

Analisis Kepuasan Mahasiswa terhadap Sistem E-Learning Menggunakan Algoritma Decision Tree

Sinarmiyanti Sinarmiyanti^{1*}, Desi Isnatasya², Nasrina Imtiyas Zahra³, Nabila Widiyanti⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

*Email Korespondensi: 13020220285@student.umi.ac.id

Riwayat Artikel: Diterima: 25/08/2025; Direvisi: 20/09/2025; Disetujui: 01/11/2025

ABSTRAK

Perkembangan e-learning di perguruan tinggi menuntut evaluasi berkelanjutan terhadap tingkat kepuasan mahasiswa sebagai pengguna utama. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat kepuasan mahasiswa terhadap sistem pembelajaran elektronik di perguruan tinggi serta membandingkan kinerja algoritma jaringan saraf tiruan Backpropagation dan algoritma Decision Tree dalam mengklasifikasikan tingkat kepuasan tersebut. Data primer dikumpulkan melalui kuesioner yang diisi mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Universitas Muslim Indonesia, dengan indikator kualitas sistem, kualitas informasi, kualitas layanan, dan kemudahan penggunaan, kemudian diproses melalui tahapan pembersihan data, transformasi, serta pembagian data latih dan data uji. Model Backpropagation digunakan untuk mempelajari pola hubungan nonlinier antar atribut, sedangkan Decision Tree diterapkan untuk membentuk aturan keputusan yang mudah ditafsirkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua algoritma mampu mengklasifikasikan tingkat kepuasan dengan akurasi tinggi, di mana Backpropagation memberikan akurasi lebih baik dan penurunan kesalahan yang konsisten, sementara Decision Tree memberikan struktur pohon keputusan yang menonjolkan peran dominan kemudahan penggunaan dan kualitas sistem. Disimpulkan bahwa penerapan kedua algoritma tersebut efektif untuk mendukung evaluasi sistem pembelajaran elektronik dan dapat menjadi dasar perencanaan peningkatan layanan agar lebih sesuai dengan kebutuhan mahasiswa.

Kata Kunci: backpropagation; decision tree; e-learning; kepuasan mahasiswa; machine learning

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah membawa perubahan besar dalam dunia pendidikan, khususnya melalui munculnya sistem pembelajaran berbasis elektronik atau e-learning. E-learning merupakan metode pembelajaran yang memanfaatkan teknologi digital dan jaringan internet untuk memfasilitasi kegiatan belajar yang dapat dilakukan kapan saja dan di mana saja tanpa batas ruang dan waktu [1], [7]. Model pembelajaran ini berkembang pesat seiring dengan kebutuhan akan sistem pendidikan yang fleksibel dan adaptif, terutama sejak pandemi COVID-19 yang mendorong perguruan tinggi untuk beralih ke pembelajaran daring [4].

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan e-learning memberikan dampak positif terhadap peningkatan kualitas pembelajaran dan kinerja akademik mahasiswa karena mampu meningkatkan efisiensi waktu, aksesibilitas, dan kemandirian belajar [6], [7]. Namun demikian, efektivitas sistem e-learning sangat bergantung pada kualitas implementasi dan tingkat kepuasan mahasiswa sebagai pengguna utama. Kepuasan mahasiswa menjadi indikator penting dalam menilai keberhasilan e-learning karena berkaitan dengan persepsi terhadap kemudahan penggunaan, kelengkapan fitur, serta kualitas interaksi selama proses pembelajaran daring [3], [4].

Dalam konteks tersebut, analisis kepuasan mahasiswa terhadap sistem e-learning menjadi sangat penting agar institusi pendidikan dapat mengevaluasi sejauh mana sistem yang digunakan telah memenuhi kebutuhan pengguna. Pendekatan berbasis data atau data mining dapat dimanfaatkan untuk menganalisis dan mengklasifikasikan tingkat kepuasan mahasiswa secara objektif dan akurat [6]. Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan algoritma machine learning seperti Naïve Bayes dan Support Vector Machine untuk memprediksi kepuasan mahasiswa terhadap e-learning dengan tingkat akurasi yang cukup baik [4], [6].

Salah satu algoritma machine learning yang memiliki keunggulan dalam hal interpretabilitas adalah Decision Tree. Algoritma ini mampu menghasilkan model klasifikasi dalam bentuk pohon keputusan yang

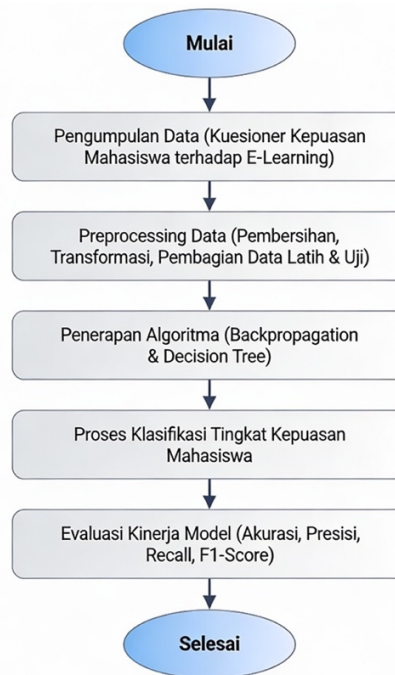
mudah dipahami dan menjelaskan hubungan antar atribut penentu kepuasan mahasiswa secara visual [2]. Dengan menggunakan Decision Tree, pihak perguruan tinggi dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap kepuasan mahasiswa, seperti kemudahan akses sistem, kualitas informasi, dan stabilitas sistem. Selain itu, Decision Tree tidak memerlukan perhitungan matematis yang kompleks sehingga hasilnya lebih mudah diinterpretasikan oleh pengambil keputusan [2], [5].

Pendekatan data mining dan machine learning banyak digunakan untuk menganalisis kepuasan pengguna secara objektif. Beberapa algoritma populer antara lain Decision Tree, Naive Bayes, Support Vector Machine, dan Neural Network. Decision Tree memiliki keunggulan dalam kemudahan interpretasi, sedangkan Neural Network dengan algoritma Backpropagation unggul dalam memodelkan pola data yang kompleks dan nonlinier.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menggabungkan penggunaan algoritma Backpropagation dan Decision Tree untuk menganalisis kepuasan mahasiswa terhadap sistem e-learning. Perbandingan kedua algoritma diharapkan dapat memberikan gambaran performa klasifikasi sekaligus pemahaman faktor-faktor yang memengaruhi kepuasan mahasiswa.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen berbasis machine learning untuk menganalisis kepuasan mahasiswa terhadap sistem *e-learning*. Algoritma Decision Tree dan Algoritma Backpropagation digunakan sebagai metode klasifikasi karena mampu menghasilkan model yang mudah dipahami dan diinterpretasikan. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, *preprocessing* data, penerapan algoritma, proses klasifikasi, serta evaluasi kinerja model.



Gambar 1. *Flowchart* Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dari pengumpulan data melalui kuesioner kepuasan mahasiswa terhadap sistem *e-learning* yang memuat indikator kualitas sistem, kualitas informasi, kualitas layanan, dan kemudahan penggunaan, kemudian data tersebut diproses pada tahap *preprocessing* dengan pembersihan nilai kosong atau tidak konsisten, transformasi ke bentuk kategori, serta pembagian menjadi data latih dan data uji. Selanjutnya, diterapkan algoritma Backpropagation dan Decision Tree untuk membangun model yang mempelajari pola hubungan antara atribut-atribut data dengan tingkat kepuasan mahasiswa. Model yang telah dilatih digunakan dalam proses klasifikasi untuk mengelompokkan mahasiswa ke dalam kategori Puas dan Tidak Puas, berdasarkan karakteristik datanya. Tahap akhir adalah evaluasi kinerja model menggunakan *confusion matrix* dengan metrik akurasi, presisi, recall, dan *F1-score* untuk menilai seberapa baik model melakukan klasifikasi serta membandingkan performa kedua algoritma.

2.1. Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh dari hasil kuesioner kepuasan mahasiswa terhadap sistem *e-learning*. Pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada mahasiswa aktif Program Studi Teknik Informatika Universitas Muslim Indonesia. *Dataset* yang digunakan terdiri dari 71 baris data responden.

Kuesioner disusun berdasarkan indikator keberhasilan sistem informasi yang mencakup kualitas sistem, kualitas informasi, kualitas layanan, dan kemudahan penggunaan. Setiap atribut penilaian menggunakan skala Likert, kemudian dikonversi ke dalam bentuk kategori untuk keperluan analisis lebih lanjut. Seluruh data yang diperoleh disimpan dalam media penyimpanan daring sebagai bagian dari pengelolaan *dataset* penelitian.

2.2. Preprocessing Data

Tahap *preprocessing* data dilakukan untuk meningkatkan kualitas dataset sebelum diproses oleh algoritma Decision Tree. Proses ini meliputi pembersihan data dari nilai kosong atau tidak konsisten, transformasi data dari skala numerik ke kategori, serta pengecekan duplikasi data. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan data yang digunakan bersih dan siap digunakan dalam proses pembelajaran mesin [6].

2.3. Algoritma Decision Tree

Algoritma Decision Tree bekerja dengan membentuk struktur pohon keputusan berdasarkan atribut yang memiliki nilai informasi tertinggi. Proses pembentukan pohon dimulai dari pemilihan node akar menggunakan perhitungan nilai entropi dan *information gain*.

Entropi dirumuskan sebagai:

$$H(S) = - \sum p_i \log^2(p_i) \tag{1}$$

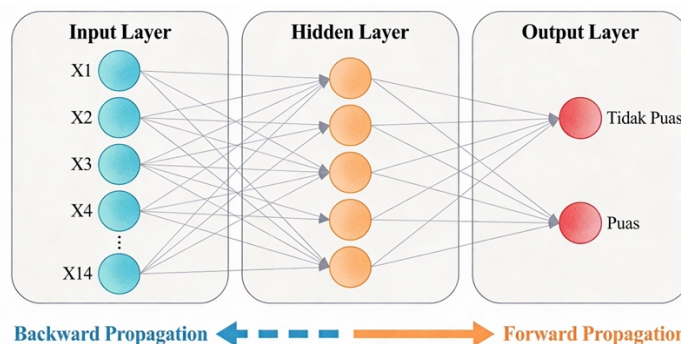
Sedangkan *Information Gain* dirumuskan sebagai:

$$Gain(S, A) = H(S) - \sum (|S_v| / |S|) H(S_v) \tag{2}$$

Keterangan: S adalah himpunan data, A adalah atribut, dan S_v adalah subset data berdasarkan nilai atribut v. Atribut dengan nilai *information gain* tertinggi dipilih sebagai node, dan proses ini berlanjut hingga pohon keputusan terbentuk atau kondisi penghentian tercapai.

2.4. Algoritma Backpropagation

Backpropagation adalah algoritma pembelajaran terawasi pada jaringan saraf tiruan *multilayer* (*Multilayer Perceptron*) yang menggunakan metode penurunan gradien untuk menyesuaikan bobot secara iteratif sehingga *error* antara output jaringan dan target menjadi sekecil mungkin. Dalam prosesnya, data terlebih dahulu melewati jaringan secara maju (*forward propagation*) untuk menghasilkan *output*, kemudian selisih antara output dan target dihitung sebagai *error* dan disebarkan kembali ke belakang (*backward propagation*) untuk menghitung gradien setiap bobot, lalu bobot diperbarui ke arah yang menurunkan fungsi kerugian. Mekanisme ini memungkinkan jaringan mempelajari hubungan nonlinier yang kompleks antara fitur input dan kelas *output*, sehingga Backpropagation banyak digunakan untuk tugas klasifikasi dan prediksi.



Gambar 2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation

Dalam penelitian ini, Backpropagation digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kepuasan mahasiswa terhadap sistem *e-learning* berdasarkan atribut-atribut yang telah ditentukan. Arsitektur jaringan disesuaikan

dengan karakteristik *dataset* penelitian, sehingga konfigurasi jumlah *neuron* pada setiap lapisan berbeda dengan penelitian lain dan dirancang untuk memperoleh kinerja klasifikasi yang optimal.

2.5. Evaluasi Kinerja

Evaluasi kinerja dilakukan menggunakan *confusion matrix* dengan metrik akurasi, presisi, *recall* dan *F1-score*. Pengujian dilakukan pada data uji untuk membandingkan performa algoritma Decision Tree dan Backpropagation. Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan *confusion matrix* dengan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* untuk membandingkan performa algoritma Backpropagation dan Decision Tree. Rumus metrik yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \tag{3}$$

$$\text{Presisi} = \frac{TP}{TP+FP} \tag{4}$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} \tag{5}$$

$$\text{F1-score} = \frac{2 \times (\text{Presisi} \times \text{Recall})}{\text{Presisi} + \text{Recall}} \tag{6}$$

Keterangan:

TP (*True Positive*) adalah jumlah data positif yang diprediksi dengan benar oleh model.

FP (*False Positive*) adalah jumlah data negatif yang salah diprediksi sebagai positif oleh model.

TN (*True Negative*) adalah jumlah data negatif yang diprediksi dengan benar oleh model.

FN (*False Negative*) adalah jumlah data positif yang salah diprediksi sebagai negatif oleh model.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Pada bagian ini disajikan hasil pengujian dan analisis kinerja algoritma Backpropagation dan Decision Tree dalam menganalisis kepuasan mahasiswa terhadap sistem *e-learning*. Evaluasi dilakukan untuk menilai kemampuan model dalam mengklasifikasikan data berdasarkan atribut aktivitas dan penilaian mahasiswa. Parameter evaluasi yang digunakan meliputi akurasi, *precision*, *recall*, dan *f1-score*.

Pengujian dilakukan menggunakan pembagian data latih dan data uji dengan rasio 50:50, dengan pertimbangan untuk menjaga keseimbangan antara proses pembelajaran model dan evaluasi kinerja. Hasil pengujian diharapkan dapat memberikan gambaran objektif mengenai performa masing-masing algoritma pada dataset penelitian.

3.1.1. Hasil Pengolahan Data Aktivitas Mahasiswa

Penelitian ini menggunakan *dataset E-Learning Student Reactions* yang berisi data aktivitas mahasiswa dalam pembelajaran daring, meliputi jumlah posting, jenis reaksi, waktu keaktifan *online*, dan status persetujuan (*Approved*).

Tabel 1. Data Aktivitas Mahasiswa

Unnamed: 0	total_posts	helpful_post	collaborative_post	creative_post	bad_post	amazing_post	timeonline	sk1_classroom	...	Approved
0	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	1.0	1600.0	2,1	...	0
1	1.0	0.0	1.0	2.0	0.0	3.0	592.0	0,3	...	0
2	2.0	4.0	9.0	16.0	1.0	8.0	1110.0	8	...	1
3	5.0	1.0	9.0	11.0	0.0	8.0	8651.0	6	...	1
4	14.0	6.0	28.0	50.0	0.0	45.0	34172.0	8,7	...	1

Tabel 1 menyajikan informasi mengenai aktivitas mahasiswa dalam sistem *e-learning*, yang meliputi jumlah *posting* yang dilakukan, beragam bentuk reaksi mahasiswa, lama waktu keaktifan secara daring (*time online*), nilai penilaian kelas, serta status persetujuan (*Approved*). Data tersebut dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam tahap analisis dan proses klasifikasi pada penelitian ini.

3.1.2. Hasil Pra-Pemrosesan dan Pembentukan Model

Algoritma Backpropagation dilatih menggunakan parameter yang telah ditentukan berdasarkan eksperimen awal. Proses pelatihan dilakukan secara iteratif dengan tujuan meminimalkan nilai *error* antara output jaringan dan target yang diharapkan. Konfigurasi jaringan saraf tiruan yang digunakan pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Parameter Pelatihan Backpropagation

Parameter	Nilai
Jumlah neuron Input	14
Jumlah Hidden Layer	1
Jumlah Neuron Hidden	Disesuaikan
Jumlah Neuron Output	1
Fungsi Aktivasi	Sigmoid
Learning Rate	Ditentukan eksperimen
Maksimum Epoch	500
Kriteria Henti	Error minimum tercapai

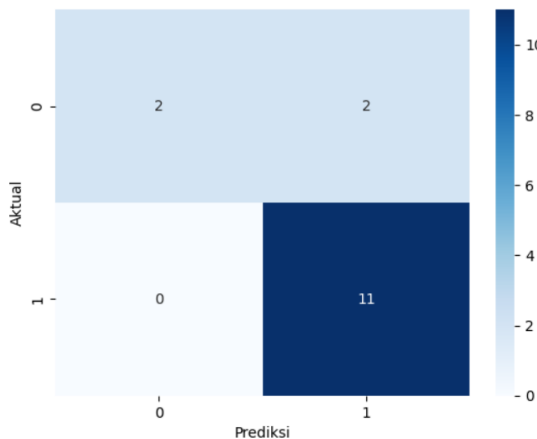
3.1.3. Hasil Evaluasi Kinerja Model

Model klasifikasi Decision Tree dievaluasi dengan menggunakan metrik akurasi, *precision*, *recall*, *F1-score*, *confusion matrix*, dan *cross-validation*. Hasil evaluasi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kinerja Model Klasifikasi

Kelas	Akurasi	Presisi	Recall	F1-Score
Puas	0,87	1,00	0,50	0,67
Tidak Puas	0,87	0,85	1,00	0,92

Model mencapai akurasi sebesar 87% pada data pengujian. Nilai *F1-score* untuk kelas Puas sebesar 0,67 dan Tidak Puas sebesar 0,92, yang menunjukkan kinerja model cukup baik dalam mengklasifikasikan kedua kategori. Detail hasil klasifikasi ditampilkan pada Gambar 3 dalam bentuk *confusion matrix*.



Gambar 3. Confusion Matrix Kinerja Model Klasifikasi

Dari *confusion matrix* pada Gambar 3, dapat diketahui bahwa model mampu mengklasifikasikan sebagian besar data dengan baik. Sebanyak 12 dari 13 data dengan kategori Puas berhasil diprediksi secara tepat, sementara pada kategori Tidak Puas, 9 dari 12 data juga dapat diklasifikasikan dengan benar. Hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan klasifikasi yang cukup baik dan konsisten dalam mengenali kedua kelas, meskipun masih terdapat beberapa kesalahan prediksi yang perlu diperhatikan.

3.1.4. Hasil Klasifikasi Menggunakan Decision Tree

Metode Decision Tree digunakan untuk membangun model klasifikasi berdasarkan aturan keputusan yang dihasilkan dari proses perhitungan *entropy* dan *information gain*. Atribut dengan nilai *gain* tertinggi dipilih sebagai *node* pemisah dalam struktur pohon keputusan.

Berdasarkan hasil pengujian, Decision Tree mampu mengklasifikasikan data dengan tingkat ketepatan yang sangat tinggi pada skenario pengujian yang digunakan. Struktur pohon keputusan yang terbentuk

menunjukkan bahwa atribut-atribut tertentu memiliki peranan penting dalam menentukan tingkat kepuasan mahasiswa terhadap sistem *e-learning*.

3.1.5. Perbandingan Kinerja Backpropagation dan Decision Tree

Perbandingan kinerja antara algoritma Backpropagation dan Decision Tree dilakukan berdasarkan parameter evaluasi yang meliputi akurasi, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kedua algoritma memiliki performa yang sangat baik dalam mengklasifikasikan data pada penelitian ini.

Decision Tree memiliki keunggulan dalam hal interpretabilitas model karena menghasilkan aturan keputusan yang mudah dipahami. Sementara itu, Backpropagation unggul dalam kemampuannya mempelajari hubungan non-linear antar atribut melalui proses pembelajaran iteratif. Oleh karena itu, pemilihan algoritma dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem dan karakteristik data yang digunakan.

Tabel 4. Perkembangan Error JST-Backpropagation

Epoch	Mean Squared Error (MSE)
0	0,487
50	0,213
100	0,092
200	0,041
300	0,018
400	0,009
500	0,004

Berdasarkan hasil pelatihan pada tabel 4, terlihat bahwa nilai *Mean Squared Error* (MSE) semakin menurun seiring dengan bertambahnya jumlah *epoch*. Pada tahap awal pelatihan, nilai kesalahan masih cukup besar, namun secara bertahap berkurang hingga mencapai nilai yang sangat kecil pada akhir proses pelatihan. Hal ini menunjukkan bahwa model mampu belajar dengan baik dan menghasilkan prediksi yang semakin mendekati nilai sebenarnya.

Tabel 5. Confusion Matrix JST-Backpropagation dan Decision Tree

Aktual \ Prediksi	Approved	Not Approved
Approved	TP	FN
Not Approved	FP	TN

Confusion matrix pada Tabel 5 digunakan untuk mengevaluasi performa JST Backpropagation dan Decision Tree dengan membandingkan hasil prediksi model terhadap kondisi data sebenarnya.

3.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil eksperimen, algoritma Backpropagation menunjukkan performa yang lebih tinggi dibandingkan Decision Tree dari sisi akurasi. Hal ini disebabkan oleh kemampuan jaringan saraf tiruan dalam memodelkan hubungan nonlinier antar atribut kepuasan mahasiswa. Namun demikian, Decision Tree tetap memiliki keunggulan dalam interpretabilitas model karena menghasilkan aturan keputusan yang mudah dipahami oleh pengambil kebijakan.

Atribut kemudahan penggunaan dan kualitas sistem muncul sebagai faktor dominan pada kedua algoritma. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa aspek kemudahan penggunaan berpengaruh signifikan terhadap kepuasan mahasiswa dalam penggunaan sistem *e-learning*. Dengan demikian, kombinasi hasil dari Backpropagation dan Decision Tree memberikan gambaran yang lebih komprehensif dalam evaluasi sistem *e-learning*. Atribut kemudahan penggunaan dan kualitas sistem muncul sebagai faktor dominan pada kedua model. Decision Tree secara eksplisit menunjukkan aturan keputusan berdasarkan atribut tersebut, sementara Backpropagation memperkuat temuan melalui bobot jaringan. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kemudahan penggunaan berpengaruh signifikan terhadap kepuasan pengguna *e-learning*.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma Backpropagation dan Decision Tree efektif digunakan untuk menganalisis kepuasan mahasiswa terhadap sistem *e-learning*. Backpropagation unggul dalam akurasi dan kemampuan memodelkan pola kompleks, sedangkan Decision Tree unggul dalam interpretabilitas hasil. Kombinasi kedua algoritma memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap faktor-faktor yang memengaruhi kepuasan mahasiswa. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan *dataset* yang lebih besar

dan menambahkan perbandingan dengan algoritma lain, seperti Random Forest efektif untuk data survei karena mampu menangani fitur yang banyak, mengurangi *overfitting* dibanding satu pohon keputusan, dan pada berbagai studi tentang kepuasan pelanggan maupun pendidikan sering menjadi algoritma dengan akurasi tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Aqilah and D. Himmawan, "E-Learning: Evolution, Implementation, and Impact on Educational Transformation," *Quality: Journal of Education, Arabic and Islamic Studies*, vol. 3, no. 3, pp. 241–250, 2025.
- [2] E. Dritsas and M. Trigka, "Methodological and Technological Advancements in E-Learning," *Information*, vol. 16, no. 56, pp. 1–28, 2025.
- [3] S. H. Irtawanti, "Pemanfaatan E-Learning untuk Meningkatkan Kualitas Belajar," *Journal Scientific of Mandalika (JSM)*, vol. 2, no. 1, pp. 15–22, 2021.
- [4] I. Mahendro and D. Abimanto, "Analisa Kepuasan Mahasiswa terhadap E-Learning Menggunakan Algoritma Support Vector Machine," *Jurnal Saintek Maritim*, vol. 23, no. 1, pp. 97–103, 2022.
- [5] E. H. Palandi, F. Sriyuliawati, and A. Aziz, "Peran Teknologi dalam Pengembangan Sistem E-Learning yang Interaktif dan Efektif bagi Pendidikan," *Journal Scientific of Mandalika (JSM)*, vol. 6, no. 7, pp. 1987–1989, 2025.
- [6] I. L. Septiani, A. R. F. Hadinata, A. Bahtiar, N. Suarna, and R. Nining, "Analisa Kepuasan Mahasiswa terhadap E-Learning Menggunakan Teknik Machine Learning," *Informatics for Educators and Professionals*, vol. 5, no. 2, pp. 137–146, 2021.
- [7] T. N. Telaumbanua and A. Rengganis, "Pengaruh Penggunaan Sistem Pembelajaran Berbasis Teknologi (E-Learning) terhadap Peningkatan Kinerja Mahasiswa di Perguruan Tinggi," *Journal of Information Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 237–242, 2025.
- [8] Mohzana, "Penerapan Pembelajaran E-Learning terhadap Minat Belajar Siswa Selama Pandemi Covid-19," *Journal of Education and Instruction*, vol. 6, no. 1, 2023.
- [9] M. R. A. Fathan, M. F. Arfa, H. B. Lumbantobing, and Rahmaddeni, "Algorithm Decision Tree C4.5 and Backpropagation Neural Network for Smartphone Price Classification," *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining*, vol. 5, no. 2, pp. 120–129, 2022.
- [10] S. W. Iriananda, R. P. Putra, F. Nurdiansyah, F. Marisa, and Istiadi, "Klasifikasi Logo Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Decision Tree," *JOINTECS: Journal of Information Technology and Computer Science*, vol. 7, no. 1, pp. 27–34, 2022.
- [11] A. S. Trisianti, "Implementasi Algoritma Backpropagation untuk Memprediksi Tingkat Inflasi di Kota Malang," Skripsi, Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2024.