

Prediksi Kelulusan Mahasiswa Program Studi Administrasi Rumah Sakit Menggunakan Decision Tree C4.5

Samsinar¹, Rudolf Sinaga², Renny Afriany¹

Stikes Garuda Putih, Jambi, Indonesia

Rudolf Sinaga

Universitas Dinamika Bangsa, Jambi, Indonesia

Koresponden Author : Sinaransyam@gmail.com

ABSTRACT

The timely graduation success of students is a crucial indicator in evaluating the quality of higher education institutions. This study aims to predict the graduation rate of undergraduate students in the Hospital Administration Program at STIKES Garuda Putih Jambi using the Decision Tree C4.5 algorithm. The data utilized includes the Cumulative Grade Point Average (CGPA) of 35 students over the first four semesters. The dataset was processed using RapidMiner to generate a prediction model with CGPA as the main variable. The model evaluation indicated an accuracy level of 73.33%. This classification model successfully categorized student graduation outcomes into three groups: satisfactory, very satisfactory, and with distinction. The findings of this study are expected to provide insights for better academic decision-making, as well as enhance the quality of evaluation and learning processes in higher education institutions.

Keywords : Prediction Of Graduation, Decision tree C4.5, IPK, Data Mining, RapidMiner

ABSTRAK

Tingkat kelulusan mahasiswa yang tepat waktu merupakan indikator penting dalam mengevaluasi kualitas institusi pendidikan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi tingkat kelulusan mahasiswa program studi Administrasi Rumah Sakit di STIKES Garuda Putih Jambi menggunakan algoritma Decision Tree C4.5. Data yang digunakan meliputi Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) dari 35 mahasiswa selama empat semester pertama. Dataset ini diolah menggunakan perangkat lunak RapidMiner untuk menghasilkan model prediksi dengan IPK sebagai variabel utama. Hasil evaluasi model menunjukkan tingkat akurasi sebesar 73,33%. Model klasifikasi ini berhasil mengkategorikan hasil kelulusan mahasiswa ke dalam tiga kelompok: memuaskan, sangat memuaskan, dan dengan pujian. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan untuk pengambilan keputusan akademik yang lebih baik, serta meningkatkan kualitas evaluasi dan proses pembelajaran di institusi pendidikan tinggi.

Kata kunci : Prediksi Kelulusan, Decision tree C4.5, IPK, Data Mining, RapidMiner

PENDAHULUAN

Tingkat kelulusan adalah salah satu indikator keberhasilan suatu perguruan tinggi, semakin tinggi tingkat kelulusan berbanding lurus dengan keberhasilan suatu perguruan tinggi. Salah satu point penilaian dalam akreditasi suatu perguruan tinggi memprediksi tingkat kelulusan dapat digunakan sebagai acuan dan evaluasi dalam menilai kesuksesan perguruan tinggi. (Dengen et al., 2020) Kemajuan teknologi juga berdampak pada penyimpanan data mahasiswa yang memberikan kemudahan akses informasi sehingga setiap perguruan tinggi memiliki database yang menyimpan semua data mahasiswa dari awal pendaftaran, proses

pembelajaran tiap semester sampai dengan hasil akhir yang dicapai mahasiswa dalam menempuh Pendidikan. Dengan melimpahnya database yang dimiliki oleh perguruan tinggi tersebut, informasi yang tersembunyi dapat diketahui dengan cara melakukan pengolahan terhadap data mahasiswa. Hal ini membuat pengolahan data mahasiswa ymudah diakses dan diolah.(Ramadhantya, 2024) Saat ini setiap memberikan dampak positif bagi perguruan tinggi memiliki sistem informasi akademik yang membuat banjir data namun sayangnya terkdangan miskin pengetahuan sehingga data harus kita olah menjadi pengetahuan supaya bisa bermanfaat bagi manusia. Dengan pengetahuan tersebut dapat digunakan untuk estimasi maupun prediksi yang akan terjadi dimasa mendatang yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan.

Perguruan tinggi adalah penyelenggara sistem pembelajaran khususnya bagi mahasiswa (Setiyani et al., 2020). Salah satu perguruan tinggi di Propinsi Jambi yaitu Stikes Garuda putih yang memiliki prodi S1 Administrasi Rumah Sakit. Prodi S1 Administrasi rumah sakit ini adalah satu-satunya yang ada di Propinsi Jambi dan baru berjalan selama 3 tahun sehingga perlu dilihat bagaimana prediksi tingkat kelulusan mahasiswa mengingat prodi ini masih tergolong baru. Salah metode yang sering digunakan untuk melakukan prediksi kelulusan mahasiswa adalah metode Decision Tree (Lumban Gaol et al., 2021) Ada beberapa proses penilaian yang harus dilalui oleh setiap mahasiswa misalnya menyelesaikan beberapa mata kuliah , baik praktek maupun pembelajaran teori dikelas, preak kerja lapangan dan melakukan tugas akhir (Dengen et al., 2020)

Begitu banyak penelitian telah menggunakan berbagai metodologi dan teknik, yang menyajikan prediksi pada berbagai tahap proses pembelajaran pada perguruan tinggi salah satunya yaitu Decision Tree (Maniyan et al., 2024) Decision Tree yang juga dikenal sebagai pohon klasifikasi, merupakan salah satu metode klasifikasi dalam penambahan data yang dapat memberikan beberapa kategori atau variabel bertipe kontinu untuk prediksi klasifikasi. Pohon terdiri dari sekumpulan simpul, cabang, dan daun. Decision Tree adalah pohon biner yang membagi dataset secara rekursif hingga tersisa simpul daun murni. Pohon ini memiliki tiga simpul, yaitu simpul induk, simpul internal, dan simpul daun(Munshi et al., 2024) Setiap simpul mewakili sebuah variabel, yang dapat dibagi menjadi cabang atau daun (Guzmán-Castillo et al., 2022)

Decision Tree merupakan salah satu metode yang paling umum digunakan dalam pembelajaran terbimbing (Aning & Przybyla-Kasperek, 2022) Deciciosion Tree adalah struktur pohon seperti diagram alir di mana setiap simpul internal mewakili pengujian pada setiap fitur sehingga dapat terlihat pengelompokan data, setiap cabang mewakili hasil pengujian yang diperoleh, dan label kelas diwakili oleh setiap simpul daun (atau simpul terminal). Deciciosion Tree dapat melihat variabel target yang akan memberikan nilai terbatas disebut pohon klasifikasi.(Lagzi et al., 2024) C4.5 adalah pengklasifikasi yang menggunakan kerangka kerja pohon keputusan, yang diusulkan oleh Ross Quinlan pada tahun 1993(Prabakaran et al., 2024) dan secara umum dikenal sebagai pengklasifikasi statistik(Lin & Chen, 2024).

METODE

Konsep Decision Tree adalah membagi data ke dalam beberapa kategori berdasarkan karakteristik data atau item klasifikasi yang dicari, dan setiap kategori kemudian memiliki pola keputusan yang berbeda(Lu et al., 2023) Algoritma Decision Tree sangat cocok untuk menangani multikolinearitas dan hubungan prediktor yang kompleks sehingga sapat menyederhanakan sebuah kasus tertentu(Song et al., 2024). Menurut beberapa kajian pustaka dan kebutuhan pemilihan metode prediksi klasifikasi, untuk menganalisis beberapa algoritma yang dapat melakukan klasifikasi diperlukan tingkat akurasi yang tinggi sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat. (Mariano et al., 2022) Akurasi algoritma C4.5 diatas 60 % dengan persentasi tertinggi hingga 90 % dan 68% pada yang terendah.(Li et al., 2024) Decision Tree C4.5 memiliki akurasi yang tinggi dalam evaluasi risiko(Dong et al., 2024)

Metode ini memiliki Tingkat akurasi di atas 80%, yang menekankan C4.5, yang memiliki hasil pengukuran presisi yang lebih baik (Coutinho Marim et al., 2023). Tujuan utama dari Decision Trees adalah untuk membangun klasifikasi dan model prediktif untuk kinerja akademik, yang mengklasifikasikan profil melalui penilaian, kengkajian, dan memprediksi tingkat pengetahuan menggunakan algoritma pohon keputusan (Matzavela & Alepis, 2021). Algoritma C4.5 merupakan penyempurnaan dari algoritma ID3, yang dapat digunakan dalam menghitung nilai atribut kontinu dan menggunakan tingkat perolehan informasi sebagai dasar pemilihan atribut, sehingga secara efektif menghindari bias (Chen, 2023).

C4.5 menggunakan konsep atribut sensitif untuk menilai yang didominasi oleh atribut lain untuk setiap kriteria metrik yang termasuk dalam kelompok istimewa maupun kelompok biasa selama pembuatan Decision Tree (Bagriacik & Otero, 2024). Solusi berbasis Decision Tree yang terbukti cukup menjanjikan dalam berbagai perspektif, tetapi mengalami peningkatan waktu eksekusi yang wajar seiring bertambahnya ukuran masalah yang akan diteliti (Loreti & Visani, 2024). Data yang tidak seimbang menuntut suatu cara untuk memastikan bahwa semua kelas minoritas terwakili secara merata sehingga hasil yang diperoleh mencakup semua fitur bukan hanya kelas tertentu (De Bock et al., 2024). Desain metodologi terdiri dari 3 tahap yang pertama pengumpulan data, yang kedua pemodelan, dan tahap selanjutnya yaitu implementasi/validasi (Guzmán-Castillo et al., 2022).

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan data primer yaitu data IPK dari sistem informasi akademik STIKES Garuda Putih selama 4 semester yaitu semester I (Satu) sampai dengan semester VI (Empat). Jumlah mahasiswa pada prodi ini yaitu 35 mahasiswa. Berikut data set IPK mahasiswa Prodi S1 Administrasi Rumah sakit.

Tabel 1. Dataset IPK Mahasiswa

NO	NAMA	IPK 1	IPK 2	IPK 3	IPK 4	RATA-RATA	KET
1	2	3	4	5	6	7	8
1	A	3,57	3,65	3,29	3,44	3,49	sangat memuaskan
2	B	3,57	2,61	2,71	2,83	2,93	sangat memuaskan
3	C	3,29	3,3	2,94	3	3,13	sangat memuaskan
4	D	3,57	3,78	3,41	3,28	3,51	dengan pujian
5	E	3,9	3,52	3,59	3,11	3,53	dengan pujian
6	F	3,9	3,91	4	4	3,95	dengan pujian
7	G	3,62	3,57	3,24	3,44	3,47	sangat memuaskan
8	H	3,29	3,3	3,06	2,83	3,12	sangat memuaskan
9	I	3,48	3,04	3,41	2,83	3,19	sangat memuaskan
10	J	3,38	3,39	3,24	3,56	3,39	sangat memuaskan
11	K	3,62	2	3,35	3,56	3,13	sangat memuaskan
12	L	3,38	3,35	3,41	3,56	3,43	sangat memuaskan
13	M	3,19	3,35	2,88	3,44	3,22	sangat memuaskan
14	N	3,57	3,3	3,53	3,44	3,46	sangat memuaskan
15	O	3,48	3,57	3,41	3,56	3,51	dengan pujian
16	P	3,48	3,61	3,41	3,67	3,54	dengan pujian
17	Q	3,57	3,57	3,35	3,33	3,46	sangat memuaskan
18	R	3,38	3,48	3,71	3,5	3,52	dengan pujian
19	S	3,19	2,17	2,53	2,56	2,61	sangat memuaskan
20	T	3,57	3,43	2,88	3,83	3,43	sangat memuaskan
21	U	3,62	3,78	3,24	3,83	3,62	dengan pujian
22	V	3,9	3,78	4	3,72	3,85	dengan pujian
23	W	3,71	3,65	3,71	3,28	3,59	dengan pujian
24	X	3,62	3,22	3,71	3,39	3,49	sangat memuaskan
25	Y	3,81	3,48	3,41	3,56	3,57	dengan pujian

26	Z	3,67	3,78	3,71	3,44	3,65	dengan pujian
27	A1	3,67	3,57	3,53	3,56	3,58	dengan pujian
28	B1	3,81	3,57	3,53	3,67	3,65	dengan pujian
29	C1	3,81	3,7	3,41	3,39	3,58	dengan pujian
30	D1	3,9	3,91	3,82	3,56	3,80	dengan pujian
31	E1	3,38	3,3	3,18	3,33	3,30	sangat memuaskan
32	F1	3,38	2,61	2,76	3,61	3,09	sangat memuaskan
33	G1	3,62	3,43	3,12	3,44	3,40	sangat memuaskan
34	H1	3,48	3,65	3,24	3,56	3,48	sangat memuaskan
35	H2	3,67	3,74	4	3,83	3,81	dengan pujian
Jumlah		125,05	119,07	117,72	119,94	125,05	
Rata-rata		3,57	3,40	3,36	3,43	3,57	

Berdasarkan tabel 1 diatas, terdapat data IPK (Indeks Prestasi Kumulatif) terhitung dari semester 1,2,3,4 mahasiswa S1 Administrasi Rumah Sakit STIKES Garuda Putih jambi yang berjumlah 35 mahasiswa, data tersebut masih dalam bentuk data primer, selanjutnya data primer diolah menggunakan excel sehingga menjadi dataset. Terdapat 3 kategori dari data tersebut diantaranya memuaskan dengan IPK rata-rata di bawah 3 sampai dengan 3,3 , sangat memuaskan dengan IPK rata-rata 3,31 sampai dengan 3,6, dan dengan pujian dengan IPK rata-rata 3,61 sampai dengan 4 , kemudian dataset tersebut diimport ke rapid miner untuk mengetahui nilai statistiknya.

2. Pemodelan, dan implementasi

Data yang sudah diperoleh dari sistem akademik selajutnya akan dilaakukan preprocessing terlebih dahulu secara manual agar dataset yang diperoleh sesuai dengan kebutuhan dan dapat dibaca dengan menggunakan metode decision tree C4.5. Untuk nomor nama dan NIM selanjutnya dihilangkan karena tidak digunakan dalam pemrosesan data. Setelah dilakukan preprocessing diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 2. Dataset Setelah Preprocessing

NO	IPK 1	IPK 2	IPK 3	IPK 4	RATA-RATA	KET
1	3	4	5	6	7	8
1	3,57	3,65	3,29	3,44	3,49	sangat memuaskan
2	3,57	2,61	2,71	2,83	2,93	sangat memuaskan
3	3,29	3,3	2,94	3	3,13	sangat memuaskan
4	3,57	3,78	3,41	3,28	3,51	dengan pujian
5	3,9	3,52	3,59	3,11	3,53	dengan pujian
6	3,9	3,91	4	4	3,95	dengan pujian
7	3,62	3,57	3,24	3,44	3,47	sangat memuaskan
8	3,29	3,3	3,06	2,83	3,12	sangat memuaskan
9	3,48	3,04	3,41	2,83	3,19	sangat memuaskan
10	3,38	3,39	3,24	3,56	3,39	sangat memuaskan
11	3,62	2	3,35	3,56	3,13	sangat memuaskan
12	3,38	3,35	3,41	3,56	3,43	sangat memuaskan
13	3,19	3,35	2,88	3,44	3,22	sangat memuaskan
14	3,57	3,3	3,53	3,44	3,46	sangat memuaskan
15	3,48	3,57	3,41	3,56	3,51	dengan pujian
16	3,48	3,61	3,41	3,67	3,54	dengan pujian
17	3,57	3,57	3,35	3,33	3,46	sangat memuaskan
18	3,38	3,48	3,71	3,5	3,52	dengan pujian
19	3,19	2,17	2,53	2,56	2,61	sangat memuaskan

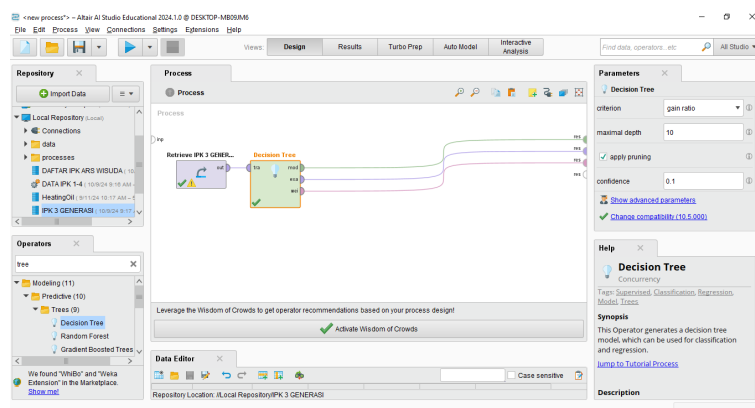
20	3,57	3,43	2,88	3,83	3,43	sangat memuaskan
21	3,62	3,78	3,24	3,83	3,62	dengan pujian
22	3,9	3,78	4	3,72	3,85	dengan pujian
23	3,71	3,65	3,71	3,28	3,59	dengan pujian
24	3,62	3,22	3,71	3,39	3,49	sangat memuaskan
25	3,81	3,48	3,41	3,56	3,57	dengan pujian
26	3,67	3,78	3,71	3,44	3,65	dengan pujian
27	3,67	3,57	3,53	3,56	3,58	dengan pujian
28	3,81	3,57	3,53	3,67	3,65	dengan pujian
29	3,81	3,7	3,41	3,39	3,58	dengan pujian
30	3,9	3,91	3,82	3,56	3,80	dengan pujian
31	3,38	3,3	3,18	3,33	3,30	sangat memuaskan
32	3,38	2,61	2,76	3,61	3,09	sangat memuaskan
33	3,62	3,43	3,12	3,44	3,40	sangat memuaskan
34	3,48	3,65	3,24	3,56	3,48	sangat memuaskan
35	3,67	3,74	4	3,83	3,81	dengan pujian

3. Implementasi/validasi

Selanjutnya data yang sudah dilakukan preprocessing akan diolah dengan menggunakan metode klasifikasi yaitu algoritma decision tree C4.5. selanjutnya dilakukan metode Eksperimen terhadap data kelulusan mahasiswa di lakukan dengan software framework yaitu Rapid Miner dan evaluasi model. Evaluasi dan Hasil Validasi Tahap evaluasi dan hasil validasi, sehingga dapat mengetahui tingkat performance atau nilai akurasi dari rule dan model prediksi predikat kelulusan mahasiswa dengan decision tree C4.5.

Hasil dan Pembahasan

Langkah awal implementasi pemodelan ini yaitu data IPK mahasiswa *di input* kedalam C4.5 dengan keterangan diubah menjadi label untuk mengetahui ada berapa jumlah mahasiswa yang termasuk kedalam kategori memuaskan, sangat memuaskan, dan dengan pujian.



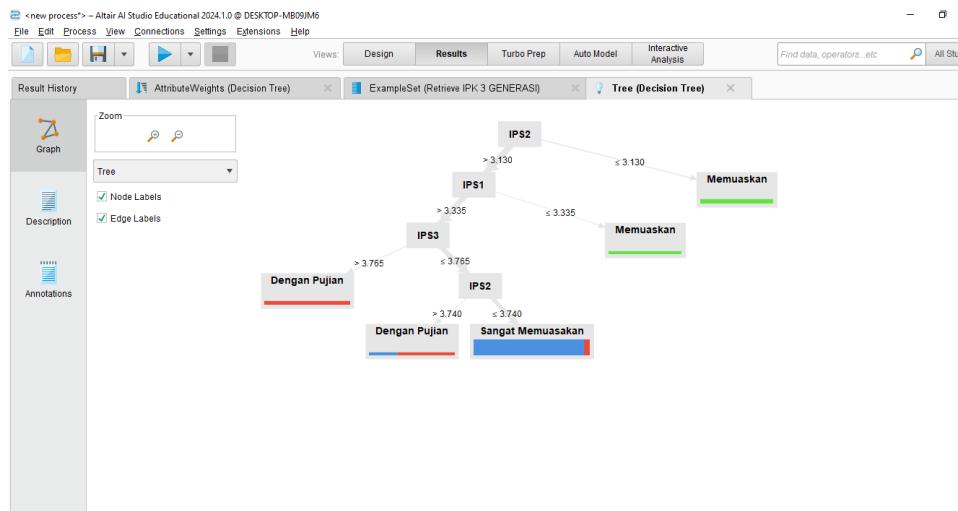
Gambar 1. Proses Eksperimen Menginput Dataset Kedalam Model

Name	Type	Missing	Stat...	Filter (11 / 11 attributes):
0	Least memuaskan (1)	Most sangat memuaskan (20)	Values	sangat memuaskan (20), dengan pujian (7), ...[2 more]
0	Min 1	Max 35	Average 18	
0	Min 3.190	Max 3.900	Average 3.573	
0	Min 2	Max 3.910	Average 3.402	
0	Min 2.530	Max 4	Average 3.363	
0	Min 2.560	Max 4	Average 3.427	
35	Least	Most	Values	

Gambar 2. Hasil Penginputan Dataset Kedalam Model

Berdasarkan gambar 2, diketahui bahwa terdapat jumlah mahasiswa dengan predikat lulus memuaskan berjumlah 8 orang, sangat memuaskan 20 orang, dan dengan pujian 7 orang. Dari data mentah yang diolah diperoleh IPK mahasiswa S1 administrasi rumah sakit dari semester 1-4 maka memperoleh IPK terendah dan tertinggi. Adapun IPK terendah dan tertinggi yaitu :

1. Pada semester 1 IPK terendahnya adalah 3,19 dan tertinggi 3,90 maka mendapatkan rata-rata 3,57
2. Pada semester 2 IPK terendahnya adalah 2 dan tertinggi 3,91 maka mendapatkan rata-rata 3,40
3. Pada semester 3 IPK terendahnya adalah 2,53 dan tertinggi 4 maka mendapatkan rata-rata 3,36
4. Pada semester 4 IPK terendahnya adalah 2,56 dan tertinggi 4 maka mendapatkan rata-rata 3,42



Gambar 3. Hasil Model Decision Tree Kelulusan Mahasiswa Prodi S1 Administrasi RS

Gambar 3 yang Anda berikan menunjukkan hasil **Decision Tree (decision tree)** yang menghasilkan 6 rule yaitu sebagai berikut :

1. **Node Akar (IPK ≥ 3.5):** Decision Tree ini dimulai dengan membagi data berdasarkan IPK (Indeks Prestasi Kumulatif). Kondisi pertama adalah apakah IPK mahasiswa ≥ 3.5 .
2. Jika IPK ≥ 3.5 , cabang-cabang tersebut akan mengarahkan ke klasifikasi lebih lanjut berdasarkan syarat tambahan (misalnya apakah IPK lebih dari 3.5 atau tidak).

3. Jika $IPK < 3.5$, cabang tersebut akan mengarahkan ke klasifikasi "**Memuaskan**", yang berarti IPK mahasiswa tidak memenuhi syarat untuk mendapatkan penghargaan akademik yang lebih tinggi.
4. "**Dengan Pujian**": Menunjukkan mahasiswa dengan IPK tinggi, kemungkinan sekitar atau lebih dari 3.5, mendapatkan predikat ini.
5. "**Sangat Memuaskan**": Untuk mahasiswa dengan IPK lebih tinggi dari 3.75 tetapi tidak mencapai syarat untuk predikat "**Pujian**".
6. "**Memuaskan**": Predikat ini diberikan kepada mahasiswa dengan IPK yang tidak memenuhi syarat untuk predikat yang lebih tinggi, seperti "**Pujian**" atau "**Sangat Memuaskan**".

Selanjutnya tahap terakhir yaitu mengevaluasi model decision tree terhadap prediksi predikat kelulusan mahasiswa dengan menggunakan Confusion Matrix dan ROC Curva

Tabel 3. Model Cofusion Matrix Interpretasi Hasil Evaluasi

accuracy: 73.33% +/- 22.15% (micro average: 74.29%)

	true Sangat Memuaskan	true Memuaskan	true Dengan Pujian	class precision
pred. Sangat Memuask...	17	3	3	73.91%
pred. Memuaskan	1	5	1	71.43%
pred. Dengan Pujian	1	0	4	80.00%
class recall	89.47%	62.50%	50.00%	

Model **Decision Tree** yang telah digunakan untuk memprediksi kategori prestasi (memuaskan, sangat memuaskan, dengan pujian) mahasiswa berdasarkan nilai IPK mereka. Hasil evaluasi menunjukkan hal-hal berikut:

1. **Model Menggunakan IPK:** Model ini secara khusus menggunakan nilai IPK dari semester 1 hingga 4 sebagai dasar untuk melakukan prediksi. Artinya, model berusaha menemukan pola hubungan antara nilai IPK dan kategori prestasi mahasiswa.
2. **Akurasi Overall:** Secara keseluruhan, model memiliki akurasi sebesar 73,33%. Artinya, sekitar 73% dari prediksi yang dilakukan oleh model adalah benar.
3. **Recall untuk Setiap Kategori:**
 - A. **Sangat Memuaskan:** Model berhasil mengidentifikasi 89,47% dari mahasiswa yang sebenarnya termasuk dalam kategori "sangat memuaskan". Ini artinya model cukup baik dalam mengenali mahasiswa berprestasi tinggi.
 - B. **Memuaskan:** Model berhasil mengidentifikasi 62,50% dari mahasiswa yang sebenarnya termasuk dalam kategori "memuaskan".
 - C. **Dengan Pujian:** Model berhasil mengidentifikasi 50% dari mahasiswa yang sebenarnya termasuk dalam kategori "dengan pujian".

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian permodelan prediksi predikat kelulusan mahasiswa Stikes Garuda Putih Prodi S1 Administrasi Rumah sakit dengan menggunakan algoritma Decision Tree C4.5 ini mendapat model pohon keputusan dengan variabel atau atribut indeks prestasi dari semester 1 sampai dengan 4 dan yang berpengaruh terhadap predikat kelulusan mahasiswa dengan nilai akurasi 73,33%.

PENGAKUAN

Terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini. Dukungan dan kerja sama yang baik dari divisi prodi Administrasi Rumah Sakit STIKES Garuda Putih khususnya Tk.4 (semester 7) yang ikut berpartisipasi saat mata kuliah data mining. Terimakasih kepada seluruh tim redaksi *Media Jurnal Ilmiah Pendidikan* yang telah membantu dan mengarahkan hingga terbitnya artikel ini

REFERENSI

- Aning, S., & Przybyla-Kasperek, M. (2022). Comparative Study of Twoing and Entropy Criterion for Decision Tree Classification of Dispersed Data. *Procedia Computer Science*, 207(Kes), 2434–2443. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.301>
- Bagriacik, M., & Otero, F. E. B. (2024). Multiple fairness criteria in decision tree learning. *Applied Soft Computing*, 167(October). <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.112313>
- Chen, X. (2023). Design and research of MOOC teaching system based on TG-C4.5 algorithm. *Systems and Soft Computing*, 5(October). <https://doi.org/10.1016/j.sasc.2023.200064>
- Coutinho Marim, M., Ramos, P. V. B., Vieira, A. B., Galletta, A., Villari, M., de Oliveira, R. M., & Silva, E. F. (2023). Darknet traffic detection and characterization with models based on decision trees and neural networks. *Intelligent Systems with Applications*, 18(February). <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2023.200199>
- De Bock, K. W., Coussement, K., Caigny, A. De, Słowiński, R., Baesens, B., Boute, R. N., Choi, T. M., Delen, D., Kraus, M., Lessmann, S., Maldonado, S., Martens, D., Óskarsdóttir, M., Vairetti, C., Verbeke, W., & Weber, R. (2024). Explainable AI for Operational Research: A defining framework, methods, applications, and a research agenda. *European Journal of Operational Research*, 317(2), 249–272. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.09.026>
- Dengen, C. N., Kusriani, K., & Luthfi, E. T. (2020). Implementasi Decision Tree Untuk Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu. *Sisfotenika*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.30700/jst.v10i1.484>
- Dong, D., Lin, B., & Dong, X. (2024). Logistics financial risk assessment based on decision tree algorithm model. *Procedia Computer Science*, 243, 1095–1104. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.09.130>
- Guzmán-Castillo, S., Körner, F., Pantoja-García, J. I., Nieto-Ramos, L., Gómez-Charris, Y., Castro-Sarmiento, A., & Romero-Conrado, A. R. (2022). Implementation of a Predictive Information System for University Dropout Prevention. *Procedia Computer Science*, 198(2020), 566–571. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.287>
- Lagzi, M. D., sajadi, S. M., & Taghizadeh-Yazdi, M. (2024). A hybrid stochastic data envelopment analysis and decision tree for performance prediction in retail industry. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 80(April). <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2024.103908>
- Li, P., Xiong, F., Huang, X., & Wen, X. (2024). Construction and optimization of vending machine decision support system based on improved C4.5 decision tree. *Heliyon*, 10(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25024>

- Lin, J. S., & Chen, K. H. (2024). A novel decision support system based on computational intelligence and machine learning: Towards zero-defect manufacturing in injection molding. *Journal of Industrial Information Integration*, 40(April). <https://doi.org/10.1016/j.jii.2024.100621>
- Loreti, D., & Visani, G. (2024). Parallel approaches for a decision tree-based explainability algorithm. *Future Generation Computer Systems*, 158(April), 308–322. <https://doi.org/10.1016/j.future.2024.04.044>
- Lu, F., Jin, Z., & Zhang, X. (2023). An Analysis of Data Mining Techniques in Software Engineering Database Design. *Procedia Computer Science*, 228, 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.11.007>
- Lumban Gaol, L. Y., Safii, M., & Suhendro, D. (2021). Prediksi Kelulusan Mahasiswa Stikom Tunas Bangsa Prodi Sistem Informasi Dengan Menggunakan Algoritma C4.5. *Brahmana: Jurnal Penerapan Kecerdasan Buatan*, 2(2), 97–106. <https://doi.org/10.30645/braghmana.v2i2.71>
- Maniyan, S., Ghousi, R., & Haeri, A. (2024). Data mining-based decision support system for educational decision makers: Extracting rules to enhance academic efficiency. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6(May). <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100242>
- Mariano, A. M., De Magalhães Leis Ferreira, A. B., Santos, M. R., Castilho, M. L., & Bastos, A. C. F. L. C. (2022). Decision trees for predicting dropout in Engineering Course students in Brazil. *Procedia Computer Science*, 214(C), 1113–1120. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.11.285>
- Matzavela, V., & Alepis, E. (2021). Decision tree learning through a Predictive Model for Student Academic Performance in Intelligent M-Learning environments. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100035>
- Munshi, T. A., Jahan, L. N., Howladar, M. F., & Hashan, M. (2024). Prediction of gross calorific value from coal analysis using decision tree-based bagging and boosting techniques. *Heliyon*, 10(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23395>
- Prabakaran, N., Meenakshi, K., Kumarnath, J., & Rajasekaran, P. (2024). ML assisted enhanced recommendation system for reliable volunteering environment. *Procedia Computer Science*, 235(2023), 22–31. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.04.003>
- Ramadhantya, A. S. (2024). *Penggunaan Rapidminer Untuk Memprediksi Kelulusan Mahasiswa Dengan Algoritma Naive Bayes*. 10(1), 52–60.
- Setiyani, L., Wahidin, M., Awaludin, D., & Purwani, S. (2020). Analisis Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Metode Data Mining Naïve Bayes : Systematic Review. *Faktor Exacta*, 13(1), 35. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v13i1.5548>
- Song, P., Cai, X., Qin, D., Wang, Q., Liu, X., Zhong, M., Li, L., & Yang, Y. (2024). Analyzing psychological resilience in college students: A decision tree model. *Heliyon*, 10(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32583>