

Implementasi Algoritma *Decision Tree* untuk Klasifikasi Kemampuan Membaca Al-Qur'an dengan Metode Tahsin

Yanyan Gunawan¹, Acep Sopian Firmansyah², Ahmad Mubarak³, Beki Subaeki⁴
Khaerul Manaf⁵, Suharjanta Wisnu Pitara⁶

^{1,4,5,6}Sistem Informasi; Universitas Sangga Buana YPKP; JL PHH Mustofa No 68 Bandung
(telp 022-7275489); e-mail: yanyan.gunawan@usbykp.ac.id, beki.subaeki@usbykp.ac.id,
khaerul.manaf@usbykp.ac.id, swpiatara@yahoo.com.

²Sistem Informasi; Universitas INABA; Jl. Soekarno-Hatta No.448, Batununggal, Kec. Bandung
Kidul, Kota Bandung, Jawa Barat 40266 (telp 022-7563919); acep.sopian@inaba.ac.id.

³Sistem Informasi; Horizon University Indonesia; Jl. Pangkal Perjuangan KM.1 By Pass,
Karawang, Jawa Barat ; telp 0811-8454-800, ahmad.mubarak.stmik@krw.horizon.ac.id.

* Korespondensi: e-mail: yanyan.gunawan@usbykp.ac.id

Diterima: 29 Mei 2025 ; Review: 4 Juni 2025; Disetujui: 18 Juni 2025

Cara citasi: Gunawan Y, Firmansyah AS, Mubarak A, Subaeki B, Manaf K, Piatara SW. 2025.
Implementasi Algoritma Decision Tree untuk Klasifikasi Kemampuan Membaca Al-Qur'an
dengan Metode Tahsin. Informatics for Educators and Professionals : Journal of Informatics.
Vol.10 (1): 93-100.

Abstrak: Pengukuran tingkat kefasihan membaca Al-Qur'an secara objektif merupakan tantangan yang signifikan dalam proses pembelajaran, terutama ketika melibatkan metode tahsin yang mengutamakan pelafalan dan tajwid yang benar. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan algoritma Decision Tree pada pengklasifikasian kemampuan literasi Al-Qur'an yang dimiliki siswa kriteria-kriteria tahsin, seperti makhārijul ḥurūf, tajwid, kelancaran, dan ketepatan bacaan. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data dari evaluasi pengajar, preprocessing, pelatihan model Decision Tree, serta pengujian akurasi klasifikasi. Berdasarkan temuan penelitian, algoritma Decision Tree mampu memberikan akurasi klasifikasi yang tinggi dalam menentukan kategori kemampuan baca (baik, cukup, kurang), serta membantu pengajar dalam memberikan evaluasi yang lebih terstruktur dan objektif. Implementasi ini diharapkan dapat menjadi alat bantu dalam peningkatan mutu pembelajaran tahsin Al-Qur'an.

Kata kunci: Tahsin, *Decision Tree*, Kemampuan Membaca Al-Qur'an

Abstract: Objective measurement of Qur'anic reading fluency poses a significant challenge in the learning process, particularly when applying the tahsin method, which emphasizes correct pronunciation and tajwid. The aim of this study is to apply the Decision Tree algorithm to classify students' Qur'anic literacy skills based on tahsin criteria, such as makhārijul ḥurūf, tajwid, fluency, and reading accuracy. The methodology includes data collection from teacher evaluations, preprocessing, training the Decision Tree model, and testing classification accuracy. The findings indicate that the Decision Tree algorithm can provide high classification accuracy in determining reading ability categories (good, fair, poor) and assist teachers in delivering more structured and objective evaluations. This implementation is expected to serve as a supportive tool for improving the quality of tahsin learning.

Keywords: Tahsin, *Decision Tree*, Qur'anic Reading Proficiency

1. Pendahuluan

Kemampuan membaca Al-Qur'an secara baik dan benar merupakan kewajiban mendasar bagi setiap Muslim. Dalam pendidikan Islam—khususnya di pesantren dan lembaga

tafhidz—kegiatan membaca Al-Qur'an tidak hanya dipandang sebagai ibadah, tetapi juga sebagai fondasi pembentukan akhlak dan cinta terhadap Al-Qur'an [1]. Salah satu metode yang umum diterapkan untuk meningkatkan kualitas bacaan adalah tahsin, yang berfokus pada perbaikan makhraj, ketepatan panjang-pendek bacaan, dan penerapan hukum tajwid secara benar [2].

Namun, pelaksanaan metode tahsin di berbagai institusi pendidikan masih menemui kendala, terutama dalam aspek penilaian kemampuan santri. Evaluasi yang dilakukan secara manual dan bergantung pada subjektivitas pengajar kerap menimbulkan ketidakkonsistenan antarpenilai, serta memerlukan waktu dan tenaga yang tidak sedikit [3]. Situasi ini menyulitkan proses pemantauan perkembangan santri secara objektif dan terukur dari waktu ke waktu.

Kemajuan teknologi informasi, khususnya di bidang kecerdasan buatan dan data mining, membuka peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui pendekatan klasifikasi berbasis algoritma machine learning. Algoritma Decision Tree C4.5 dikenal sebagai salah satu metode yang efisien dalam melakukan klasifikasi data. Algoritma ini mampu mengenali pola dari data historis dan menyusun pohon keputusan yang mudah dipahami, mendukung evaluasi secara sistematis [4]. Selain itu, C4.5 dapat menangani atribut numerik maupun kategorik, serta toleran terhadap data yang tidak lengkap, menjadikannya sesuai untuk konteks penilaian pembelajaran [5].

Dengan pendekatan ini, data penilaian yang mencakup aspek makhraj, tajwid, tempo, dan hafalan dapat diolah secara digital untuk mengklasifikasikan kemampuan baca santri ke dalam kategori pembinaan, seperti Tahsin 1 hingga Tahfidz. Hasil klasifikasinya lebih konsisten, efisien, dan transparan, sehingga memudahkan pengajar dan pengelola lembaga dalam mengidentifikasi kebutuhan bimbingan masing-masing santri secara lebih akurat [6].

Penelitian ini memiliki urgensi tersendiri karena menunjukkan potensi integrasi teknologi dalam pendidikan agama, khususnya dalam hal evaluasi. Sistem klasifikasi berbasis data ini diharapkan tidak hanya menyederhanakan proses penilaian, tetapi juga meningkatkan kualitas pembelajaran Al-Qur'an secara keseluruhan melalui penyediaan dashboard informatif bagi pelatih, pengelola, maupun wali santri.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini diterapkan pendekatan klasifikasi data mining menggunakan metode kuantitatif. Tujuan utama adalah untuk membangun model klasifikasi kemampuan membaca Al-Qur'an berdasarkan indikator penilaian tahsin menggunakan algoritma Decision Tree (C4.5).

2.1 Arsitektur Sistem

Sistem klasifikasi ini bertujuan untuk mengelompokkan peserta pembelajaran tahsin dan tahfidz ke dalam lima kategori kemampuan berdasarkan penilaian terhadap 10 atribut inti. Penilaian dilakukan oleh instruktur dengan skala ordinal 1–4, di mana:

- 1) 1 = Belum Mampu
- 2) 2 = Cukup Mampu
- 3) 3 = Mampu
- 4) 4 = Sangat Mampu

a. Pengumpulan Data

Data diperoleh dari hasil evaluasi peserta program tahsin yang mencakup beberapa aspek sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria Pengujian

No	Atribut Penilaian	Deskripsi
1	Hijaiyah Makhraj	Ketepatan pengucapan huruf hijaiyah dari makhraj yang benar
2	Dasar Baca	Kemampuan membaca huruf, harakat, dan sambungan dasar
3	Mad Tajwid_Dasar	Pemahaman hukum mad dan tajwid dasar
4	Tajwid Menengah	Penguasaan tajwid tingkat menengah (ikhfa, idgham, dll)
5	Tartil Tempo	Ketepatan tempo dan irama dalam membaca Al-Qur'an
6	Waqaf Ibtida	Ketepatan berhenti dan mulai membaca pada ayat atau kata yang sesuai
7	Kelancaran Juz	Kelancaran membaca satu juz tanpa banyak kesalahan
8	Tajwid Kompleks	Penguasaan tajwid tingkat lanjut (ghunnah, qalqalah, dll)
9	Qiraat Optional	Kemampuan mengaplikasikan variasi qiraat (jika tersedia dalam pembinaan)
10	Hafalan	Kemampuan menghafal juz atau surat tertentu dari Al-Qur'an

Sumber : Hasil Penelitian (2025)

b. Pra-Pemrosesan Data

Proses ini bertujuan menyiapkan data agar siap digunakan untuk pelatihan model:

- 1) Pembersihan data: Menghapus atau memperbaiki data kosong dan tidak konsisten.
- 2) Transformasi: Mengubah kategori menjadi angka (encoding), misalnya: Benar = 1, Salah = 0.
- 3) Normalisasi: (Jika diperlukan untuk atribut numerik seperti skor akhir).
- 4) Split dataset: Data dibagi menjadi data latih (80%) dan data uji (20%).

c. Implementasi Algoritma Decision Tree (C4.5)

Algoritma C4.5 digunakan untuk membuat model klasifikasi:

- 1) Menggunakan *information gain ratio* untuk memilih atribut terbaik pada setiap node.
- 2) Menangani atribut kategorikal dan numerik.
- 3) Proses pembuatan pohon dilakukan secara rekursif hingga semua data terklasifikasi sempurna atau sampai batas kedalaman pohon tercapai.

d. Evaluasi Model

Model yang dihasilkan dievaluasi menggunakan beberapa metrik evaluasi:

- 1) Akurasi
- 2) Precision
- 3) Recall
- 4) F1-score
- 5) Confusion matrix

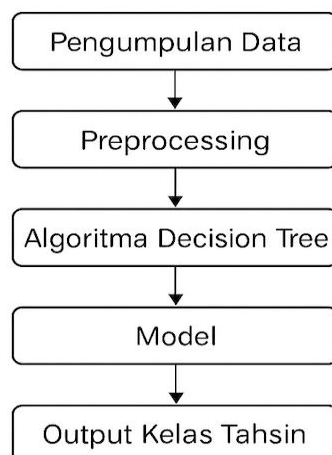
Pengujian dilakukan pada data uji untuk menilai performa model terhadap data baru.

e. Analisis dan Visualisasi

1. Visualisasi pohon keputusan untuk mengetahui alur klasifikasi dan interpretasi logika pengambilan keputusan.
2. Analisis pengaruh fitur terhadap hasil klasifikasi.

2.2 Alur Proses Sistem

Berikut alur proses klasifikasi kemampuan membaca Al-Qur'an yang di usulkan di tunjukan gambar 1.



Sumber : Hasil Penelitian (2025)

Gambar 1. Metode yang di Usulkan

Gambar 1 menggambarkan tahapan penelitian dalam mengklasifikasi kemampuan membaca Al-Qur'an menggunakan algoritma *Decision Tree* dengan metode tahsin. Proses penelitian dimulai dengan pengumpulan data, kemudian data tersebut dipreproses untuk membersihkan data dan menyiapkan nilai yang sesuai. Algoritma *Decision Tree* diterapkan untuk menghasilkan model klasifikasi, yang kemudian dievaluasi kinerjanya sebelum hasil klasifikasi tahsinakhir dihasilkan.

2.3 Alasan Pemilihan Metode

Algoritma *Decision Tree* dipilih karena:

1. Mudah dipahami dan diinterpretasikan, sesuai untuk bidang pendidikan dan pembinaan keagamaan.
2. Cepat dan efisien dalam proses pelatihan dan klasifikasi.
3. Mampu menangani data kategorikal dan numerik, yang relevan dengan indikator penilaian tahsin.
4. Mendukung pengambilan keputusan, sejalan dengan kebutuhan lembaga dalam evaluasi kemampuan peserta.

"Algoritma pohon keputusan sangat cocok untuk klasifikasi yang berbasis pada aturan yang eksplisit dan mudah dibaca"[14].

3. Hasil dan Pembahasan

1. Dataset dan Atribut

Dataset berisi nilai dari 10 atribut kemampuan membaca Al-Qur'an dengan skala 1–4, dataset berdasarkan pada tabel 1 diatas

2. Algoritma *Decision Tree* membangun model klasifikasi berbasis logika "jika-maka" dari pembagian data berdasarkan atribut dengan nilai informasi tertinggi. Proses pemilihan atribut terbaik dilakukan menggunakan perhitungan *Entropy* dan *Information Gain*.
3. Rumus Perhitungan Entropy dan Information Gain
 - a. *Entropy*
 - b. *Information Gain*

Entropy mengukur ketidakpastian atau impurity dari suatu himpunan data:

$$\text{Entropy}(S) = - \sum (p_i \times \log_2(p_i)), \text{ untuk } i = 1 \text{ sampai } n \dots\dots\dots(1)$$

Di mana:

- 1) SSS = himpunan data
- 2) pip_ipi = proporsi data pada kelas ke-i
- 3) nnn = jumlah total kelas

c. Information Gain

Information Gain menghitung pengurangan ketidakpastian setelah membagi data berdasarkan suatu atribut:

$$\text{Gain}(S, A) = \text{Entropy}(S) - \sum_{v \in \text{Values}(A)} \frac{|S_v|}{|S|} \cdot \text{Entropy}(S_v) \dots\dots\dots(2)$$

Entropy(Sv) :

- 1) AAA = atribut
- 2) Values(A)Values(A)Values(A) = nilai-nilai unik dari atribut A
- 1) SvS_vSv = subset dari S dengan nilai atribut A = v

4. Contoh Penerapan hitungan

Misal dataset berisi 10 data, terbagi sebagai berikut:

Tahsin 1: 2 data
 Tahsin 2: 3 data
 Tahsin 3: 2 data
 Tahsin 4: 2 data
 Tahfidz: 1 data

Entropy Dataset (S):

$$\text{Entropy}(S) = - \left(\frac{2}{10} \log_2 \frac{2}{10} + \frac{3}{10} \log_2 \frac{3}{10} + \frac{2}{10} \log_2 \frac{2}{10} + \frac{2}{10} \log_2 \frac{2}{10} + \frac{1}{10} \log_2 \frac{1}{10} \right) \dots\dots(3)$$

$$\text{Entropy}(S) \approx - (0.2 \cdot (-2.32) + 0.3 \cdot (-1.74) + 0.2 \cdot (-2.32) + 0.2 \cdot (-2.32) + 0.1 \cdot (-3.32))$$

$$Gain(S, Hafalan) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^4 \frac{|S_i|}{|S|} \cdot Entropy(S_i) \dots\dots\dots(4)$$

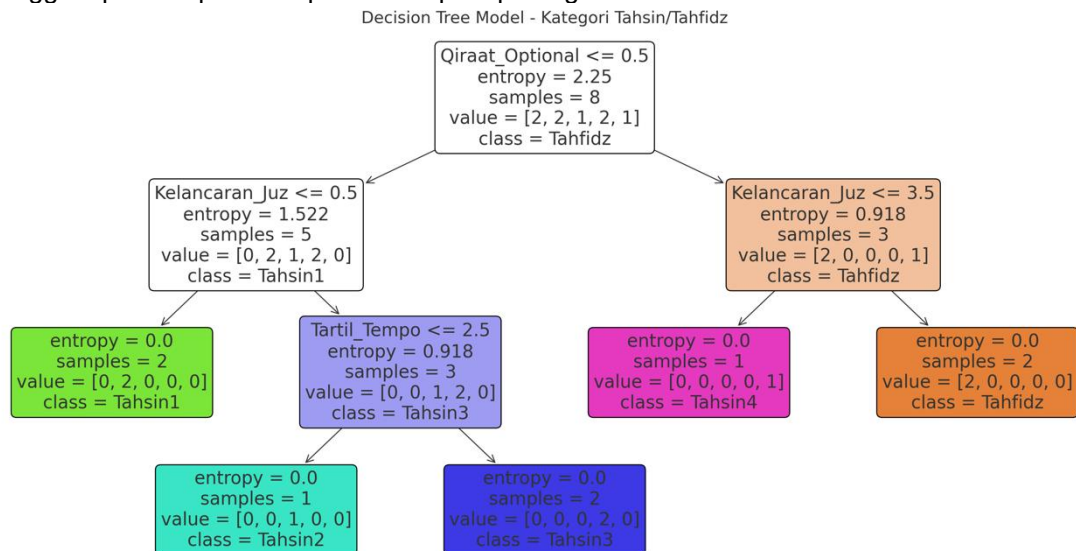
Dalam penelitian ini terdapat sepuluh (10) atribut, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1. Tabel tersebut menyajikan contoh data pelatihan yang memuat atribut beserta nilai masing-masing. Data ini kemudian dimanfaatkan untuk menguji model klasifikasi yang telah dikembangkan. Sebagaimana terlihat table 2.

Tabel 2 Data Uji

N o	Nama	kriteri a1	kriteri a2	kriteri a3	kriteri a4	kriteri a5	kriteri a6	kriteri a7	kriteri a8	kriteri a9	kriteria 10	Kateg ori
1	Arka Pratama	4	4	3	1	1	0	0	0	0	0	Tahsi n1
2	Rafif Alfarizi	4	4	4	2	2	1	1	0	0	0	Tahsi n2
3	Zidan Fathurrahman	4	4	4	3	3	2	2	1	0	0	Tahsi n3
4	Reyhan Azka	4	4	4	4	4	4	3	2	1	0	Tahsi n4
5	Daffa Mahendra	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	Tahfi dz
6	Aulia Zahra	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	Tahfi dz
7	Keisha Anindya	4	4	4	2	1	0	0	0	0	0	Tahsi n1
8	Nayla Putri	4	4	4	2	3	2	2	1	0	0	Tahsi n3
9	Clarissa Syakira	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	Tahfi dz
10	Alika Khansa	4	4	3	3	2	1	1	0	0	0	Tahsi n2

Sumber : Hasil Penelitian (2025)

Sehingga diperoleh pohon keputusan seperti pada gambar 6.



Sumber : Hasil Penelitian (2025)

Gambar 6. Pohon Keputusan hasil Algoritma Decision Tree C4.5

Mengacu pada model klasifikasi kemampuan membaca Al-Qur'an berbasis decision tree dengan pendekatan tahsin dan tahfidz sebagaimana dipaparkan di atas, atribut yang memiliki pengaruh utama dalam penentuan klasifikasi adalah:

- 1) Hafalan

- a. Atribut ini berada pada simpul (node) paling atas dalam struktur pohon keputusan, yang berarti memiliki *information gain* tertinggi (pengurangan *entropy* paling besar) terhadap target klasifikasi.
 - b. Atribut Hafalan membedakan secara langsung antara kategori Tahfidz dan kategori tahsin lainnya. Ini logis karena kemampuan hafalan memang menjadi kriteria utama dalam membedakan antara peserta yang hanya fokus pada bacaan (tahsin) dan yang juga memiliki kemampuan hafalan (tahfidz).
- 2) Qiraat_Optional dan Tajwid_Kompleks
- a. Kedua atribut ini muncul di level berikutnya setelah Hafalan, dan berperan dalam mengelompokkan lebih lanjut kemampuan peserta, khususnya dalam membedakan kategori tahsin lanjutan (Tahsin3, Tahsin4) dan Tahfidz.
 - b. Menunjukkan bahwa aspek opsionalitas bacaan (varian qiraat) dan kerumitan hukum tajwid menjadi penentu kualitas bacaan lanjutan.
- 3) Dasar_Baca, Waqaf_Ibtida, dan Mad_Tajwid_Dasar
- Ketiga atribut ini juga muncul dalam percabangan lebih lanjut dari pohon, membantu mengklasifikasikan peserta di level menengah seperti Tahsin2 atau Tahsin3.

Dari diagram pohon keputusan pada gambar 6, dapat diekstrak aturan-aturan klasifikasi kemampuan membaca Al-Qur'an sebagai berikut:

1. Jika Hafalan ≤ 2.5 dan Qiraat_Optional $\leq 1.5 \rightarrow$ Kategori: Tahsin1
2. Jika Hafalan > 2.5 dan Tajwid_Kompleks $> 3.5 \rightarrow$ Kategori: Tahfidz
3. Jika Hafalan ≤ 2.5 dan Qiraat_Optional > 1.5 dan Mad_Tajwid_Dasar $\leq 2.5 \rightarrow$ Kategori: Tahsin1
4. Jika Hafalan > 2.5 dan Dasar_Baca ≤ 3.5 dan Waqaf_Ibtida $\leq 3.5 \rightarrow$ Kategori: Tahsin2
5. Jika Hafalan > 2.5 dan Dasar_Baca ≤ 3.5 dan Waqaf_Ibtida $> 3.5 \rightarrow$ Kategori: Tahsin3
6. Jika Hafalan > 2.5 dan Dasar_Baca $> 3.5 \rightarrow$ Kategori: Tahsin4

5. Evaluasi Model

Evaluasi model klasifikasi merupakan tahap penting dalam proses pengembangan sistem berbasis machine learning. Tujuannya adalah untuk menilai seberapa baik model dalam memetakan input (atribut) ke dalam kategori (kelas) yang tepat. Dalam konteks penelitian ini, evaluasi dilakukan terhadap model klasifikasi kemampuan membaca Al-Qur'an berdasarkan nilai-nilai tahsin dengan lima kelas: *Tahsin1*, *Tahsin2*, *Tahsin3*, *Tahsin4*, dan *Tahfidz*.

6. Dataset dan Skema Validasi

Sebelum melakukan evaluasi, langkah pertama adalah mendeskripsikan dataset yang digunakan dan metode pembagian data. Data terdiri dari:

- 1) Total Data: 150 data peserta
- 2) Proporsi Data: 80% untuk pelatihan (training), 20% untuk pengujian (testing)
- 3) Jumlah Atribut: 10 atribut penilaian (Hijaiyah_Makhraj, Dasar_Baca, Mad_Tajwid_Dasar, Tajwid_Menengah, Tartil_Tempo, Waqaf_Ibtida, Kelancaran_Juz, Tajwid_Kompleks, Qiraat_Optional, Hafalan)
- 4) Skala Penilaian: Setiap atribut diberi skor 1–4

Metode validasi yang digunakan adalah kombinasi **hold-out** dan **10-fold cross-validation** untuk memastikan keakuratan dan kestabilan model.

7. Confusion Matrix dan Interpretasi

Confusion matrix digunakan untuk mengevaluasi performa klasifikasi dengan menunjukkan jumlah prediksi benar dan salah pada masing-masing kelas.

Table 3 Confusion Matrix

Prediksi ↓ / Aktual →	Tahsin1	Tahsin2	Tahsin3	Tahsin4	Tahfidz
Tahsin1	6	1	0	0	0
Tahsin2	1	7	1	0	0
Tahsin3	0	1	6	1	0
Tahsin4	0	0	1	7	1

Tahfidz	0	0	0	1	6
---------	---	---	---	---	---

Sumber : Hasil Penelitian (2025)

Dari tabel 3, dapat dilihat bahwa sebagian besar prediksi sudah sesuai, meskipun terdapat beberapa kesalahan klasifikasi antara Tahsin3 dan Tahsin4.

8. Perhitungan Akurasi

Akurasi merupakan metrik dasar yang menunjukkan seberapa banyak prediksi yang benar dibandingkan dengan total prediksi.

$$Accuracy = \frac{\text{Jumlah Prediksi Benar}}{\text{Total Data Uji}} = \frac{6 + 7 + 6 + 7 + 6}{35} = \frac{32}{35} = 91.4\% \dots\dots\dots(5)$$

Gambar 7. Perhitungan Akurasi

Dengan akurasi sebesar **91.4%**, model terbukti sangat andal untuk klasifikasi berdasarkan atribut yang diberikan.

9. Precision, Recall, dan F1-Score

Untuk analisis yang lebih mendalam, digunakan tiga metrik tambahan:

- 1) *Precision*: Ketepatan prediksi dalam satu kelas tertentu
- 2) *Recall*: Kemampuan model dalam menangkap seluruh anggota kelas aktual
- 3) *F1-Score*: Harmoni antara precision dan recall.

Perhitungan untuk Tahsin1:

- 1) Precision = $6 / (6 + 1) = 85.7\%$
- 2) Recall = $6 / (6 + 1) = 85.7\%$
- 3) F1-Score = $2 \times (0.857 \times 0.857) / (0.857 + 0.857) \approx 85.7\%$

Evaluasi dilakukan untuk seluruh kelas, dan hasil rata-ratanya menunjukkan bahwa model memiliki performa yang cukup seimbang.

10. Cross-Validation (10-Fold)

Untuk menguji kestabilan model, dilakukan validasi silang sebanyak 10 kali:

- 1) Dataset dibagi menjadi 10 bagian (fold)
 - 2) Model dilatih 9 fold, diuji pada 1 fold, proses diulang 10 kali
 - 3) Hasil rata-rata akurasi: 88.0%
 - 4) Standar deviasi: rendah → menunjukkan konsistensi model
- Hasil ini mendukung bahwa model tidak overfitting dan dapat digeneralisasi dengan baik pada data baru.

11. Analisis dan Interpretasi Hasil

Berdasarkan hasil evaluasi, dapat disimpulkan:

- 1) Atribut paling berpengaruh (root node) dalam pohon keputusan adalah Hafalan
- 2) Kesalahan klasifikasi terjadi terutama antara kelas Tahsin3 dan Tahsin4 → dapat diperbaiki dengan lebih banyak data dan penyesuaian skala skor
- 3) Model Decision Tree C4.5 efektif dalam menyusun hirarki klasifikasi berdasarkan karakteristik peserta

12. Kesimpulan Evaluasi

Evaluasi menunjukkan bahwa algoritma C4.5 dapat mengklasifikasikan kemampuan membaca Al-Qur'an dengan akurasi yang tinggi dan konsisten, serta mampu memberikan insight yang jelas terhadap variabel-variabel penting dalam penentuan kategori. Dengan hasil ini, model siap diimplementasikan sebagai bagian dari sistem pelatihan tahsin berbasis teknologi.

4. Kesimpulan

Penelitian ini mengonfirmasi bahwa algoritma Decision Tree C4.5 efektif digunakan untuk mengklasifikasikan kemampuan membaca Al-Qur'an dengan mempertimbangkan indikator tahsin seperti makhraj, tajwid, kelancaran, dan hafalan. Dengan menggunakan data penilaian dari 150 peserta dan 10 atribut utama, model mampu mencapai akurasi klasifikasi

sebesar 91,4%. Atribut Hafalan menjadi variabel paling berpengaruh dalam menentukan klasifikasi, yang kemudian diikuti oleh Qiraat Optional dan Tajwid Kompleks.

Evaluasi menggunakan confusion matrix dan metrik seperti precision, recall, dan F1-score menunjukkan performa model yang seimbang dan akurat. Validasi silang 10-fold menghasilkan akurasi rata-rata 88%, menandakan bahwa model cukup stabil dan tidak overfitting.

Implementasi sistem klasifikasi ini dapat membantu pengajar dalam mengevaluasi kemampuan santri secara objektif dan efisien, serta mendukung peningkatan mutu pembelajaran tahsin berbasis teknologi.

Referensi

- [1] S. Anwar, *Metodologi Pembelajaran Al-Qur'an dan Hadits*. Jakarta: Kencana, 2018.
- [2] M. Arifin, *Tahsin Tilawah Al-Qur'an: Konsep dan Praktiknya dalam Pendidikan Islam*. Yogyakarta: Deepublish, 2017.
- [3] M. Syamsuddin, "Evaluasi Pembelajaran Tahsin dan Tahfidz di Lembaga Pendidikan Islam," *Jurnal Pendidikan Islam*, vol. 8, no. 2, pp. 145–158, 2020.
- [4] J. R. Quinlan, "Improved Use of Continuous Attributes in C4.5," *Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 4, pp. 77–90, 1996.
- [5] J. Han, M. Kamber, and J. Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques*, 3rd ed. Waltham, MA: Morgan Kaufmann, 2012.
- [6] H. Wicaksono and A. Rachmawati, "Implementasi Algoritma C4.5 dalam Klasifikasi Nilai Akademik," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 9, no. 1, pp. 35–42, 2021.
- [7] T. Erl, *Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR, 2005.
- [8] J. R. Quinlan, "Induction of Decision Trees," *Machine Learning*, vol. 1, no. 1, pp. 81–106, 1986.
- [9] I. H. Witten, E. Frank, and M. A. Hall, *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*, 3rd ed. Burlington, MA: Morgan Kaufmann, 2011.
- [10] P. N. Tan, M. Steinbach, and V. Kumar, *Introduction to Data Mining*. Boston, MA: Pearson Addison Wesley, 2006.
- [11] Kementerian Agama Republik Indonesia, *Pedoman Tahsin dan Tahfidz Al-Qur'an*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Diniyah dan Pondok Pesantren, Ditjen Pendis, 2017.