Implementasi Algoritma Decision Tree untuk Rekomendasi Materi Belajar pada Website Pembelajaran Matematika Topik Perkalian dan Pembagian

Fika Qoshdina[1]
S1 Teknik Informatika
Universitas Telkom
Purwokerto, Indonesia
fikaqoshdina@student.telkomuniversity.ac.id

Arief Rais Bahtiar[2]
S1 Rekayasa Perangkat Lunak
Universitas Telkom
Purwokerto, Indonesia
ariefbahtiar@telkomuniversity.ac.id

Dany Candra Febrianto[3]
S1 Teknik Informatika
Universitas Telkom
Purwokerto, Indonesia
danycandra@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Rendahnya hasil belajar matematika pada materi perkalian dan pembagian menjadi permasalahan utama di SD Negeri 02 Sastrodirjan, di mana sebagian besar siswa Kelas 2 dan Kelas 3 memperoleh nilai di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 75, dengan rata-rata nilai awal sebesar 45,00 pada Kelas 2 dan 47,50 pada Kelas 3. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *platform website* pembelajaran matematika bernama BIMBAKA yang mengintegrasikan algoritma *Decision Tree* sebagai sistem rekomendasi materi belajar bagi siswa. Pengembangan *platform* dilakukan menggunakan metode *prototyping* yang terdiri atas lima tahapan pengembangan sistem secara bertahap. Pengujian penerimaan pengguna oleh dua guru pengampu menunjukkan bahwa sistem berjalan sesuai kebutuhan pengguna, dengan model *Decision Tree* menghasilkan akurasi sebesar 93,52% pada Kelas 2 maupun Kelas 3. Hasil implementasi menunjukkan peningkatan nilai rata-rata siswa menjadi 89,58 pada Kelas 2 dan 92,92 pada Kelas 3, dengan seluruh siswa berhasil melampaui KKM setelah menggunakan *platform*. BIMBAKA dapat digunakan sebagai media pembelajaran dengan sistem rekomendasi materi untuk mendukung pembelajaran matematika di sekolah dasar.**

***Kata kunci*— *Decision Tree*, matematika sekolah dasar, media pembelajaran, *prototyping*, sistem rekomendasi.**

I. PENDAHULUAN

Matematika merupakan mata pelajaran dasar yang berperan penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, dan pemecahan masalah bagi siswa sekolah dasar [1]. Namun, banyak siswa mengalami kesulitan memahami konsep dasar [2], khususnya pada materi perkalian dan pembagian. Metode pembelajaran yang masih dominan berupa ceramah dan hafalan membuat siswa cenderung pasif dan kurang terlibat [3], sehingga berdampak pada rendahnya motivasi dan capaian hasil belajar.

Permasalahan serupa ditemukan di SD Negeri 02 Sastrodirjan. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru Kelas 2 dan Kelas 3 serta pengamatan awal, teridentifikasi bahwa siswa memiliki minat belajar rendah dan kesulitan memahami operasi perkalian dan pembagian. Temuan ini divalidasi melalui *pretest*: rata-rata nilai Kelas 2 hanya 45,00 dan Kelas 3 47,50, dengan sebagian besar siswa (83,33% pada Kelas 2 dan 91,67% pada Kelas 3) belum mencapai KKM 75.

Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan inovasi penyajian materi melalui media berbasis web interaktif. Media interaktif terbukti meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa [3], [4], sejalan dengan teori Piaget bahwa anak usia 7–9 tahun memahami konsep melalui representasi konkret [5]. Namun, website pembelajaran yang ada umumnya masih berfokus pada penyajian materi tanpa mekanisme adaptif yang menyesuaikan materi dengan kemampuan tiap siswa [4].

Beberapa penelitian terdahulu menjadi acuan penelitian ini. Penerapan *Decision Tree* di ranah pendidikan dasar telah dilakukan untuk mengklasifikasikan tingkat pemahaman siswa [6] dan memprediksi prestasi belajar [7], namun umumnya belum diintegrasikan ke dalam *platform* pembelajaran interaktif yang dapat diakses langsung oleh siswa. Pada konteks sistem rekomendasi, *Decision Tree* (C4.5) terbukti mampu menghasilkan rekomendasi penjurusan berbasis web dengan akurasi tinggi dan mudah diinterpretasikan [8], namun berfokus pada jenjang menengah menggunakan nilai rapor. Pengembangan media pembelajaran berbasis web juga terbukti meningkatkan kreativitas [9] serta minat dan pemahaman siswa [4], tetapi belum dilengkapi mekanisme rekomendasi adaptif.

Salah satu algoritma yang dapat memberikan rekomendasi materi adaptif adalah *Decision Tree* [10]. Dibandingkan *Naive Bayes* dan *K-Nearest Neighbor*, *Decision Tree* memiliki struktur sederhana, mudah diinterpretasikan, dan menghasilkan aturan keputusan yang jelas [10], serta terbukti efektif pada sistem rekomendasi berbasis nilai [8]. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini mengintegrasikan algoritma *Decision Tree* secara langsung ke dalam *platform* web pembelajaran matematika sekolah dasar bernama BIMBAKA yang dibangun menggunakan *framework* Django dan diuji pada siswa Kelas 2 dan Kelas 3

SD Negeri 02 Sastrodirjan. Tujuan penelitian adalah mengembangkan dan mengimplementasikan *platform* tersebut sebagai sistem rekomendasi materi berdasarkan hasil evaluasi belajar, serta menganalisis perubahan capaian belajar siswa sebelum dan sesudah penggunaannya.

II. KAJIAN TEORI

A. Algoritma *Decision Tree*

Decision Tree merupakan algoritma machine learning untuk klasifikasi maupun regresi yang membentuk model dalam struktur pohon sehingga mudah diinterpretasikan (model *white box*) [11]. Struktur pohon terdiri atas *root node*, *child node*, dan *leaf node*. Proses prediksi dimulai dari *root node* dengan mengevaluasi kondisi biner pada suatu fitur hingga mencapai *leaf node* yang memberikan kelas prediksi [11]. Pada *Scikit-Learn*, pelatihan menggunakan algoritma CART yang menghasilkan pohon biner dan mencari pemisahan optimal berdasarkan ukuran ketidakmurnian [11].

Kualitas pemisahan diukur menggunakan *Gini Impurity* atau *Entropy*. *Entropy* mengukur ketidakpastian informasi dalam kumpulan data, dan bernilai nol apabila data hanya berisi satu kelas [11], dirumuskan sebagai:

$$H_i = -\sum_{k=1}^{n} p_{i,k} \log_2(p_{i,k}) \quad (1)$$

Keterangan:

- $p_{i,k}$= proporsi *instance* kelas k terhadap seluruh *instance* pada simpul ke-i.
- n = jumlah kelas yang ada. Jika $p_{i,k} = 0$, maka suku tersebut dianggap bernilai nol.

Atribut terbaik ditentukan menggunakan *information gain*, yaitu penurunan *entropy* setelah data dibagi berdasarkan suatu atribut [12]:

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

Keterangan:

- $Gain\ (S, A)$ = nilai *information gain* atribut A.
- $Entropy(S)$ = *entropy* data sebelum pemisahan
- S_v = *subset* hasil pemisahan
- $|S_v|$ = jumlah data pada *subset* ke-v
- $|S|$ = jumlah total data

Sebagai model nonparametrik, *Decision Tree* rentan terhadap *overfitting* sehingga perlu regularisasi melalui parameter seperti *max_depth* dan *min_samples_leaf* [11].

B. Metode *Prototyping*

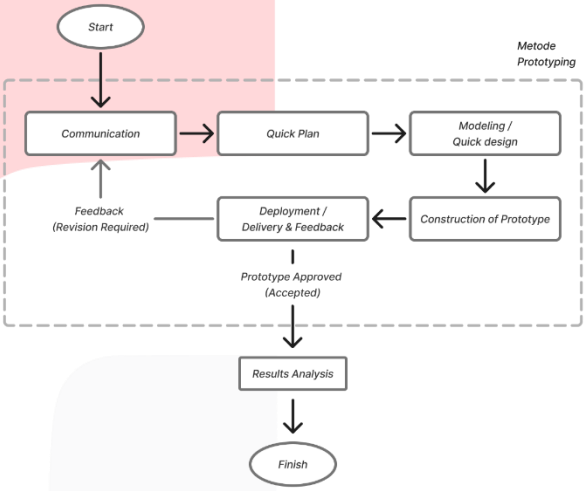
Metode *prototyping* merupakan model evolusioner yang iteratif dan cocok digunakan ketika kebutuhan pengguna belum sepenuhnya jelas [13]. Metode ini terdiri atas lima tahapan, yaitu *Communication*, *Quick Plan*, *Modeling/Quick Design*, *Construction of Prototype* , serta *Deployment /Delivery & Feedback* [13].

III. METODE

A. Subjek, Objek, dan Alat Penelitian

Subjek penelitian adalah *platform* BIMBAKA yang dikembangkan menggunakan *framework* Django dengan algoritma *Decision Tree* sebagai mekanisme rekomendasi. Objek penelitian adalah kinerja algoritma dalam menghasilkan rekomendasi serta pengaruh penggunaan *platform* terhadap hasil belajar siswa Kelas 2 dan Kelas 3. Pengembangan menggunakan bahasa Python, *framework* Django, basis data PostgreSQL, serta *library Scikit-Learn* untuk implementasi *Decision Tree*.

Penelitian ini menggunakan metode *prototyping* sebagai kerangka pengembangan *platform*. Alur penelitian secara keseluruhan, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga analisis hasil belajar, ditunjukkan pada Gambar 1, dengan penjelasan setiap tahapan sebagai berikut.



GAMBAR 1
(Diagram Alir Penelitian)

B. *Communication*

Kebutuhan sistem digali melalui wawancara dengan guru Kelas 2 dan Kelas 3. Kebutuhan siswa meliputi akses materi interaktif, pengerjaan *Mini Quiz* sebagai syarat penyelesaian materi, pelaksanaan evaluasi akhir beserta rekomendasi materi, serta pemantauan riwayat belajar. Kebutuhan guru meliputi pemantauan progres belajar, pengunduhan rekap nilai dalam format Excel, pengelolaan kuis, dan pengelolaan akun siswa.

C. *Quick Plan*

Pada tahap ini disusun perencanaan proyek yang mencakup identifikasi masalah (sebagian besar siswa memperoleh nilai di bawah KKM 75 pada materi perkalian dan pembagian), jadwal penelitian (Februari 2025 hingga Februari 2026), konfirmasi kelayakan teknis dan operasional, serta rencana teknis pengembangan sistem berbasis web menggunakan *framework* Django, bahasa Python, dan basis data PostgreSQL.

D. *Modeling / Quick Design*

Rancangan sistem dimodelkan sebelum pengodean melalui pembuatan *wireframe* (*low-fidelity*), pemodelan alur sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) yang meliputi *Use Case*, *Activity*, *Sequence*, dan *Class Diagram*, serta perancangan struktur basis data menggunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD).

E. Construction of Prototype

Rancangan sistem diimplementasikan menjadi prototype fungsional menggunakan *framework* Django. Pada tahap ini juga dilakukan pembentukan model *Decision Tree*. Data pelatihan menggunakan *validated training* data berupa data simulasi yang mengikuti aturan pelabelan pakar dan telah divalidasi oleh guru, mengingat keterbatasan jumlah data historis asli. Fitur yang digunakan meliputi nilai evaluasi pada setiap submateri (NILAI_1 hingga NILAI_6) dengan REKOMENDASI_MATERI sebagai variabel target. *Dataset* dibagi menggunakan rasio 70:30 melalui fungsi *train_test_split*(), sehingga dari 360 data pada masing-masing kelas diperoleh 252 data latih dan 108 data uji. Model dilatih secara terpisah untuk Kelas 2 dan Kelas 3 menggunakan parameter *criterion* = *entropy*, *max_depth* = 5, dan *random_state* = 42. Parameter tersebut dipilih agar pemilihan atribut dilakukan berdasarkan *information gain*, kedalaman pohon tetap terkendali untuk mengurangi *overfitting*, serta hasil pelatihan dapat direproduksi. Selanjutnya, model dievaluasi menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-Score*, kemudian disimpan dalam format .joblib untuk diintegrasikan ke dalam platform. Alur perancangan model *Decision Tree* secara ringkas ditunjukkan pada Gambar 2.



GAMBAR 2
(Alur Perancangan Model *Decision Tree*)

F. Deployment / Delivery & Feedback

Prototype yang telah selesai diserahkan kepada guru untuk diujicobakan secara langsung. Pengujian kelayakan dan penerimaan dilakukan melalui *User Acceptance Testing* (UAT) dengan pendekatan *Beta Testing* menggunakan lembar checklist penerimaan. Setelah seluruh fitur dinyatakan berjalan sesuai kebutuhan, *platform* diimplementasikan kepada siswa Kelas 2 dan Kelas 3.

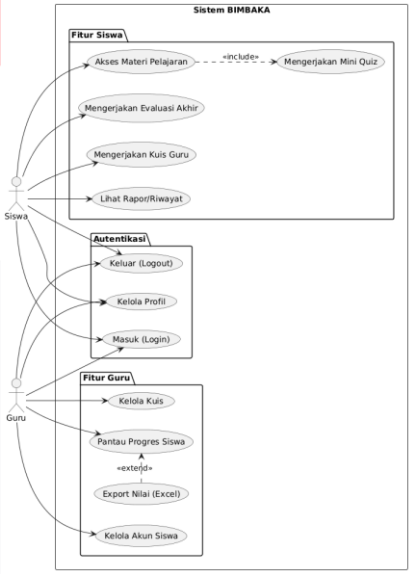
G. Results Analysis

Analisis hasil dilakukan dengan mengumpulkan nilai *pretest* dan *posttest*, kemudian membandingkannya secara deskriptif komparatif untuk melihat perubahan hasil belajar berdasarkan KKM 75. Instrumen *pretest* dan *posttest* berupa soal yang identik dari segi jumlah butir, indikator, dan tingkat kesulitan sehingga perbandingan nilai benar-benar mencerminkan perubahan pada kompetensi yang sama. Pemahaman siswa diukur secara operasional melalui pencapaian nilai tes tertulis di atas KKM, sejalan dengan praktik penilaian guru; platform berperan sebagai media pembelajaran, bukan alat ukur pemahaman.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

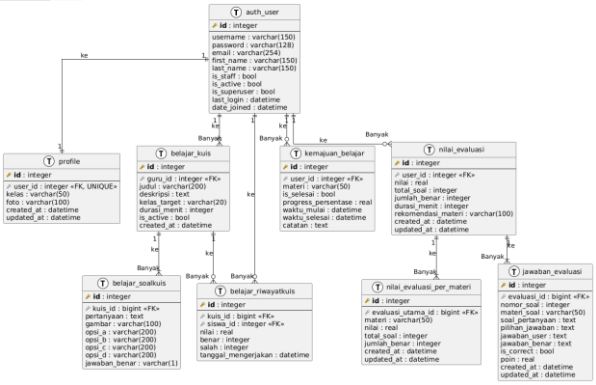
A. Hasil Pengembangan Sistem

Penelitian menghasilkan *platform* website pembelajaran matematika BIMBAKA yang dibangun menggunakan *framework* Django dengan dua peran pengguna, yaitu siswa dan guru. Interaksi kedua aktor terhadap fungsi sistem direpresentasikan melalui *Use Case Diagram* pada Gambar 3. Aktor siswa dapat mengakses materi, mengerjakan *Mini Quiz*, melaksanakan evaluasi akhir, mengerjakan kuis guru, serta melihat rapor. Sementara itu, aktor guru dapat mengelola kuis, memantau progres siswa, dan mengelola akun siswa.



GAMBAR 3
(*Use Case Diagram*)

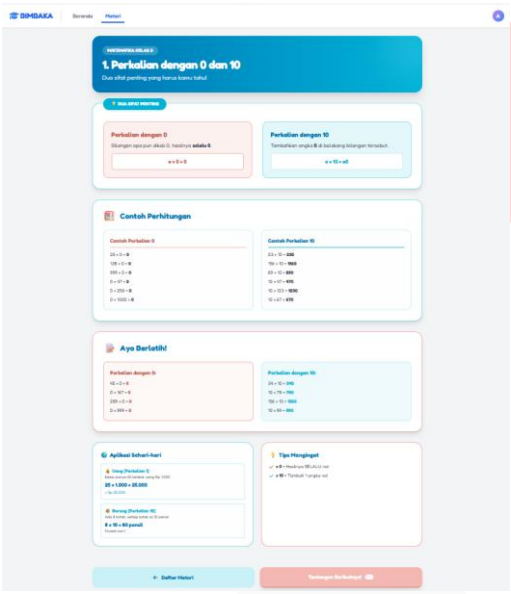
Struktur basis data *platform* dimodelkan menggunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD) seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Entitas pengguna menjadi tabel induk yang berelasi dengan entitas profil, kemajuan belajar, nilai evaluasi, serta modul kuis. Rancangan basis data tersebut menjadi acuan dalam implementasi seluruh fitur pada *platform*.



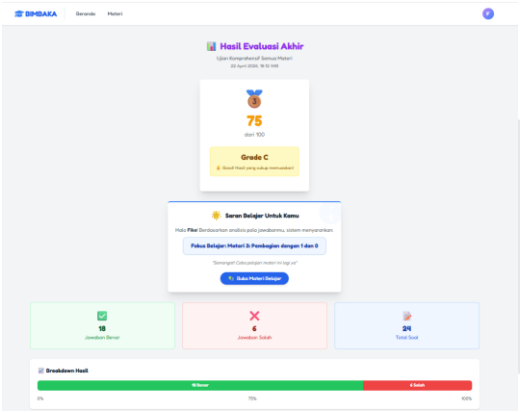
GAMBAR 4
(*Entity Relationship Diagram* (ERD))

Implementasi platform menghasilkan antarmuka pembelajaran yang mendukung proses belajar secara interaktif. Halaman materi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5, menyajikan materi pembelajaran yang dilengkapi *Mini Quiz* berbasis *Drag and Drop*. Siswa harus menyelesaikan *Mini Quiz* dengan benar sebelum dapat melanjutkan ke materi berikutnya sehingga proses pembelajaran berlangsung secara bertahap.

Setelah menyelesaikan seluruh materi, siswa mengerjakan evaluasi akhir. Sistem kemudian menghitung hasil evaluasi, menganalisis capaian pada setiap submateri, dan menjalankan model *Decision Tree* untuk menghasilkan rekomendasi materi yang perlu dipelajari kembali. Tampilan hasil evaluasi beserta rekomendasi materi ditunjukkan pada Gambar 6.



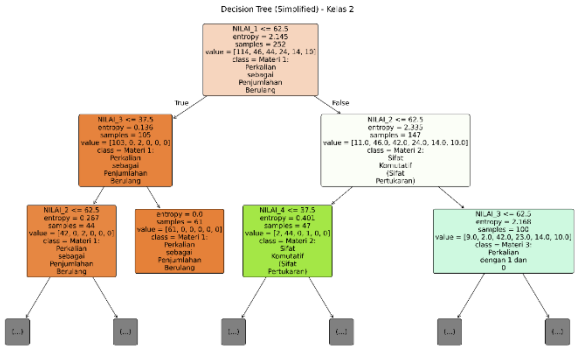
GAMBAR 5
(Halaman Materi dan Mini Quiz)



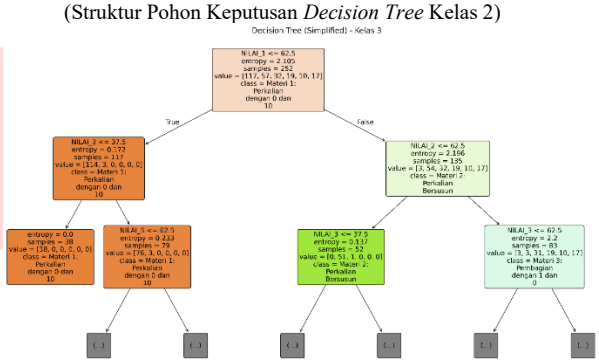
GAMBAR 6
(Halaman Hasil Evaluasi dan Rekomendasi Materi)

B. Pemodelan dan Evaluasi *Decision Tree*

Model *Decision Tree* dibangun menggunakan kriteria entropy dengan *information gain* sebagai dasar pemilihan atribut terbaik. Struktur pohon keputusan untuk Kelas 2 dan Kelas 3 masing-masing ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8. Pada kedua model, atribut NILAI_1 menjadi *root node*, yang menunjukkan bahwa performa pada submateri tersebut merupakan faktor utama dalam menentukan rekomendasi materi. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model Kelas 2 dan Kelas 3 masing-masing memperoleh akurasi sebesar 93,52%. Rincian metrik performa disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.



GAMBAR 7
(Struktur Pohon Keputusan *Decision Tree* Kelas 2)



GAMBAR 8
(Struktur Pohon Keputusan *Decision Tree* Kelas 3)

TABEL 1
(*Classification Report* kelas 2)

	precision	*recall*	*F1-Score*	*support*
Materi 1	0.98	0.96	0.97	48
Materi 2	0.95	0.90	0.93	21
Materi 3	1.00	0.89	0.94	19
Materi 4	1.00	1.00	1.00	8
Materi 5	1.00	0.88	0.93	8
Materi 6	0.44	1.00	0.62	4
accuracy			0.94	108
macro avg	0.90	0.94	0.90	108
weighted avg	0.96	0.94	0.94	108

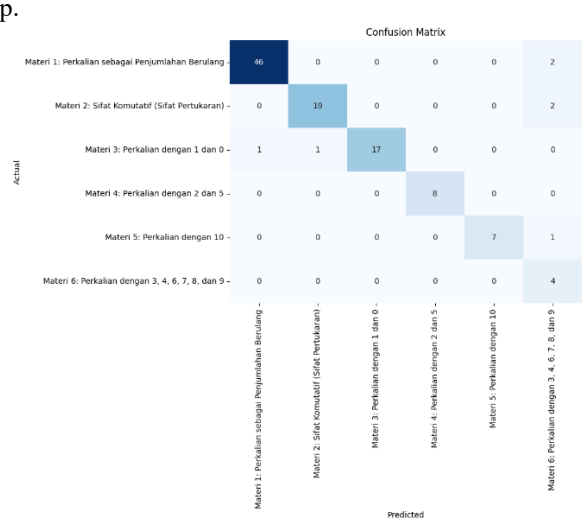
TABEL 2
(*Classification Report* kelas 3)

	precision	*recall*	*F1-Score*	*support*
Materi 1	1.00	0.96	0.98	53
Materi 2	0.96	0.96	0.96	27
Materi 3	1.00	0.83	0.91	12
Materi 4	0.89	1.00	0.94	8
Materi 5	0.40	1.00	0.57	2
Materi 6	0.67	0.67	0.67	6
accuracy			0.94	108
macro avg	0.82	0.90	0.84	108
weighted avg	0.95	0.94	0.94	108

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, model memperoleh *weighted average precision* 0,96 (Kelas 2) dan 0,95 (Kelas 3) serta *weighted average recall* dan *F1-Score* sebesar 0,94 pada kedua kelas. Materi dengan jumlah sampel besar seperti Materi 1 memperoleh *F1-Score* tinggi (0,97 pada Kelas 2 dan 0,98 pada Kelas 3), sedangkan performa yang lebih rendah pada Materi 6 (Kelas 2) dan Materi 5 (Kelas 3) dipengaruhi oleh jumlah sampel yang sangat sedikit (*imbalanced data*).

Sebaran prediksi model dikonfirmasi melalui *confusion matrix* pada Gambar 9 dan Gambar 10. Pada masing-masing kelas, sebanyak 101 dari 108 data testing berhasil diklasifikasikan dengan benar sebagaimana ditunjukkan oleh dominasi nilai pada diagonal utama. Kesalahan klasifikasi

yang terjadi relatif kecil dan umumnya muncul pada kelas dengan jumlah sampel terbatas yang memiliki pola nilai mirip.



GAMBAR 9
(*Confusion Matrix* Model *Decision Tree* Kelas 2)



GAMBAR 10
(*Confusion Matrix* Model *Decision Tree* Kelas 3)

Sebagai keterbatasan, evaluasi dilakukan menggunakan satu kali pembagian data (*single train-test split*) sehingga penggunaan *k-fold cross-validation* pada penelitian selanjutnya dapat memberikan estimasi performa yang lebih stabil. Selain itu, model dilatih menggunakan *validated training* data berupa data simulasi yang mengikuti aturan pelabelan pakar, sehingga performa pada data nilai siswa asli di lapangan masih perlu diverifikasi lebih lanjut. Distribusi data yang tidak seimbang juga belum ditangani dengan teknik penyeimbangan khusus. Meskipun demikian, secara keseluruhan model mampu memberikan rekomendasi materi secara konsisten dan layak digunakan sebagai dasar rekomendasi pada sistem.

C. Pengujian Penerimaan Pengguna *(User Acceptance Testing)*

Pengujian penerimaan dilakukan melalui *User Acceptance Testing* (UAT) dengan pendekatan *Beta Testing* di lingkungan pengguna akhir, yaitu SD Negeri 02 Sastrodirjan, dengan melibatkan dua guru pengampu sebagai penguji. Pengujian menggunakan lembar *checklist* penerimaan yang dibagi menjadi Uji Fungsionalitas Fitur Siswa dan Uji Fungsionalitas Fitur Guru. Ringkasan hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

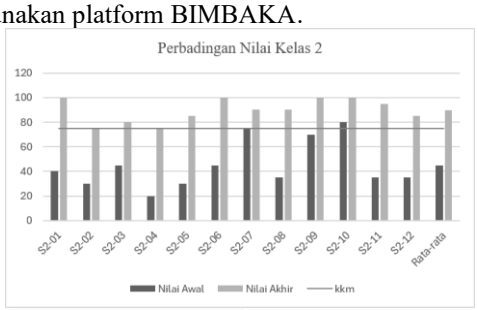
TABEL 3
(*Ringkasan Hasil Pengujian*)

Fitur yang Diuji	Status
Masuk (Login) dan pembuatan sesi pengguna	Berhasil
Akses materi dan validasi Mini Quiz	Berhasil
Mengerjakan kuis guru dan penilaian otomatis	Berhasil
Evaluasi akhir dan rekomendasi Decision Tree	Berhasil
Kelola kuis, akun siswa, dan toggle status	Berhasil
Pantau progres dan ekspor nilai (Excel)	Berhasil

Berdasarkan Tabel 3, seluruh skenario pengujian pada fitur siswa maupun fitur guru memperoleh status Berhasil. Algoritma *Decision Tree* juga menunjukkan kemampuan menghasilkan rekomendasi materi berdasarkan pola kesalahan jawaban yang disimulasikan. Dengan demikian, platform BIMBAKA dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran.

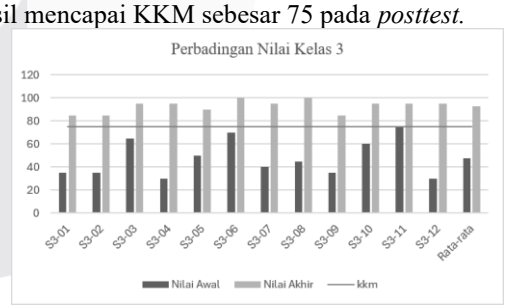
D. Peningkatan Hasil Belajar

Perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* pada Kelas 2 ditunjukkan pada Gambar 11. Rata-rata nilai siswa meningkat dari 45,00 pada *pretest* menjadi 89,58 pada *posttest*. Seluruh siswa Kelas 2 berhasil mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 75 setelah menggunakan platform BIMBAKA.



GAMBAR 11
(Perbandingan Nilai *Pretest* dan *Posttest* Kelas 2)

Perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* pada Kelas 3 ditunjukkan pada Gambar 12. Rata-rata nilai siswa meningkat dari 47,50 menjadi 92,92, dan seluruh siswa juga berhasil mencapai KKM sebesar 75 pada *posttest.*



GAMBAR 12
(Perbandingan Nilai *Pretest* dan *Posttest* Kelas 3)

Peningkatan hasil belajar pada kedua kelas didukung oleh penyajian materi secara interaktif melalui fitur *Drag and Drop*, mekanisme pembelajaran bertahap menggunakan *Mini Quiz*, serta rekomendasi materi berbasis *Decision Tree* yang membantu siswa mengulang submateri sesuai kebutuhannya. Pendekatan tersebut sejalan dengan teori Piaget yang menyatakan bahwa siswa pada tahap operasional konkret lebih mudah memahami konsep melalui representasi visual. Hasil ini menunjukkan bahwa platform BIMBAKA memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan hasil belajar siswa.

A. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan platform website pembelajaran matematika BIMBAKA menggunakan *framework* Django dengan implementasi algoritma *Decision Tree* sebagai sistem rekomendasi materi pada topik perkalian dan pembagian bagi siswa Kelas 2 dan Kelas 3 SD Negeri 02 Sastrodirjan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model *Decision Tree* mampu memberikan performa klasifikasi yang baik dengan akurasi sebesar 93,52% pada kedua kelas, didukung oleh nilai *weighted average precision* sebesar 0,96 pada Kelas 2 dan 0,95 pada Kelas 3, serta *weighted average recall* dan *F1-Score* sebesar 0,94 pada kedua kelas. Pengujian *User Acceptance Testing* (UAT) juga menunjukkan bahwa seluruh fitur utama *platform* berfungsi sesuai kebutuhan pengguna sehingga sistem layak digunakan sebagai media pembelajaran. Implementasi platform BIMBAKA memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa, yang ditunjukkan oleh peningkatan rata-rata nilai Kelas 2 dari 45,00 menjadi 89,58 dan Kelas 3 dari 47,50 menjadi 92,92, serta seluruh siswa berhasil mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) pada posttest. Dengan demikian, *platform* BIMBAKA tidak hanya mampu menyediakan pembelajaran matematika yang interaktif, tetapi juga menghasilkan rekomendasi materi yang sesuai dengan kebutuhan belajar siswa. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data historis yang lebih beragam, menerapkan teknik evaluasi model yang lebih komprehensif, serta memperluas cakupan materi agar sistem rekomendasi yang dikembangkan semakin optimal.

REFERENSI

[1] N. Nurhikmah, R. S, and N. Nurdin, "Literature Review: Media Game Edukasi Interaktif dalam Pembelajaran Matematika," *Journal of Education Research*, vol. 5, no. 4, pp. 4382–4390, Sep. 2024, doi: 10.37985/jer.v5i4.1573.

[2] Y. Safari and P. Nurhida, "Pentingnya Pemahaman Konsep Dasar Matematika dalam Pembelajaran Matematika," *Karimah Tauhid*, vol. 3, no. 9, pp. 9817–9824, Sep. 2024, doi: 10.30997/karimahtauhid.v3i9.14625.

[3] D. Laimeheriwa, "Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Matematika di SD Muhammadiyah Aimas Kabupaten Sorong ," *JURNAL PETISI (Pendidikan Teknologi Informasi)*, vol. 6, no. 1, pp. 70–75, Feb. 2025, doi: 10.36232/jurnalpetisi.v6i1.1196.

[4] M. Samosir, H. Hermansyah, and L. Marlina, "Penerapan Teknologi Web Dalam Pembelajaran Interaktif Sejarah Untuk Siswa Kelas VI Sekolah Dasar Dengan Menggunakan Metode Design Thinking," *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 13, no. 2, pp. 2582–2591, Feb. 2025, doi: 10.33395/jmp.v13i2.14550.

[5] H. Handika, T. Zubaidah, and R. Witarsa, "Analisis Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget dan Implikasinya dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar," *Didaktis: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan*, vol. 22, p. 124, Apr. 2022, doi: 10.30651/didaktis.v22i2.11685.

[6] D. Lestari and S. Lestari, "Penerapan Data Mining Klasifikasi Tingkat Pemahaman Siswa Pada Kegiatan Belajar Mengajar dengan Metode Decision Tree (Studi Kasus SDN Malaka Jaya 11 Duren Sawit)," *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi*, vol. 5, pp. 1260–1268, Apr. 2024, doi: 10.35870/jimik.v5i2.662.

[7] N. N. Amani, Martanto, and U. Hayati, "Penggunaan Algoritma Decision Tree untuk Prediksi Prestasi Siswa di Sekolah Dasar Negeri 3 Bayalangu Kidul," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 1, pp. 473–479, Feb. 2024.

[8] D. Ramadhani, R. O. Batubara, and N. M. Sitinjak, "Sistem Rekomendasi Pemilihan Jurusan Untuk Siswa Berbasis Web Pada SMK Yaspi Menggunakan Metode Decision Tree," *Device: Journal Of Information System, Computer Science And Information Technology*, vol. 6, no. 2, pp. 633–640, Apr. 2025.

[9] A. Marini, D. Safitri, A. Niladini, M. Zahari, L. Dewiyani, and U. Muawanah, "Developing a website integrated with project-based learning: Evidence of stimulating creativity among elementary school students in Indonesia," *Social Sciences & Humanities Open*, vol. 11, p. 101402, Apr. 2025, doi: 10.1016/j.ssaho.2025.101402.

[10] M. Solehuddin, W. Syafei, and R. Gernowo, "Metode Decision Tree untuk Meningkatkan Kualitas Rencana Pelaksanaan Pembelajaran dengan Algoritma C4.5," *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, vol. 6, pp. 510–519, Apr. 2022, doi: 10.23887/jppp.v6i3.52840.

[11] A. Géron, *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems*, 2nd ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2019.

[12] T. M. Mitchell, *Machine Learning*. New York: McGraw-Hill, 1997.

[13] R. S. Pressman, *Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktisi*, 7th ed. Yogyakarta: Andi, 2012.