation algorithm over 3,000 epochs, yielding a Mean Squared Error (MSE) value of 0.0541, indicating a relatively low prediction error rate. System feasibility testing obtained a score of 85.42%, categorized as "Very Feasible." The developed system is capable of identifying students' learning styles and automatically generating learning strategy recommendations, thereby potentially supporting teachers in designing more adaptive and personalized learning experiences.

ABSTRAK. Perbedaan gaya belajar siswa menuntut adanya strategi pembelajaran yang adaptif dan terpersonalisasi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem rekomendasi strategi pembelajaran berbasis web yang memanfaatkan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk memodelkan hubungan antara gaya belajar dan strategi pembelajaran yang sesuai. Identifikasi gaya belajar dilakukan menggunakan kuesioner *Felder-Silverman* yang mencakup empat dimensi: aktif-reflektif, sensori-intuitif, visual-verbal, dan sequential-global. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model 4D dan pendekatan *Personal Extreme Programming* (PXP). Data dikumpulkan dari 25 siswa kelas VII SMP Negeri 1 Tomilito. Model ANN Multilayer Perceptron dilatih menggunakan algoritma backpropagation dengan 3000 epoch dan menghasilkan nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 0,0541, yang mengindikasikan tingkat kesalahan prediksi yang relatif rendah. Hasil uji kelayakan sistem memperoleh skor 85,42% dengan kategori "Sangat Layak". Sistem yang dikembangkan mampu mengidentifikasi gaya belajar siswa dan memberikan rekomendasi strategi pembelajaran secara otomatis, sehingga berpotensi mendukung guru dalam merancang pembelajaran yang lebih adaptif dan personal.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) license.



Penulis Korespondensi:

Manda Rohandi

Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo,

Jl. Prof. Dr. Ing. B.J. Habibie, Bone Bolango, Gorontalo 96583, Indonesia.

Email: manda.rohandi@ung.ac.id

PENDAHULUAN

Kemajuan dalam teknologi informasi telah membawa pengaruh besar terhadap sektor pendidikan, terutama dalam menciptakan sistem pengajaran yang lebih interaktif dan lebih cocok dengan kebutuhan para siswa (Means *et al.*, 2014). Elemen krusial dalam proses belajar mengajar adalah cara siswa belajar, yang menggambarkan kecenderungan individu dalam menerima, memproses, serta memahami informasi pembelajaran (Adawiyah dkk., 2020). Dalam proses pembelajaran, siswa menunjukkan cara yang berbeda-beda dalam menerima dan mengolah informasi, mulai dari kecenderungan melalui tampilan visual, stimulus suara, hingga keterlibatan langsung dalam praktik. Perbedaan tersebut menuntut adanya penyesuaian strategi pembelajaran agar sesuai dengan karakteristik belajar siswa.

Namun, pada praktiknya banyak guru masih menerapkan strategi pembelajaran yang bersifat umum tanpa mempertimbangkan perbedaan gaya belajar siswa, yang berpotensi menurunkan motivasi dan efektivitas belajar (Tomlinson, 2014). Kondisi ini menunjukkan bahwa diperlukan suatu sistem yang mampu membantu guru dalam menyesuaikan strategi pembelajaran dengan karakteristik gaya belajar siswa. Dalam konteks pembelajaran berbasis teknologi, sistem yang dikembangkan perlu mampu beradaptasi dengan perbedaan karakteristik pengguna agar pembelajaran menjadi lebih efektif (Brahmantio dan Anistiyasari, 2020).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pembelajaran adaptif dengan pendekatan kecerdasan buatan. Bhakti (2019) menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk memprediksi durasi studi dan memperoleh hasil yang baik. Lase dkk. (2024) mengembangkan sistem berbasis web menggunakan Naïve Bayes untuk mengklasifikasikan gaya belajar dengan akurasi 85%, namun masih terbatas oleh asumsi independensi antar variabel yang kurang sesuai dengan karakteristik data gaya belajar yang kompleks. Sementara itu, Anwar dkk. (2022) menerapkan ANN berbasis Multilayer Perceptron untuk memprediksi hasil belajar dalam pembelajaran hybrid dan mampu menangani data yang kompleks secara efektif.

Meskipun penelitian-penelitian tersebut menunjukkan hasil yang baik, masing-masing metode masih memiliki keterbatasan. Pendekatan yang digunakan umumnya berfokus pada prediksi hasil belajar atau klasifikasi gaya belajar, belum secara langsung menghasilkan rekomendasi strategi pembelajaran yang dapat digunakan secara praktis oleh guru. Selain itu, integrasi model kecerdasan buatan ke dalam sistem berbasis web yang aplikatif dalam konteks pembelajaran sekolah masih terbatas (Zawacki-Richter *et al.*, 2019). Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*) yang perlu diatasi.

Selain itu, konsep gaya belajar juga masih menjadi perdebatan dalam dunia pendidikan. Beberapa penelitian menyatakan bahwa penyesuaian strategi pembelajaran berdasarkan gaya belajar dapat meningkatkan efektivitas belajar, sementara penelitian lain mempertanyakan konsistensi dampaknya terhadap hasil belajar (Pashler *et al.*, 2008). Meskipun demikian, dalam konteks pembelajaran adaptif berbasis teknologi, gaya belajar tetap menjadi pendekatan yang relevan untuk memahami perbedaan karakteristik siswa dan merancang strategi pembelajaran yang lebih personal (Graf *et al.*, 2009).

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini berupaya menjawab tiga pertanyaan utama: bagaimana ANN dapat digunakan untuk memodelkan hubungan antara gaya belajar dan strategi pembelajaran; seberapa baik kinerja model dalam mengklasifikasikan strategi pembelajaran yang sesuai; serta bagaimana kelayakan dan kepraktisan sistem berbasis web yang dikembangkan.

Kontribusi utama penelitian ini adalah mengembangkan sistem rekomendasi strategi pembelajaran berbasis web yang tidak hanya mampu mengidentifikasi gaya belajar siswa, tetapi juga memberikan rekomendasi strategi pembelajaran secara otomatis. Sistem ini diharapkan mampu mendukung guru dalam menyusun strategi pembelajaran yang lebih adaptif serta terpersonalisasi, sehingga dapat meningkatkan efektivitas proses belajar mengajar.

METODE

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi sistem rekomendasi strategi pembelajaran berbasis web. Proses pengembangan sistem dilakukan menggunakan model *Personal Extreme Programming* (PXP) yang bersifat iteratif, cepat, dan berorientasi pada kebutuhan pengguna (Pamungkas, 2017).

Tahapan penelitian merujuk pada model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan *et al.* (1974), mencakup proses analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan, serta evaluasi sistem. Penelitian ini tidak berfokus pada pengujian peningkatan hasil belajar melalui eksperimen, melainkan pada pengembangan produk dan evaluasi kinerja sistem yang dihasilkan.

Sistem yang dikembangkan memanfaatkan Artificial Neural Network (ANN) sebagai metode utama karena kemampuannya dalam memodelkan hubungan nonlinier antar variabel dan menangani data multidimensi secara efektif (Kurniati dkk., 2024). Identifikasi gaya belajar siswa dilakukan menggunakan kuesioner Felder–Silverman yang mencakup empat dimensi, yaitu aktif–reflektif, sensori–intuitif, visual–verbal, dan sequential–global (Felder & Silverman, 1988; Supangat & Saringat, 2020). Data gaya belajar tersebut digunakan sebagai input dalam model ANN untuk menghasilkan rekomendasi strategi pembelajaran.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian mengikuti empat tahapan model 4D. Pertama, tahap Define dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan pembelajaran melalui observasi serta wawancara dengan guru. Kedua, tahap Design berfokus pada perancangan arsitektur sistem, antarmuka pengguna, serta model ANN. Ketiga, tahap Develop mencakup implementasi sistem menggunakan pendekatan PXP melalui kegiatan coding, testing, dan integrasi modul. Keempat, tahap Disseminate dilakukan melalui uji coba sistem kepada guru dan siswa serta evaluasi kelayakan dan kepraktisan sistem.

Data dan Sumber Data

Data penelitian diperoleh dari 25 siswa kelas VII SMP Negeri 1 Tomilito melalui kuesioner gaya belajar Felder–Silverman yang terdiri dari 44 butir pertanyaan. Data yang diperoleh merepresentasikan empat dimensi gaya belajar, yaitu aktif–reflektif, sensori–intuitif, visual–verbal, dan sequential–global. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang dikumpulkan secara langsung dari responden, kemudian diolah sebagai input dalam model ANN untuk menghasilkan rekomendasi strategi pembelajaran. Meskipun jumlah sampel relatif terbatas, data yang digunakan tetap mampu merepresentasikan pola gaya belajar siswa dalam konteks penelitian ini.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Pra-pemrosesan Data

Data hasil kuesioner dikonversi ke dalam bentuk numerik melalui proses encoding, kemudian dinormalisasi menggunakan metode Min-Max Scaling untuk menyamakan rentang nilai agar sesuai dengan kebutuhan model ANN (Han *et al.*, 2011).

Arsitektur Model ANN

Permasalahan dalam penelitian ini termasuk dalam kategori klasifikasi, yaitu menentukan kategori strategi pembelajaran berdasarkan pola gaya belajar siswa. Oleh karena itu, arsitektur ANN

dirancang sebagai berikut. Model ANN yang digunakan merupakan Multilayer Perceptron (MLP) yang terdiri dari tiga lapisan. Input layer memiliki 44 neuron sesuai jumlah butir pertanyaan kuesioner, hidden layer terdiri dari 10 neuron, dan output layer terdiri dari 4 neuron yang merepresentasikan kategori strategi pembelajaran. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah sigmoid, dengan learning rate sebesar 0,01 dan jumlah epoch sebanyak 3.000 iterasi. Pelatihan model dilakukan menggunakan algoritma backpropagation (Haykin, 1999).

Dataset yang digunakan terdiri dari 25 data siswa SMP Negeri 1 Tomilito, yang dipisahkan menjadi 20 data untuk pelatihan dan 5 data untuk pengujian dengan rasio 80:20 (Brownlee, 2020).

Penentuan Label Target

Label target strategi pembelajaran ditentukan berdasarkan pemetaan dari hasil empat dimensi gaya belajar Felder-Silverman ke dalam kategori strategi pembelajaran yang sesuai, meliputi strategi visual, auditori, kinestetik, dan kombinasi. Pemetaan ini mengacu pada prinsip pembelajaran adaptif yang menghubungkan karakteristik gaya belajar dengan pendekatan instruksional yang tepat (Tomlinson, 2014; Graf *et al.*, 2009).

Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan menggunakan Mean Squared Error (MSE) untuk mengukur selisih antara output model dan target yang telah dikonversi ke dalam bentuk numerik (Chai & Draxler, 2014). Nilai MSE yang diperoleh diinterpretasikan dalam rentang 0–1 karena data telah melalui proses normalisasi menggunakan Min-Max Scaling. Penggunaan MSE dalam penelitian ini didasarkan pada representasi numerik dari output kategori strategi pembelajaran. Namun demikian, penggunaan MSE sebagai satu-satunya metrik memiliki keterbatasan dalam mengevaluasi performa klasifikasi secara langsung. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan penggunaan metrik tambahan seperti akurasi, presisi, recall, dan confusion matrix pada penelitian selanjutnya agar diperoleh evaluasi yang lebih komprehensif.

Uji Kelayakan Sistem

Selain evaluasi model, dilakukan uji kelayakan dan kepraktisan sistem menggunakan skala Likert 1–4 untuk menilai aspek kemudahan penggunaan, tampilan, dan manfaat sistem dalam pembelajaran (Sugiyono, 2019).

Teknik Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan melalui dua metode. Uji *blackbox* diterapkan untuk memastikan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan pengguna, sedangkan unit testing menggunakan PHPUnit dilakukan untuk memverifikasi setiap modul sistem agar bebas dari kesalahan logika (Myers *et al.*, 2011).

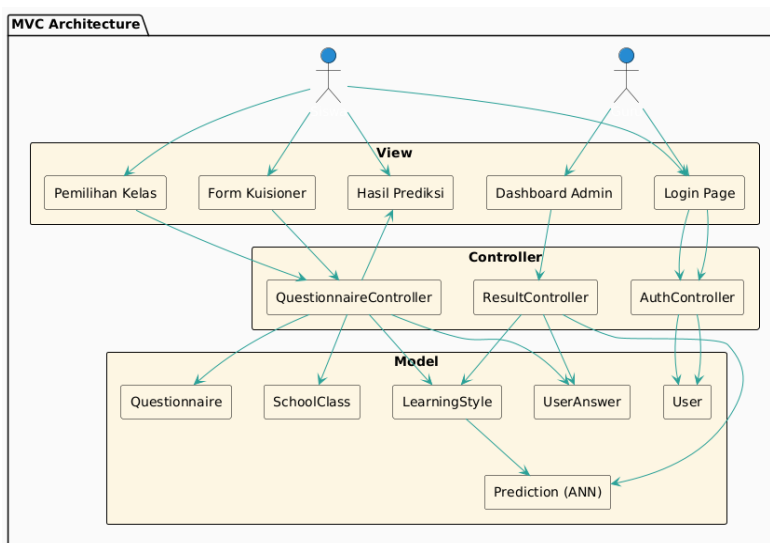
HASIL DAN DISKUSI

Define (Pendefinisian)

Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan dalam proses pembelajaran melalui observasi serta wawancara dengan guru di SMP Negeri 1 Tomilito. Hasil analisis menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang berlangsung belum mempertimbangkan perbedaan gaya belajar siswa secara optimal. Guru cenderung menggunakan strategi pembelajaran yang bersifat umum, sehingga kurang mampu mengakomodasi karakteristik belajar individu siswa (Tomlinson, 2014). Berdasarkan temuan tersebut, dirumuskan kebutuhan akan suatu sistem yang mampu mengidentifikasi gaya belajar siswa serta memberikan rekomendasi strategi pembelajaran yang sesuai, guna meningkatkan efektivitas dan personalisasi pembelajaran.

Design (Perancangan)

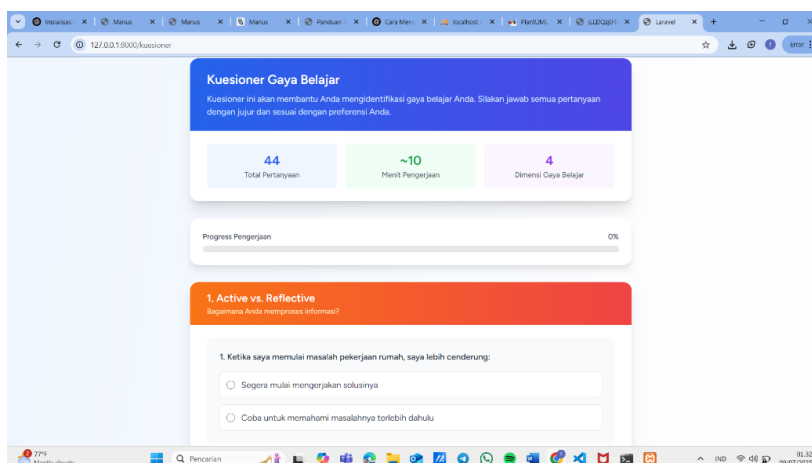
Tahap ini berfokus pada perancangan instrumen, struktur sistem, dan model prediksi. Peneliti merancang kuesioner gaya belajar Felder-Silverman yang terdiri atas empat dimensi utama: aktif-reflektif, sensorik-intuitif, visual-verbal, dan sequential-global (Felder & Silverman, 1988). Selain itu, dilakukan perancangan arsitektur sistem berbasis web menggunakan pola Model-View-Controller (MVC), model ANN untuk mengklasifikasikan strategi pembelajaran, serta antarmuka pengguna bagi guru dan siswa. Rancangan sistem ini memastikan proses input data, pelatihan model, serta penyajian hasil dapat berjalan secara terintegrasi. Arsitektur sistem yang dirancang menggunakan pola Model-View-Controller (MVC) ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur sistem (MVC)

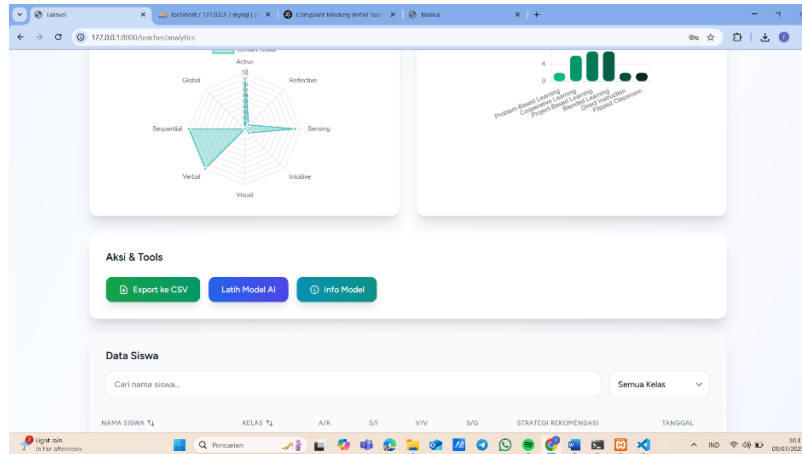
Arsitektur MVC memisahkan logika bisnis (Model), tampilan antarmuka (View), dan pengendali alur aplikasi (Controller), sehingga sistem lebih terstruktur, mudah dipelihara, dan dapat dikembangkan secara modular (Leff & Rayfield, 2001). Tampilan antarmuka pengisian kuesioner gaya belajar Felder-Silverman ditunjukkan pada Gambar 2.

Model ANN yang digunakan terdiri dari tiga lapisan, yaitu input layer, hidden layer, dan output layer. Input layer menerima data hasil kuesioner yang kemudian diproses pada hidden layer untuk menghasilkan output berupa kategori strategi pembelajaran yang direkomendasikan.



Gambar 2. Tampilan antarmuka pengisian kuesioner

Tampilan antarmuka pengisian kuesioner ini memudahkan siswa untuk mengetahui gaya belajar mereka dengan mengisi 44 butir pertanyaan dari kuesioner Felder-Silverman. Setelah mengisi kuesioner, siswa akan ditampilkan rekomendasi strategi pembelajaran yang sesuai dengan gaya belajar mereka. Tampilan antarmuka manajemen guru yang memungkinkan pemantauan data siswa dan hasil klasifikasi gaya belajar ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan antarmuka manajemen guru

Tampilan antarmuka ini dirancang untuk membantu guru dalam memantau data siswa dan hasil klasifikasi gaya belajar yang telah diproses oleh sistem. Guru dapat menggunakan hasil ini untuk menyesuaikan strategi pembelajaran yang lebih efektif dan personal bagi setiap siswa.

Develop (Pengembangan)

Tahap pengembangan mencakup implementasi hasil perancangan menggunakan pendekatan Personal Extreme Programming (XP). Proses ini meliputi kegiatan coding, testing, dan integrasi modul. Sistem dikembangkan menggunakan framework Laravel dan diintegrasikan dengan model ANN.

Pengujian dilakukan melalui dua metode: uji *blackbox* untuk memastikan bahwa fungsi sistem sesuai dengan kriteria yang ditetapkan, dan unit testing menggunakan PHPUnit untuk memastikan bahwa setiap modul bekerja dengan benar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan baik tanpa terdapat kesalahan logika (Myers *et al.*, 2011).

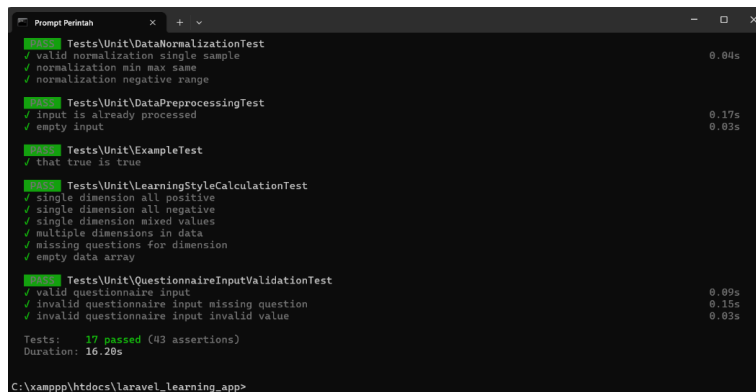
The screenshot shows a table titled 'Data Siswa' with the following columns: NAMA SISWA, KELAS, A/R, S/R, V/V, S/G, STRATEGI REKOMENDASI, and TANGGAL. The table contains 10 rows of student data.

NAMA SISWA	KELAS	A/R	S/R	V/V	S/G	STRATEGI REKOMENDASI	TANGGAL
Suzani Podani	Unknown	3	5	-3	1	Cooperative Learning	9/7/2025
Silva Ibrahim	Unknown	1	5	-5	-1	Blended Learning	9/7/2025
Risal Badul	Unknown	-1	-7	-1	5	Blended Learning	9/7/2025
Ramdan Hamzah	Unknown	-5	-3	-3	-3	Blended Learning	9/7/2025
Rodita Olii	Unknown	3	3	3	5	Project-Based Learning	9/7/2025
Numingsih Pusade	Unknown	-3	3	-1	3	Direct Instruction	9/7/2025
Nur Amelia Kaji	Unknown	1	-1	-3	-3	Blended Learning	9/7/2025
Novika Yunus	Unknown	-3	1	-1	1	Blended Learning	9/7/2025
Novidi S.Dante	Unknown	-3	3	-1	3	Direct Instruction	9/7/2025
Nivika Nani	Unknown	-1	1	-7	-1	Flipped Classroom	9/7/2025

Gambar 4. Hasil pengisian kuesioner gaya belajar siswa

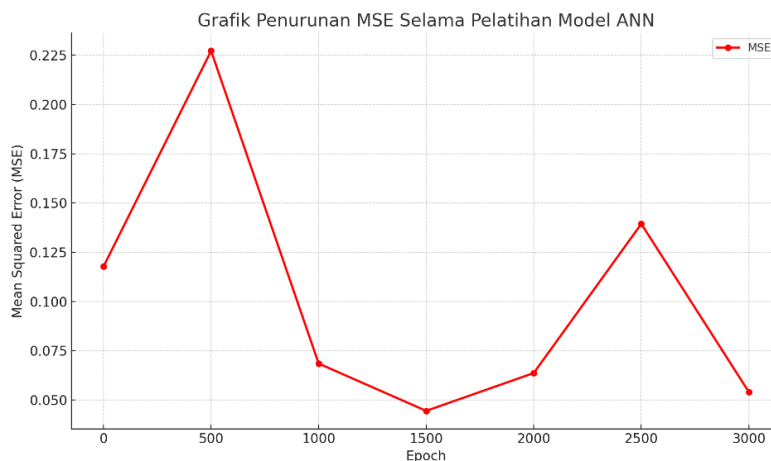
Contoh hasil pengisian kuesioner gaya belajar oleh siswa yang menjadi input utama model ANN ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar ini menunjukkan tampilan halaman pengisian kuesioner yang telah digunakan siswa untuk menjawab 44 butir pertanyaan berdasarkan model Felder-Silverman. Hasil pengisian siswa ini menjadi input utama untuk model ANN dalam mengklasifikasikan gaya belajar dan menghasilkan rekomendasi strategi pembelajaran.

Hasil unit testing menggunakan PHPUnit menunjukkan bahwa setiap modul dalam sistem berjalan dengan baik tanpa error (Gambar 5). Pengujian dilakukan untuk memastikan stabilitas sistem sebelum tahap uji coba lapangan.



Gambar 5. Hasil unit testing

Selain itu, dilakukan proses pelatihan model ANN menggunakan algoritma backpropagation dengan jumlah epoch sebanyak 3.000 iterasi. Hasil pelatihan menunjukkan nilai Mean Squared Error (MSE) sebesar 0,0541. Grafik penurunan nilai MSE selama proses pelatihan menunjukkan tren yang menurun secara bertahap (Gambar 6), mengindikasikan bahwa model mengalami proses pembelajaran yang stabil hingga mencapai kondisi konvergen (Haykin, 1999).



Gambar 6. Grafik penurunan MSE selama pelatihan

Disseminate (Penyebaran)

Pada tahap ini, sistem memasuki fase evaluasi akhir melalui uji kelayakan yang melibatkan validator yang terdiri dari guru dan ahli teknologi pendidikan. Hasil uji kelayakan menunjukkan

bahwa sistem mendapatkan skor total 41 dari 48 dengan persentase 85,42%, yang dikategorikan "Sangat Layak" untuk digunakan (Sugiyono, 2019).

Uji kelayakan menilai aspek fungsionalitas, tampilan antarmuka, dan kesesuaian sistem terhadap kebutuhan pembelajaran. Selain itu, dilakukan uji blackbox (Tabel 1) untuk memverifikasi bahwa seluruh fitur dapat diakses dan digunakan tanpa gangguan selama penggunaan nyata.

Tabel 1. Hasil uji *Blackbox*

Skenario Uji	Langkah-langkah	Hasil yang diharapkan	Hasil Aktual	Status
Pengisian Kuesioner	1. Akses halaman kuesioner. 2. Isi semua pertanyaan. 3. Klik tombol 'Kirim'.	Jawaban tersimpan di database dan sistem menampilkan rekomendasi.	Jawaban tersimpan dan rekomendasi ditampilkan	Berhasil
Melihat Rekomendasi	Akses halaman hasil rekomendasi	Rekomendasi strategi pembelajaran ditampilkan dengan jelas.	Rekomendasi ditampilkan dengan jelas.	Berhasil
Ekspor Data (Guru)	1. Login sebagai guru. 2. Klik tombol "Ekspor Data" di modul manajemen siswa.	File CSV berisi data siswa berhasil diunduh.	File CSV berhasil diunduh dengan data yang benar.	Berhasil
Manajemen Guru	1. Login sebagai guru 2. Akses manajemen siswa untuk melihat hasil prediksi strategi pembelajaran untuk setiap siswa 3. Melatih data siswa dengan model ANN.	Hasil prediksi setiap siswa ditampilkan dengan jelas, serta latih data siswa dengan ANN berhasil.	Hasil setiap siswa ditampilkan dengan jelas serta latih data siswa dengan model ANN berhasil	Berhasil

Hasil uji blackbox menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Pengujian ini bersifat fungsional dan difokuskan pada verifikasi alur kerja sistem, bukan pada akurasi prediksi model.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ANN dengan algoritma backpropagation mampu mengenali pola gaya belajar siswa dan mengklasifikasikan strategi pembelajaran yang sesuai berdasarkan empat dimensi Felder-Silverman. Nilai MSE sebesar 0,0541 mengindikasikan bahwa tingkat kesalahan prediksi model relatif rendah dalam rentang 0–1 setelah normalisasi Min-Max Scaling (Chai & Draxler, 2014). Rendahnya nilai MSE dipengaruhi oleh penggunaan fungsi aktivasi sigmoid yang mampu memodelkan hubungan nonlinier antar variabel, serta jumlah epoch yang

cukup besar yaitu 3.000 iterasi yang memungkinkan model melakukan pembelajaran secara optimal.

Namun demikian, perlu diperhatikan bahwa penggunaan MSE sebagai metrik evaluasi utama memiliki keterbatasan karena tidak secara langsung menggambarkan tingkat ketepatan klasifikasi model. Oleh karena itu, metrik seperti akurasi, presisi, recall, dan confusion matrix direkomendasikan untuk digunakan pada penelitian selanjutnya guna memperoleh evaluasi yang lebih komprehensif (Sokolova & Lapalme, 2009).

Selain itu, jumlah dataset yang digunakan relatif terbatas yaitu 25 siswa, yang berpotensi mempengaruhi kemampuan generalisasi model. Model yang dilatih dengan jumlah data terbatas memiliki risiko overfitting, sehingga performanya dapat berbeda ketika diterapkan pada dataset yang lebih besar dan beragam (Brownlee, 2020).

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penelitian Bhakti (2019) dan Anwar dkk. (2022) menunjukkan bahwa ANN efektif dalam memodelkan data pendidikan yang kompleks, namun keduanya lebih berfokus pada prediksi hasil belajar tanpa menghasilkan rekomendasi yang dapat langsung digunakan dalam proses pembelajaran. Sementara itu, penelitian Lase dkk. (2024) menggunakan Naïve Bayes untuk mengklasifikasikan gaya belajar dengan hasil yang cukup baik, namun memiliki keterbatasan dalam menangani hubungan antar variabel yang tidak independen. Berbeda dengan pendekatan tersebut, ANN dalam penelitian ini mampu memodelkan hubungan nonlinier antar dimensi gaya belajar sekaligus mengintegrasikan hasil klasifikasi ke dalam sistem berbasis web yang memberikan rekomendasi strategi pembelajaran secara langsung. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi tambahan berupa implementasi sistem yang lebih aplikatif dibandingkan penelitian sebelumnya (Zawacki-Richter *et al.*, 2019).

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem rekomendasi strategi pembelajaran berbasis web yang memanfaatkan Artificial Neural Network (ANN) dengan algoritma backpropagation untuk mengklasifikasikan gaya belajar siswa dan menghasilkan rekomendasi strategi pembelajaran yang sesuai secara otomatis. Sistem dikembangkan menggunakan metode R&D dengan model 4D dan pendekatan PXP, serta diintegrasikan dengan kuesioner Felder-Silverman sebagai instrumen identifikasi gaya belajar. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model ANN menghasilkan nilai MSE sebesar 0,0541, yang mengindikasikan tingkat kesalahan prediksi yang relatif rendah dalam rentang normalisasi 0–1. Hasil uji kelayakan sistem memperoleh skor 85,42% dengan kategori "Sangat Layak", sedangkan uji blackbox mengonfirmasi bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai spesifikasi yang ditetapkan. Secara praktis, sistem yang dikembangkan berpotensi membantu guru dalam merancang pembelajaran yang lebih adaptif dan terpersonalisasi sesuai karakteristik gaya belajar masing-masing siswa. Dengan demikian, sistem ini memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan pembelajaran adaptif berbasis kecerdasan buatan di tingkat sekolah menengah pertama. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, jumlah dataset yang digunakan relatif terbatas yaitu 25 siswa, sehingga kemampuan generalisasi model masih perlu divalidasi pada skala yang lebih besar. Kedua, MSE sebagai satu-satunya metrik evaluasi belum sepenuhnya merepresentasikan performa klasifikasi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan dataset yang lebih besar, menambahkan metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, dan confusion matrix, serta melakukan perbandingan dengan algoritma lain untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Negeri Gorontalo dan SMP Negeri 1 Tomilito atas dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- Adawiyah, T. A., Harso, A., & Nassar, A. (2020). Hasil belajar IPA berdasarkan gaya belajar siswa. *Science and Physics Education Journal (SPEJ)*, 4(1), 1–8.
- Anwar, S., Kurnia, D. A., Faqih, A., & Sari, S. R. (2022). Prediksi hasil belajar hybrid menggunakan artificial neural network dengan multilayer perceptron. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(5), 1591–1600.
- Bhakti, H. D. (2019). Aplikasi artificial neural network (ANN) untuk memprediksi masa studi mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik. *Eksplora Informatika*, 9(1), 88–95.
- Brahmantio, D. I., & Anistyasari, Y. (2020). Studi literatur pengaruh gaya belajar terhadap e-learning adaptive berbasis web. *Jurnal IT-EDU*, 5(1), 362–370.
- Brownlee, J. (2020). *Data preparation for machine learning*. Machine Learning Mastery.
- Chai, T., & Draxler, R. R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7(3), 1247–1250. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>
- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78(7), 674–681.
- Graf, S., Liu, T. C., & Kinshuk. (2009). Analysis of learner characteristics for adaptivity in learning management systems. *International Journal of Cognitive and Neurological Sciences*, 1(1), 1–7.
- Han, J., Pei, J., & Kamber, M. (2011). *Data mining: Concepts and techniques* (3rd ed.). Morgan Kaufmann.
- Haykin, S. (1999). *Neural networks: A comprehensive foundation* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Kurniati, A. B., Sidik, W. A., & Jajang. (2024). Model artificial neural networks (ANN) untuk prediksi COVID-19 di Indonesia. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 12(3), 833–844.
- Lase, Y. Y., Syafli, S. A., Fatmi, Y., Prayudani, S., & Lubis, A. R. (2024). Klasifikasi gaya belajar siswa menggunakan algoritma Naïve Bayes. *Jurnal Informatika dan Komputer*, 4(3), 1782–1787.
- Leff, A., & Rayfield, J. T. (2001). Web-application development using the Model/View/Controller design pattern. In *Proceedings of the Fifth IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference* (pp. 118–127). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDOC.2001.950428>
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., & Bakia, M. (2014). *Learning online: What research tells us about whether, when and how*. Routledge.
- Myers, G. J., Sandler, C., & Badgett, T. (2011). *The art of software testing* (3rd ed.). Wiley.
- Nasikhah, U. (2023). Strategi pembelajaran aktif sebagai upaya dalam meningkatkan aktivitas belajar di kelas. *Jurnal Keguruan dan Pendidikan Islam*, 1(1), 51–64.
- Pamungkas, R. (2017). Implementasi model personal extreme programming (PXP) dalam pengembangan sistem informasi geografis. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 3(1), 45–52.
- Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2008). Learning styles: Concepts and evidence. *Psychological Science in the Public Interest*, 9(3), 105–119. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6053.2009.01038.x>
- Sokolova, M., & Lapalme, G. (2009). A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Information Processing & Management*, 45(4), 427–437. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2009.03.002>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Supangat, & Saringat, M. (2020). Development of e-learning system using Felder and Silverman's index of learning styles model. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(5), 8554–8561.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children*. Indiana University.
- Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners* (2nd ed.). ASCD.
- Zawacki-Richter, O., Marín, 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 Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>