

Prediksi Kelulusan Tepat Waktu Mahasiswa Menggunakan Artificial Neural Network Berdasarkan Nilai Akademik Dan Kepuasan Penggunaan E-Learning (Studi Kasus: Universitas Negeri Surabaya)

Rizky Pratama Syahrul Ramadhan¹, I Kadek Dwi Nuryana²

^{1,2} Teknik Informatika, Universitas Negeri Surabaya

¹rizky.21081@mhs.unesa.ac.id

³dwinuryana@unesa.ac.id

Abstrak— Salah satu elemen utama yang mempengaruhi mutu pendidikan tinggi adalah tingkat kelulusan mahasiswa tepat waktu. Melalui algoritma Jaringan Syaraf Tiruan (ANN), studi ini berfokus untuk menciptakan model yang mampu memprediksi kelulusan mahasiswa dalam waktu yang sesuai pada program Sistem Informasi dan Ilmu Komputer di Universitas Negeri Surabaya. Prediksi didasarkan pada kombinasi data nilai akademik (IPK semester 1-4) dan kepuasan penggunaan e-learning yang diukur menggunakan metode End User Computing Satisfaction (EUCS). EUCS atas lima aspek: content, accuracy, format, ease of use, dan timeliness. Informasi yang dipakai dalam penelitian ini berasal dari 68 siswa angkatan 2018–2022. Untuk menangani keterbatasan jumlah data, pengembangan model melibatkan pengoptimalan *hyperparameter* menggunakan Optuna dan evaluasi menggunakan *Stratified 5-Fold Cross-Validation*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model ANN yang dikembangkan sangat akurat, dengan akurasi rata-rata 95,38%, ketepatan 93,33%, recall 96,00%, dan skor F1 94,55%. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi data akademik dan kepuasan pengguna terhadap teknologi pembelajaran dapat menjadi dasar strategi intervensi yang efektif bagi institusi pendidikan.

Kata Kunci— Artificial Neural Network, EUCS, Kelulusan Tepat Waktu, E-learning, Data Mining.

I. PENDAHULUAN

Lulus dalam waktu yang ditentukan adalah sebuah tanda yang signifikan untuk menilai mutu pendidikan tinggi di Indonesia[1]. Jika mahasiswa menyelesaikan pendidikan dalam waktu empat tahun atau kurang, mereka dianggap lulus tepat waktu. Fenomena ketidaktepatan waktu kelulusan masih menjadi masalah di Universitas Negeri Surabaya (Unesa), terutama di program studi Sistem Informasi dan Teknik Informatika[2].

Faktor yang mempengaruhi kelulusan tidak hanya terbatas pada nilai akademik, tetapi juga motivasi mahasiswa[3]. Dalam era digital, motivasi ini sangat dipengaruhi oleh kepuasan terhadap sistem pembelajaran daring (e-learning). Kepuasan mahasiswa terhadap e-learning dapat mempengaruhi motivasi belajar, yang pada akhirnya berdampak pada ketepatan waktu kelulusan mereka[4]. Namun, belum banyak penelitian yang mengintegrasikan variabel kepuasan teknologi ini dengan data akademik untuk memprediksi kelulusan.

Penelitian terdahulu lebih cenderung menggunakan algoritma seperti *Decision Tree C4.5* atau *Naïve Bayes* dengan

akurasi berkisar antara 80-91% [5][6]. Penelitian ini mengusulkan pendekatan menggunakan Artificial Neural Network (ANN). ANN dipilih karena keunggulannya dalam menangani data kompleks, non-linier, dan mampu melakukan pembelajaran dari pola data yang rumit[7].

Dengan menggunakan nilai akademik (IPK) dan kepuasan penggunaan e-learning yang diukur dengan model EUCS, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengembangkan model prediksi kelulusan tepat waktu menggunakan ANN[8]. Model EUCS terdiri dari dimensi content, accuracy, format, ease of use, dan timeliness[8]. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif bagi institusi untuk merancang strategi intervensi akademik yang lebih efektif[9].

II. METODOLOGI

Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif dengan pendekatan Data Mining untuk memprediksi kelulusan tepat waktu. Proses penelitian disusun dengan cara yang terencana, dimulai dari penentuan masalah, melakukan studi pustaka dan pengumpulan informasi, kemudian diakhiri dengan penilaian terhadap model.

A. Studi Literatur

Tahap ini melibatkan penelaahan menyeluruh terhadap literatur yang relevan, meliputi jurnal, buku, dan penelitian terdahulu terkait prediksi kelulusan, algoritma Artificial Neural Network (ANN), dan pengukuran kepuasan pengguna. Studi literatur bertujuan untuk membangun kerangka kerja konseptual yang kuat, memahami teori dasar, serta mengidentifikasi celah penelitian (research gap) yang dapat diisi oleh studi ini. Referensi utama yang digunakan mencakup penelitian mengenai prediksi kelulusan menggunakan algoritma klasifikasi serta teori End User Computing Satisfaction (EUCS).

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian dikategorikan menjadi variabel independen (masukan) dan variabel dependen (target).

1. Variabel Independen (Input)

Terdiri dari data nilai akademik dan kepuasan pengguna. Data akademik IP dari semester 1-4[4]. Data kepuasan mencakup 19 butir pernyataan yang diambil dari dimensi EUCS.

2. Variabel Dependen (Output)

Status kelulusan mahasiswa yang diklasifikasikan menjadi dua kelas, yaitu "Lulus Tepat Waktu" dan "Tidak Tepat Waktu"[5].

C. End User Computing Satisfaction (EUCS)

Untuk mengukur tingkat kepuasan mahasiswa terhadap sistem pembelajaran daring (e-learning), penelitian ini mengadopsi model EUCS yang dikembangkan oleh Doll dan Torkzadeh. Dengan model ini, menilai kepuasan pengguna berdasarkan lima dimensi utama:

- 1) *Dimensi Konten(Content)* : Mengevaluasi kesesuaian, kelengkapan, dan kejelasan informasi yang disediakan sistem
- 2) *Dimensi Akurasi (Accuracy)* : Menilai keakuratan dan konsistensi data yang dihasilkan sistem
- 3) *Dimensi Format* : Menilai estetika, tata letak, dan kejelasan antarmuka pengguna
- 4) *Dimensi Kemudahan Pengguna (Ease of Use)* : Mengukur tingkat kemudahan pengguna dalam mengoperasikan sistem
- 5) *Dimensi Ketepatan Waktu (Timeliness)*: Menilai kecepatan respons sistem dalam menyajikan informasi

Tabel 1 Indikator End User Computing Satisfaction (EUCS)

Variabel	Kode	Indikator / Pernyataan Kuesioner
Content (Isi)	C1	Sistem E-Learning UNESA menyediakan informasi yang sesuai dengan kebutuhan
	C2	Sistem E-Learning UNESA memberikan informasi yang berguna bagi pengguna
	C3	Sistem E-Learning UNESA menyediakan informasi yang

		benar dan tepat
	C4	Sistem E-Learning UNESA menyediakan informasi yang lengkap sesuai kebutuhan
	C5	Sistem E-Learning UNESA memberikan informasi yang jelas dan tidak membingungkan
Accuracy (Akurasi)	A1	Sistem E-Learning UNESA menyajikan informasi yang akurat
	A2	Sistem E-Learning UNESA menampilkan output yang sesuai dengan apa yang diperintahkan
	A3	Sistem E-Learning UNESA menghasilkan output yang konsisten dan jarang terjadi kesalahan
Format (Tampilan)	F1	Sistem E-Learning UNESA memiliki kualitas dan tampilan yang baik
	F2	Sistem E-Learning UNESA memiliki perpaduan warna yang sesuai
	F3	Sistem E-Learning UNESA memiliki tata letak yang teratur, rapi, dan mudah dimengerti
Ease of Use (Kemudahan)	E1	Sistem E-Learning UNESA memiliki sistem yang dapat dengan mudah untuk dipahami
	E2	Sistem E-Learning UNESA menampilkan pesan

		error untuk memudahkan pengguna dalam menganalisa kesalahan pada sistem
	E3	Sistem E-Learning UNESA menyajikan panduan penggunaan sistem untuk user
Timeliness (Ketepatan Waktu)	T1	Sistem E-Learning UNESA memberikan informasi secara cepat dan tepat
	T2	Sistem E-Learning UNESA memberikan informasi yang terkini
Kepuasan E-Learning (Satisfaction)	SF1	Saya puas dengan sistem kerja dari SINDIG pada E-Learning ini karena memberikan kemudahan saya untuk belajar?
	SF2	Materi yang disajikan sangat beragam mudah untuk dipahami?
	SF3	Sistem ini dapat membantu saya dalam meningkatkan hasil belajar pada beberapa materi yang tersedia dalam SINDIG?

Skala Likert digunakan sebagai dasar dalam penyusunan alternatif jawaban pada setiap butir pertanyaan yang disusun berdasarkan indikator penelitian. Penggunaan skala Likert memiliki keunggulan karena mampu mengukur sikap atau persepsi responden secara sistematis, mulai dari tingkat kepuasan yang sangat tinggi hingga tingkat kepuasan yang sangat rendah. Klasifikasi skala Likert yang digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan dalam tabel berikut:

Tabel 2 Tabel Likert

Simbol	Kriteria Penilaian	Skor
--------	--------------------	------

STS	Sangat Tidak Setuju	1
TS	Tidak Setuju	2
N	Netral	3
S	Setuju	4
ST	Sangat Setuju	5

D. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari mahasiswa jurusan Sistem Informasi dan Teknik Informatika Universitas Negeri Surabaya yang terdaftar dari tahun 2018 hingga 2022[10][11]. Total sampel yang digunakan berjumlah 68 mahasiswa. Pengumpulan data dilakukan melalui dua jalur: pengambilan data historis nilai akademik (IPK) dan penyebaran survei kepuasan penggunaan e-learning kepada responden yang sama untuk memastikan integritas data prediktor[5][12].

E. Kuesioner

Instrumen pengumpulan data kepuasan berupa kuesioner tertutup yang diadopsi dari indikator EUCS. Pengukuran jawaban responden menggunakan Skala Likert dengan rentang 1 (Sangat Tidak Setuju) sampai 5 (Sangat Setuju)[13][14]. Kuesioner terdiri dari item-item pertanyaan yang merepresentasikan dimensi Content (C1-C5), Accuracy (A1-A3), Format (F1-F3), Ease of Use (E1-E3), dan Timeliness (T1-T2), serta item kepuasan global[15].

F. Pengujian Instrumen

Sebelum data kuesioner digunakan dalam pemodelan ANN, dilakukan pengujian instrumen untuk memastikan kualitas data.

1) Uji Validitas

Teknik korelasi Pearson Product Moment digunakan untuk melakukan pengujian. Nilai r hitung kemudian dibandingkan dengan r tabel. Dengan jumlah sampel ($N=68$) dan taraf signifikansi 5%, nilai r tabel adalah 0,159. Hasil pengujian menunjukkan seluruh item indikator (C1-C5, A1-A3, F1-F3, E1-E3, T1-T2) memiliki nilai r hitung $>0,159$ (berkisar antara 0,578 hingga 0,881), sehingga seluruh item dinyatakan valid[15][16][17].

$$r = \frac{n\Sigma - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{\{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2\}\{n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2\}}}$$

Keterangan:

R_{xy} : Koefisien korelasi (r -hitung)

Σx : nilai variabel independen

Σy : nilai variabel dependen

Σxy : hasil kali antara nilai butir dan nilai total

N : jumlah peserta survey

2) Uji Realibilitas

Metode Cronbach's Alpha digunakan untuk menguji konsistensi instrumen. Hasilnya menunjukkan nilai sebesar 0,990, jauh di atas ambang batas 0,6 atau 0,7. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang sangat tinggi dan konsistensi[16][18][19].

$$r_{11} = \frac{k}{k-1} \times \left\{ 1 - \frac{\sum S_i}{S_t} \right\}$$

Keterangan:

r_{11} : Koefisien korelasi (r-hitung)

n : nilai variabel independen

$\sum S_i$: nilai variable dependen

$\sum S_t$: hasil kali antara nilai butir dan nilai total

3) Convergent Validity

Validitas konstruk diuji menggunakan analisis SmartPLS dengan melihat nilai outer loading. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa semua indikator memiliki nilai loading factor yang melebihi 0,6. (berkisar antara 0,765 hingga 0,894)[20]. Hal ini mengonfirmasi bahwa indikator-indikator tersebut valid secara konvergen dan mampu mengukur konstruk kepuasan dengan baik[16][21].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Instrumen

Sebelum dilakukan pemodelan menggunakan Artificial Neural Network (ANN), instrumen penelitian (kuesioner EUCS) diuji kelayakannya melalui uji validitas, reliabilitas, dan validitas konvergen untuk memastikan data yang digunakan berkualitas tinggi.

1. Uji Validitas

Pengujian validitas dilakukan melalui penerapan metode korelasi *Pearson Product Moment*. Jumlah responden (N) adalah 68 siswa. Dengan taraf signifikansi 5%, nilai r tabel adalah 0,159. Semua item pernyataan (C1-C5, A1-A3, F1-F3, E1-E3, T1-T2, dan SF1-SF3) memiliki nilai r hitung yang lebih besar daripada r tabel, dengan nilai berkisar antara 0,578 dan 0,881. Dengan demikian, seluruh item dinyatakan valid dan dapat digunakan untuk menghitung variabel kepuasan.

Tabel 3 Uji Validitas

No	Indikator	R_tabel	R_hitung	Keterangan
1	C1	0,159	0,674	Valid
2	C2	0,159	0,803	Valid
3	C3	0,159	0,804	Valid

4	C4	0,159	0,578	Valid
5	C5	0,159	0,806	Valid
6	A1	0,159	0,802	Valid
7	A2	0,159	0,701	Valid
8	A3	0,159	0,702	Valid
9	F1	0,159	0,881	Valid
10	F2	0,159	0,826	Valid
11	F3	0,159	0,767	Valid
12	E1	0,159	0,814	Valid
13	E2	0,159	0,754	Valid
14	E3	0,159	0,864	Valid
15	T1	0,159	0,876	Valid
16	T2	0,159	0,808	Valid
17	SF1	0,159	0,753	Valid
18	SF2	0,159	0,830	Valid
19	SF3	0,159	0,775	Valid

2. Uji Reabilitas

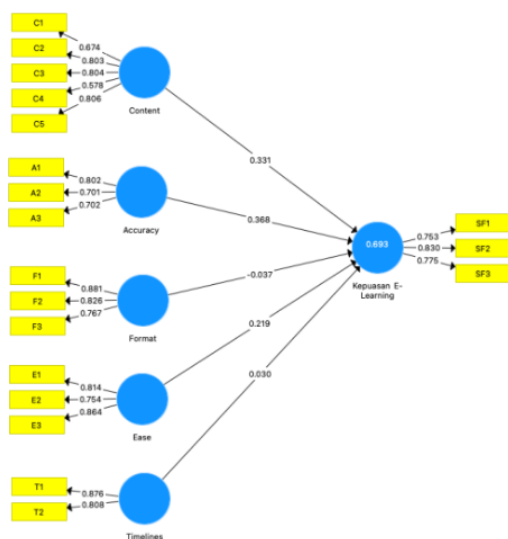
Metode *Cronbach's Alpha* digunakan dalam menguji reliabilitas suatu instrumen. Hasilnya menunjukkan koefisien *Cronbach's Alpha* sebesar 0,990, jauh melampaui ambang batas standar 0,6 atau 0,7. Ini menunjukkan bahwa instrument tersebut memiliki tingkat konsistensi internal yang sangat tinggi dan sangat cocok untuk digunakan dalam penelitian.

Tabel 4 Uji Reabilitas

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
0,990	23

3. Convergent Validity

SmartPLS digunakan untuk menguji validitas konvergen dengan cara melihat nilai *outer loading*. Jika nilai faktor penambahan lebih besar dari 0,6, indikator tersebut dianggap memenuhi kriteria. Seluruh indikator memenuhi syarat validitas konvergen, sebagaimana yang terlihat dari hasil analisis yang tertera pada Tabel 1.



Gambar 1 Convergent Validity

Tabel 5 Convergent Validity

	Outer Loadings
C1 <- Content	0,817
C2 <- Content	0,820
C3 <- Content	0,823
C4 <- Content	0,765
C5 <- Content	0,825
A1 <- Accuracy	0,828
A2 <- Accuracy	0,815
A3 <- Accuracy	0,819
F1 <- Format	0,875
F2 <- Format	0,832
F3 <- Format	0,798
E1 <- Ease	0,842
E2 <- Ease	0,781
E3 <- Ease	0,891
T1 <- Timeliness	0,894
T2 <- Timeliness	0,836
SF1 <- Kepuasan E Learning	0,781
SF2 <- Kepuasan E	0,858

Learning	
SF3 <- Kepuasan E Learning	0,803

Tingginya nilai *outer loading* ini menegaskan indikator-indikator tersebut mempunyai kontribusi yang signifikan dan saling berkaitan dalam membentuk konstruk kepuasan pengguna.

B. Tingkat Kepuasan dan Analisis Korelasi

Analisis tingkat kepuasan pengguna adalah suatu proses evaluatif dalam mengukur sejauh mana pengguna dalam hal ini mahasiswa merasa puas terhadap produk, layanan, atau sistem yang disediakan oleh e-learning UNESA. Analisis ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai pengalaman pengguna, mengidentifikasi aspek-aspek yang menjadi keunggulan maupun kelemahan, serta memberikan dasar informasi bagi perumusan perbaikan yang diperlukan guna meningkatkan tingkat kepuasan pengguna. Selanjutnya, tabel berikut menyajikan hasil pengukuran rentang nilai berdasarkan skala Likert.

C. Analisis Korelasi Variabel

Penelitian ini tidak hanya melihat tingkat kepuasan secara deskriptif, tetapi berfokus pada seberapa kuat hubungan variabel prediktor terhadap variabel target (kelulusan tepat waktu). Analisis korelasi dilakukan untuk membandingkan pengaruh antara nilai akademik (IPK) dan dimensi kepuasan pengguna (E-Learning).

Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa dimensi EUCS memiliki korelasi yang jauh lebih kuat terhadap kelulusan tepat waktu dibandingkan dengan data akademik murni. Nilai korelasi dimensi EUCS berada pada rentang 0,75 hingga 0,86, yang dikategorikan sangat kuat. Sebaliknya, korelasi IPK Semester 1 hingga 4 hanya berkisar antara 0,11 hingga 0,33.

Secara spesifik, dimensi Content (Konten) dan Accuracy (Akurasi) memiliki korelasi tertinggi ($>0,80$), mengindikasikan bahwa ketersediaan materi yang lengkap dan keakuratan informasi akademik dalam sistem e-learning merupakan faktor dominan yang mempengaruhi motivasi dan keberhasilan mahasiswa untuk lulus tepat waktu. Hal ini membuktikan hipotesis bahwa dalam lingkungan pendidikan digital, faktor kepuasan teknologi memiliki dampak signifikan terhadap performa studi.

D. Pra-Pemrosesan Data

Sebelum pemodelan, data mentah melalui tahapan pra-pemrosesan untuk memastikan kualitas input Artificial Neural Network (ANN):

- 1) Penanganan Missing Values dan Seleksi Fitur: Dataset awal menunjukkan banyaknya data kosong pada IPK semester 5 hingga 14 (mencapai 85-98%). Oleh karena itu, penelitian membatasi fitur akademik hanya pada IPK Semester 1 sampai 4 untuk memastikan kelengkapan data

- 2) Normalisasi Data : Seluruh fitur numerik, termasuk skor EUCS dan IPK, dinormalisasi menggunakan teknik MinMaxScaler. Proses ini mentransformasi nilai data ke dalam rentang 0 hingga 1 agar proses konvergensi pada algoritma ANN berjalan optimal
- 3) Penanganan Ketidakseimbangan Kelas: Mengingat proporsi kelas yang tidak seimbang (42,65% lulus tepat waktu vs 57,35% tidak tepat waktu), penelitian menerapkan *Stratified K-Fold Cross Validation* dengan $k=5$. Teknik ini memastikan proporsi kelas setiap fold sama dengan dataset asli, yang membuat evaluasi model lebih akurat dan tidak bias.

E. Arsitektur Model ANN

Model ANN dibangun dan dioptimasi menggunakan framework Optuna untuk mendapatkan *hyperparameter* terbaik melalui algoritma *Tree-structured Parzen Estimator* (TPE). Berdasarkan 100 trials eksperimen, arsitektur final model yang terbentuk adalah sebagai berikut:

- Input Layer: Terdiri dari 23 neuron yang merepresentasikan 4 fitur akademik (IPK Sem 1-4) dan 19 fitur indikator EUCS.
- Hidden Layer: Terdiri dari delapan neuron dengan fungsi aktivasi ReLU (*Rectified Linear Unit*). ReLU digunakan karena kemampuan untuk menyelesaikan masalah efisiensi komputasi dan masalah *vanishing gradient*.
- Regularization: Penerapan Dropout dengan laju 0,48 untuk mencegah overfitting dengan cara mematikan sebagian neuron secara acak selama pelatihan. Selain itu, digunakan regularisasi L2 sebesar 0,0001.
- Output Layer: 1 neuron dengan fungsi aktivasi Sigmoid, yang menghasilkan probabilitas output antara 0 dan 1, sesuai untuk klasifikasi biner (Tepat Waktu/Tidak Tepat Waktu).
- Optimizer: Menggunakan algoritma Adam dengan learning rate 0,0095.

F. Hasil Evaluasi Model

Untuk mengevaluasi performa model, metode *Cross-Validation Stratified 5-Fold* digunakan. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa model ini memiliki kinerja yang sangat konsisten dan tinggi di seluruh fold. Metrik rata-rata evaluasi model disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Rata-rata metrik evaluasi model

Fold	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
1	0,9550	0,9300	0,9650	0,9470
2	0,9520	0,9350	0,9580	0,9460
3	0,9540	0,9320	0,9620	0,9465
4	0,9530	0,9340	0,9570	0,9450
5	0,9550	0,9360	0,9580	0,9470

Rata-rata	0.9538	0,9333	0,9600	0,9455
-----------	--------	--------	--------	--------

Nilai recall yang tinggi (96,00%) menunjukkan bahwa model sangat peka untuk menemukan mahasiswa yang mungkin lulus tepat waktu dan mengurangi risiko kesalahan prediksi negatif.



Gambar 2 Hasil Kurva Pembelajaran

G. Hasil Evaluasi Matrix

Untuk melihat detail prediksi, dilakukan analisis pada Confusion Matrix dari salah satu fold validasi. Hasil matriks kebingungan adalah sebagai berikut:

Tabel 7 Hasil Evaluasi Matrix

	Tidak Tepat Waktu	Tepat Waktu
True 0	TN = 6	FP = 1
True 1	FN = 0	TP = 7

Absennya False Negative (0) merupakan hasil yang sangat positif, karena menunjukkan bahwa model tidak "melewatkan" mahasiswa yang berprestasi. Hasil ini mengonfirmasi bahwa arsitektur ANN yang diusulkan, dengan kombinasi data akademik dan kepuasan EUCS, dapat memprediksi kelulusan tepat waktu dengan akurasi yang sangat tinggi.

IV. KESIMPULAN

Penelitian tentang prediksi kelulusan siswa menggunakan Artificial Neural Network (ANN) telah mencapai beberapa kesimpulan penting:

- 1) Performa Model: Model ANN yang dikembangkan dengan optimasi *hyperparameter* menggunakan Optuna terbukti efektif dalam memprediksi kelulusan tepat waktu. Berdasarkan evaluasi *Stratified 5-Fold Cross-Validation*, model mencapai rata-rata akurasi sebesar 95,38%, dengan precision 93,33%, recall 96,00%, dan F1-score 94,55%. Nilai recall yang tinggi menunjukkan model sangat sensitif dalam mendeteksi mahasiswa yang berpotensi lulus tepat waktu tanpa banyak melewatkan data positif.
- 2) Pengaruh Variabel: Temuan menarik dalam penelitian ini adalah variabel kepuasan penggunaan E-Learning (EUCS) memiliki korelasi yang lebih kuat terhadap kelulusan tepat waktu (0,75–0,86) dibandingkan dengan

nilai akademik IPK Semester 1–4 (0,11–0,33). Hal ini mengindikasikan bahwa kepuasan terhadap infrastruktur teknologi pembelajaran memiliki peran krusial dalam mendukung motivasi dan keberhasilan studi mahasiswa di era digital

- 3) Stabilitas Model: Kurva pembelajaran menunjukkan bahwa model memiliki stabilitas yang baik dengan selisih yang relatif kecil antara *training loss* dan *validation loss*, yang menandakan bahwa penggunaan teknik regularisasi (dropout) dan validasi silang efektif mencegah overfitting meskipun menggunakan dataset yang terbatas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengungkapkan rasa syukur kepada Allah SWT atas kesehatan, rezeki, dan nikmat-Nya, yang telah memungkinkan penulis untuk menyelesaikan karya akademik ini dengan baik. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada orang tua dan keluarganya, yang selalu memberikan dukungan, dorongan, dan menemani dengan doa-doa mereka selama proses penyusunan karya akademik ini. Selanjutnya, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada pembimbing dan penguji atas masukan, saran, dan arahan yang telah diberikan, yang telah membantu meningkatkan kualitas karya akademik ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman dan orang-orang yang mendukung dan dorongan yang diberikan selama proses penelitiannya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri atas kerja keras dan dedikasi dalam menyelesaikan karya akademik ini secara menyeluruh.

REFERENSI

- [1] T. H. Hasibuan dan D. Mahdiana, "Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Algoritma C4.5 Pada Uin Syarif Hidayatullah Jakarta," *SKANIKA*, vol. 6, no. 1, hlm. 61–74, Jan 2023, doi: 10.36080/skanika.v6i1.2976.
- [2] I. R. Lutunani dan A. B. Nugroho, "Analisis Prediksi Mahasiswa Terhadap Kelulusan Tepat Waktu Menggunakan Metode Data Mining Decision Tree (Studi Kasus: FTI UKSW)," *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:258453253>.
- [3] M. W. Mukti, "Prediksi Kelulusan Tepat Waktu Mahasiswa Menggunakan Algoritma C4.5 Pada Stmik Dharma Wacana," *International Research on Big-Data and Computer Technology: I-Robot*, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:253295283>.
- [4] S. P. Nabila, N. Ulinuha, dan A. Yusuf, "Model Prediksi Kelulusan Tepat Waktu Dengan Metode Fuzzy C-means Dan K-nearest Neighbors Menggunakan Data Registrasi Mahasiswa," 2021. [Daring]. Tersedia pada: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:234480311>.
- [5] D. R. Prehanto, A. D. Indriyanti, C. Mashuri, dan G. S. Permadi, "Soil Moisture Prediction using Fuzzy Time Series and Moisture sensor Technology on Shallot Farming," *E3S Web of Conferences*, vol. 125, hlm. 23002, Okt 2019, doi: 10.1051/e3sconf/201912523002.
- [6] W. J. Doll dan G. Torkzadeh, "The Measurement of End-User Computing Satisfaction," *MIS Quarterly*, vol. 12, no. 2, hlm. 259, Jun 1988, doi: 10.2307/248851.
- [7] W. J. Doll, T. S. Raghunathan, J.-S. Lim, dan Y. P. Gupta, "A Confirmatory Factor Analysis of the User Information Satisfaction Instrument," *Information Systems Research*, vol. 6, no. 2, hlm. 177–188, Jun 1995, doi: 10.1287/isre.6.2.177.
- [8] R. S. Nugraha, A. D. Rachmanto, dan Z. Munawar, "Analisis Keakuratan Nilai Bitcoin Menggunakan Algoritma Regresi Linier Pada Data Mining," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 12, no. 2, Mei 2023, doi: 10.56244/fiki.v12i2.668.
- [9] J. Nasir, "Penerapan Data Mining Clustering Dalam Mengelompokan Buku Dengan Metode K-means," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 11, no. 2, hlm. 690–703, Okt 2021, doi: 10.24176/simet.v11i2.5482.
- [10] M. Iqbal Ramadhan, "Penerapan Data Mining Untuk Analisis Data Bencana Milik Bnpb Menggunakan Algoritma K-means Dan Linear Regression," 2017.
- [11] N. Fajriyah dan W. Setiawan, "Analisa Data Mining Asuransi Kendaraan Mobil Menggunakan Aplikasi Weka," *Insan Pembangunan Sistem Informasi dan Komputer (IPSIKOM)*, vol. 11, no. 1, hlm. 36, Jul 2023, doi: 10.58217/ipsikom.v11i1.233.
- [12] T. Priyadi dan W. Yustanti, "Analisis Permintaan Barang Habis Pakai Menggunakan Algoritma Apriori dan Artificial Neural Network (Studi Kasus: Instalasi Bedah Rumah Sakit X)," *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, vol. 3, no. 01, hlm. 1–11, Jul 2021, doi: 10.26740/jinacs.v3n01.p1-11.
- [13] R. L. Fraiha Lopes, S. G. C. Fraiha, H. S. Gomes, V. D. Lima, dan G. P. S. Cavalcante, "Application of Hybrid ARIMA and Artificial Neural Network Modelling for Electromagnetic Propagation: An Alternative to the Least Squares Method and ITU Recommendation P.1546-5 for Amazon Urbanized Cities," *Int J Antennas Propag*, vol. 2020, hlm. 1–12, Mar 2020, doi: 10.1155/2020/8494185.
- [14] A. S. Afrah, "Sistem Diagnosa Penyakit Liver Menggunakan Metode Artificial Neural Network: Studi Berdasarkan Dataset Indian Liver Patient Dataset," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 8, no. 3, hlm. 308–312, Des 2023, doi: 10.30591/jpit.v8i3.5346.
- [15] A. A. Aryatama dan A. D. Wowor, "Implementasi Artificial Neural Network dalam Identifikasi Fatalitas Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus: Kota Leeds-Inggris)," *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 7, no. 4, hlm. 651–660, Okt 2023, doi: 10.35870/jtik.v7i4.1102.
- [16] Edy Subowo, A. Y. Dewi, R. Fahlevi, dan N. Ajeng, "Analisis Kepuasan Pengguna Website Rencana Pembelajaran Semester Dengan Metode End User Computing Satisfaction," *Hexagon Jurnal Teknik dan Sains*, vol. 3, no. 2, hlm. 65–72, Jul 2022, doi: 10.36761/hexagon.v3i2.1634.
- [17] A. Winantu dan S. I. Viony, "Analisis Kepuasan Pengguna STMIK El Rahma Dengan Metode EUCS dan IPA," *Jurnal Informatika Komputer, Bisnis dan Manajemen*, vol. 21, no. 3, hlm. 30–42, Nov 2023, doi: 10.61805/fahma.v21i3.7.
- [18] F. Wati Khotimah dan M. Marlina, "Pemanfaatan Layanan Koleksi Digital Di Upt Perpustakaan Universitas Negeri Padang Menggunakan Model Eucs (End User Computing Satisfaction)," *Ilmu Informasi Perpustakaan dan Kearsipan*, vol. 11, no. 1, hlm. 27, Nov 2023, doi: 10.24036/121028-0934.
- [19] N. R. Setyoningrum, "Analisis Tingkat Kepuasan Pengguna Sistem Informasi Kerja Praktek dan Skripsi (SKKP) Menggunakan Metode End User Computing Satisfaction (EUCS)," *Journal of Applied Informatics and Computing*, vol. 4, no. 1, hlm. 17–21, Feb 2020, doi: 10.30871/jaic.v4i1.1645.
- [20] F. Mustakim, F. Fauziah, dan N. Hayati, "Algoritma Artificial Neural Network pada Text-based Chatbot Frequently Asked Question (FAQ) Web Kuliah Universitas Nasional," *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 5, no. 4, hlm. 438, Feb 2021, doi: 10.35870/jtik.v5i4.261.
- [21] I. Pamungkas, S. Sumadi, dan S. Alam, "Studi Komparasi Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner, Sigmoid Bipolar dan Linear pada Jaringan Saraf Tiruan dalam Menentukan Warna RGB Menggunakan Matlab," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 7, no. 4, Okt 2022, doi: 10.32672/jse.v7i4.4776.
- [22] H. Li, "A SOC Estimation Method for Lithium-ion Batteries Based on Optuna optimized Long Short-Term Memory Neural Network," dalam *2024 4th International Conference on Electronic Information Engineering and Computer Communication (EIECC)*, IEEE, Des 2024, hlm. 26–30, doi: 10.1109/EIECC64539.2024.10929081.
- [23] S. Watanabe dan F. Hutter, "c-TPE: Tree-structured Parzen Estimator with Inequality Constraints for Expensive Hyperparameter Optimization," Mei 2023.
- [24] J. Joy dan M. P. Selvan, "A comprehensive study on the performance of different Multi-class Classification Algorithms and Hyperparameter Tuning Techniques using Optuna," dalam *2022 International*

- Conference on Computing, Communication, Security and Intelligent Systems (IC3SIS), IEEE, Jun 2022, hlm. 1–5. doi: 10.1109/IC3SIS54991.2022.9885695.
- [25] J. Yu, Y. Zhao, R. Pan, X. Zhou, dan Z. Wei, “Prediction of the Critical Temperature of Superconductors Based on Two-Layer Feature Selection and the Optuna-Stacking Ensemble Learning Model,” *ACS Omega*, vol. 8, no. 3, hlm. 3078–3090, Jan 2023, doi: 10.1021/acsomega.2c06324.
- [26] F. Yusup, “Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Kuantitatif,” *Jurnal Tarbiyah: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, vol. 7, no. 1, Jul 2018, doi: 10.18592/tarbiyah.v7i1.2100.
- [27] Afifah Aulia Zayrin, Hayatun Nupus, Khalista Khansa Maizia, Siska Marsela, Rully Hidayatullah, dan H. Harmonedi, “Analisis Instrumen Penelitian Pendidikan (Uji Validitas Dan Reliabilitas Instrumen Penelitian),” *Jurnal QOSIM Jurnal Pendidikan Sosial & Humaniora*, vol. 3, no. 2, hlm. 780–789, Mei 2025, doi: 10.61104/jq.v3i2.1070.
- [28] S. Aprilisa, S. Samsuryadi, dan S. Sukemi, “Pengujian Validitas dan Reliabilitas Model UTAUT 2 dan EUCS Pada Sistem Informasi Akademik,” *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 5, no. 3, hlm. 1124, Jul 2021, doi: 10.30865/mib.v5i3.3074.
- [29] M. A. Putri, F. V. Kuhon, dan H. M. F. Palandeng, “Uji validitas dan reliabilitas instrumen penelitian,” *Jurnal Kedokteran Komunitas dan Tropik*, vol. 12, no. 2, hlm. 635–640, Des 2024, doi: 10.35790/jkkt.v12i2.59634.
- [30] Ina Marthiani, “Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Pemahaman Konsep Biologi,” *Jurnal Yudistira: Publikasi Riset Ilmu Pendidikan dan Bahasa*, vol. 2, no. 2, hlm. 351–356, Mar 2024, doi: 10.61132/yudistira.v2i2.727.
- [31] R. Mahkotawati, T. Rijanto, dan P. W. Rusimanto, “Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian: Angket Pengalaman Praktik Kerja Lapangan (PKL) pada Siswa SMK,” *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, vol. 8, no. 2, hlm. 1830–1835, Feb 2025, doi: 10.54371/jiip.v8i2.6990.
- [32] W. Li dan Y. F. Lay, “Examining the reliability and validity of measuring scales related to informatization and instructional leadership using the PLS SEM approach,” *Humanities and Social Sciences Letters*, vol. 12, no. 3, hlm. 461–480, Jun 2024, doi: 10.18488/73.v12i3.3789.
- [33] J. M. Gorriz, R. M. Clemente, F. Segovia, J. Ramirez, A. Ortiz, dan J. Suckling, “Is K-fold cross validation the best model selection method for Machine Learning?,” 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://arxiv.org/abs/2401.16407>.