



Klasifikasi Tingkat Pemahaman Siswa Kelas VI Sekolah Dasar terhadap Perangkat Keras Komputer Menggunakan Metode Decision Tree

Suchi Azzahro Syarif^{1,*}, Vilianty Rafida¹, Rizky Zakariyya Rasyad²

¹ Program Studi Teknik Informatika, STMIK Widya Cipta Dharma, Samarinda, Indonesia

² Program Studi Bisnis Digital, STMIK Widya Cipta Dharma, Samarinda, Indonesia

Email: ^{1,*}2243061@wicida.ac.id, ¹vilianty@wicida.ac.id, ²rizky@wicida.ac.id

Email Penulis Korespondensi: 2243061@wicida.ac.id

Abstrak—Perkembangan teknologi informasi dalam bidang pendidikan menuntut siswa memiliki pemahaman dasar terhadap perangkat keras komputer sejak dini. Namun, tingkat pemahaman siswa terhadap perangkat keras komputer masih berbeda-beda, terutama pada jenjang sekolah dasar. Kondisi ini dapat mempengaruhi kemampuan siswa dalam memahami penggunaan teknologi secara lebih efektif pada proses pembelajaran berbasis komputer. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan tingkat pemahaman siswa kelas VI sekolah dasar terhadap perangkat keras komputer menggunakan metode *Decision Tree*. Data penelitian diperoleh melalui kuesioner yang terdiri dari 25 pertanyaan terkait perangkat keras komputer. Setiap jawaban siswa diberikan poin berdasarkan tingkat kebenarannya, kemudian dihitung total skor dan dikonversi ke dalam skala 0–100 sebelum dikategorikan menjadi tiga kelas, yaitu Sangat Paham, Paham, dan Cukup Paham berdasarkan rentang nilai yang disesuaikan dengan distribusi data penelitian. Data menunjukkan bahwa terdapat 30 siswa pada kategori Sangat Paham, 18 siswa pada kategori Paham, dan 6 siswa pada kategori Cukup Paham. Proses klasifikasi dilakukan menggunakan metode *Decision Tree* dengan pembagian data *training* sebesar 80% dan data *testing* sebesar 20%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model memperoleh tingkat *accuracy* sebesar 45% pada data uji. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model belum optimal dalam melakukan klasifikasi secara seimbang pada seluruh kategori tingkat pemahaman siswa. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi dalam penerapan metode klasifikasi *Decision Tree* pada bidang pendidikan dasar, khususnya untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman siswa terhadap perangkat keras komputer berdasarkan data kuesioner.

Kata Kunci: Klasifikasi; Perangkat Keras Komputer; Decision Tree; Sekolah Dasar; Pemahaman Siswa

Abstract—The development of information technology in education requires students to have a basic understanding of computer hardware from an early age. However, the level of students' understanding of computer hardware still varies, especially at the elementary school level. This condition can affect students' ability to understand the use of technology more effectively in computer-based learning processes. This study aims to classify the level of understanding of sixth grade elementary school students regarding computer hardware using the Decision Tree method. The research data were obtained through a questionnaire consisting of 25 questions related to computer hardware. Each student's answer was assigned points based on its correctness level, then the total score was calculated and converted into a 0–100 scale before being categorized into three classes, namely High Understanding, Moderate Understanding, and Low Understanding based on score ranges adjusted to the distribution of the research data. The data show that there are 30 students in the High Understanding category, 18 students in the Moderate Understanding category, and 6 students in the Low Understanding category. The classification process was carried out using the Decision Tree method with 80% training data and 20% testing data. The model achieved an *accuracy* of 45% on the test data. The result indicates that the model is not yet optimal in performing balanced classification across all categories of student understanding. The findings of this study contribute to the application of the Decision Tree classification method in elementary education, particularly in identifying students' understanding of computer hardware based on questionnaire data.

Keywords: Classification; Computer Hardware; Decision Tree; Elementary School; Student Understanding

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan yang signifikan dalam berbagai bidang kehidupan, termasuk pada sektor pendidikan [1]. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran tidak hanya menjadi pelengkap, tetapi telah menjadi kebutuhan utama dalam meningkatkan kualitas pendidikan. Penggunaan perangkat komputer, laptop, dan *smartphone* dalam kegiatan belajar mengajar semakin meningkat, terutama sejak diterapkannya evaluasi berbasis komputer seperti Asesmen Nasional Berbasis Komputer (ANBK). Oleh karena itu, siswa perlu memiliki pemahaman dasar mengenai perangkat keras komputer sejak dini. Namun, pada kenyataannya masih terdapat siswa sekolah dasar yang hanya mampu menggunakan perangkat teknologi tanpa memahami fungsi dasar dari perangkat keras komputer secara menyeluruh. Pemahaman terhadap perangkat keras komputer menjadi bagian penting dalam literasi digital siswa sekolah dasar [2]. Perangkat keras komputer meliputi berbagai komponen seperti perangkat *input*, *output*, proses, dan penyimpanan yang perlu dipahami agar siswa tidak hanya mampu menggunakan teknologi, tetapi juga memahami fungsinya secara menyeluruh. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan kepala sekolah serta wali kelas di SD Negeri 010 Kota Samarinda, diketahui bahwa sebagian besar siswa telah mengenal perangkat teknologi seperti *smartphone* dan laptop, khususnya dalam kegiatan simulasi ANBK. Namun demikian, pemahaman siswa masih terbatas pada penggunaan dasar dan belum mencakup pemahaman fungsi perangkat keras secara mendalam. Selain itu, penggunaan perangkat teknologi dalam pembelajaran belum dilakukan secara rutin dan terstruktur. Keterbatasan fasilitas komputer di sekolah juga menyebabkan tidak semua siswa memperoleh pengalaman yang merata dalam penggunaan teknologi. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara penggunaan teknologi dan pemahaman konsep perangkat keras komputer.



Penelitian terkait klasifikasi menggunakan metode *Decision Tree* telah banyak dilakukan dalam berbagai bidang. Dalam bidang pendidikan, metode *Decision Tree* digunakan untuk klasifikasi dan prediksi data siswa, seperti analisis pengaruh faktor terhadap prestasi akademik [3], prediksi kelulusan mahasiswa [4], serta klasifikasi kesiapan digital pada suatu wilayah atau institusi [5]. Selain itu, metode ini juga diterapkan dalam bidang kesehatan untuk diagnosa penyakit menggunakan teknik klasifikasi [6]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode *Decision Tree* mampu menghasilkan model klasifikasi yang mudah dipahami serta memiliki kinerja yang cukup baik. Metode *Decision Tree* dipilih dalam penelitian ini karena mampu menghasilkan model klasifikasi yang mudah dipahami dan divisualisasikan, sehingga sesuai untuk menganalisis tingkat pemahaman siswa berdasarkan pola jawaban kuesioner. Metode *Decision Tree* merupakan salah satu teknik dalam *data mining* yang digunakan untuk membentuk struktur pohon keputusan berdasarkan atribut yang paling berpengaruh dalam proses klasifikasi. Metode ini bekerja dengan membagi data ke dalam beberapa cabang hingga menghasilkan keputusan akhir. Keunggulan metode ini terletak pada kemampuannya dalam menghasilkan model yang mudah diinterpretasikan dan divisualisasikan pada proses klasifikasi data [7], [8].

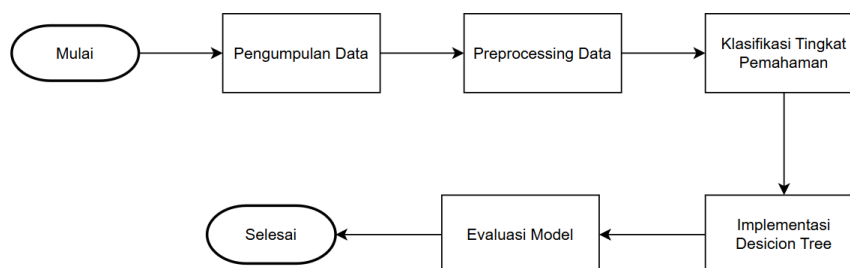
Pada penelitian ini, atribut yang digunakan berupa poin jawaban siswa terhadap 25 pertanyaan mengenai perangkat keras komputer yang kemudian dikonversi ke dalam skala 0–100. Penelitian ini memiliki perbedaan pada objek penelitian serta penggunaan atribut poin jawaban siswa untuk mengklasifikasikan tingkat pemahaman terhadap perangkat keras komputer pada jenjang sekolah dasar [9]. Pemanfaatan teknologi digital juga mendukung proses pengolahan data menjadi lebih efektif dan efisien dalam menghasilkan informasi yang dibutuhkan [10]. Selain itu, teknologi digital juga memiliki peran penting dalam pengembangan sistem informasi dan pengelolaan data secara terstruktur di berbagai bidang, termasuk pendidikan [11].

Penelitian ini menggunakan kategori tingkat pemahaman yang terdiri dari Sangat Paham, Paham, dan Cukup Paham dengan rentang nilai berbasis skala 0–100. Penentuan kategori dilakukan berdasarkan distribusi data penelitian dan disesuaikan dengan rentang nilai pada skala penilaian pendidikan 0–100, sehingga pembagian kategori dapat menggambarkan tingkat pemahaman siswa secara lebih proporsional. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan tingkat pemahaman siswa serta membantu pihak sekolah dalam mengetahui gambaran tingkat pemahaman siswa terhadap perangkat keras komputer. Kontribusi penelitian ini terletak pada penerapan metode *Decision Tree* untuk mengklasifikasikan tingkat pemahaman siswa sekolah dasar terhadap perangkat keras komputer berdasarkan atribut poin jawaban kuesioner yang dikonversi ke dalam skala 0–100. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan tingkat pemahaman siswa kelas VI SD Negeri 010 Kota Samarinda terhadap perangkat keras komputer menggunakan metode *Decision Tree*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari pengumpulan data, preprocessing data, klasifikasi tingkat pemahaman siswa menggunakan metode *Decision Tree*, hingga tahap evaluasi model. Data penelitian diperoleh melalui observasi, wawancara, kuesioner, dan studi literatur. Proses preprocessing dilakukan melalui pembersihan data, pemberian poin jawaban, serta konversi nilai ke dalam skala 0–100 [12]. Proses klasifikasi dilakukan menggunakan metode *Decision Tree* yang mampu membentuk struktur pohon keputusan berdasarkan atribut tertentu [13], [14]. Selain itu, pendekatan klasifikasi juga digunakan untuk mengidentifikasi pola pemahaman siswa berdasarkan data yang diperoleh [15]. Implementasi model dilakukan menggunakan Google Colab dan bahasa pemrograman Python [16]. Model kemudian dievaluasi menggunakan beberapa metrik, yaitu *accuracy*, *classification report*, *confusion matrix*, dan *feature importance*. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian yang dilakukan mulai dari pengumpulan data hingga evaluasi model. Tahapan penelitian dijelaskan sebagai berikut:

a. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, kuesioner, dan studi literatur. Observasi dilakukan di SD Negeri 010 Kota Samarinda untuk mengetahui kondisi siswa dan penggunaan perangkat teknologi di sekolah. Wawancara dilakukan dengan kepala sekolah serta wali kelas VI untuk memperoleh informasi yang diperlukan. Data utama diperoleh melalui kuesioner yang terdiri dari 25 pertanyaan mengenai perangkat keras komputer.



b. *Preprocessing* Data

Data hasil kuesioner kemudian melalui tahap *preprocessing*. Tahapan ini meliputi pembersihan data, penyesuaian nama kolom, pemberian poin pada setiap jawaban, serta penghitungan total skor siswa. Setiap jawaban diberikan poin 1 untuk jawaban benar, 0,5 untuk jawaban kurang tepat, dan 0 untuk jawaban salah atau tidak tahu. Total skor kemudian dikonversi ke dalam skala 0–100 untuk mempermudah proses interpretasi dan klasifikasi data.

c. Klasifikasi Tingkat Pemahaman

Setelah nilai diperoleh, siswa diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu Sangat Paham, Paham, dan Cukup Paham. Penentuan kategori dilakukan berdasarkan rentang nilai 0–100 yang disesuaikan dengan distribusi data. Penyesuaian ini dilakukan karena sebagian besar siswa memiliki nilai yang cenderung tinggi, sehingga digunakan batas kategori yang lebih proporsional untuk membedakan tingkat pemahaman siswa secara lebih jelas.

d. Implementasi *Decision Tree*

Data yang telah diklasifikasikan kemudian diolah menggunakan metode *Decision Tree* pada Google Colab dengan bahasa pemrograman *Python*. Variabel input yang digunakan berupa poin jawaban siswa pada setiap pertanyaan, sedangkan variabel target berupa kategori tingkat pemahaman siswa. Data dibagi menjadi data *training* sebesar 80% dan data *testing* sebesar 20%.

e. Evaluasi Model

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengetahui kinerja model dalam mengklasifikasikan tingkat pemahaman siswa. Evaluasi dilakukan menggunakan beberapa metrik, yaitu *accuracy*, *classification report*, *confusion matrix*, dan *feature importance*. Hasil evaluasi digunakan untuk menilai tingkat *accuracy* serta kemampuan model dalam melakukan klasifikasi secara tepat.

2.2 Data Penelitian

Data penelitian diperoleh dari 54 siswa kelas VI SD Negeri 010 Kota Samarinda melalui penyebaran kuesioner yang berkaitan dengan perangkat keras komputer. Kuesioner terdiri dari 25 pertanyaan yang mencakup pemahaman siswa terhadap perangkat input, perangkat output, perangkat proses, dan media penyimpanan komputer. Data hasil kuesioner kemudian direkap dalam format Microsoft Excel dan digunakan sebagai data utama dalam penelitian. Variabel penelitian berupa poin jawaban untuk setiap pertanyaan yang direpresentasikan dalam atribut Poin_Q1 hingga Poin_Q25. Setiap jawaban diberikan poin 1 untuk jawaban tahu/benar, 0,5 untuk jawaban kurang tahu, dan 0 untuk jawaban tidak tahu atau salah. Setiap jawaban siswa diberikan poin berdasarkan tingkat kebenarannya, seluruh poin dijumlahkan untuk memperoleh Total Skor masing-masing siswa. Total skor tersebut kemudian dikonversi ke dalam skala 0–100 untuk mempermudah proses interpretasi dan klasifikasi data. Selain itu, terdapat atribut Klasifikasi Pemahaman yang digunakan sebagai variabel target dalam proses klasifikasi. Kategori yang digunakan terdiri dari tiga kelas, yaitu Sangat Paham, Paham, dan Cukup Paham. Penentuan kategori dilakukan berdasarkan rentang nilai skala 0–100 yang disesuaikan dengan distribusi data. Penyesuaian ini dilakukan karena sebagian besar siswa memiliki nilai yang cenderung tinggi, sehingga batas kategori yang digunakan lebih proporsional untuk membedakan tingkat pemahaman siswa secara lebih jelas. Atribut penelitian yang digunakan terdiri dari atribut poin jawaban siswa, total skor, dan klasifikasi pemahaman sebagai variabel target. Penjelasan atribut penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Atribut Penelitian

No	Atribut	Keterangan
1	Poin_Q1 – Poin_Q25	Poin jawaban siswa pada setiap pertanyaan
2	Total Skor	Jumlah seluruh poin jawaban siswa
3	Klasifikasi Pemahaman	Kategori Sangat Paham, Paham, Cukup Paham

Berdasarkan Tabel 1, atribut penelitian yang digunakan terdiri dari poin jawaban siswa setiap pertanyaan, total skor siswa, serta klasifikasi pemahaman sebagai variabel target dalam proses klasifikasi metode *Decision Tree*.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu observasi, wawancara, kuesioner, dan studi literatur. Penggunaan beberapa teknik ini bertujuan untuk memperoleh data yang lebih lengkap, akurat, dan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

- Observasi dilakukan secara langsung di SD Negeri 010 Kota Samarinda untuk mengetahui kondisi siswa, fasilitas sekolah, serta penggunaan perangkat teknologi dalam kegiatan pembelajaran. Melalui observasi, peneliti memperoleh gambaran mengenai tingkat penggunaan komputer, laptop, dan smartphone oleh siswa di lingkungan sekolah.
- Wawancara dilakukan dengan kepala sekolah dan wali kelas VI untuk memperoleh informasi mengenai tingkat pemahaman siswa terhadap perangkat keras komputer. Selain itu, wawancara juga dilakukan untuk mengetahui penggunaan teknologi dalam kegiatan pembelajaran serta kendala yang dihadapi siswa dalam memahami materi perangkat keras komputer.
- Kuesioner digunakan sebagai sumber data utama dalam penelitian. Kuesioner diberikan kepada siswa kelas VI SD Negeri 010 Kota Samarinda dan terdiri dari 25 pertanyaan mengenai perangkat keras komputer. Pertanyaan pada



kuesioner disusun berdasarkan materi perangkat keras komputer yang disesuaikan dengan tujuan penelitian dan tingkat pemahaman siswa sekolah dasar. Penyusunan instrumen juga mempertimbangkan kesesuaian materi agar pertanyaan yang digunakan relevan dan dapat menggambarkan tingkat pemahaman siswa terhadap perangkat keras komputer. Jawaban siswa kemudian dinilai berdasarkan tingkat kebenaran jawaban, yaitu poin 1 untuk jawaban tahu/benar, 0,5 untuk jawaban kurang tahu, dan 0 untuk jawaban tidak tahu atau salah. Hasil penilaian tersebut digunakan sebagai dasar dalam proses klasifikasi tingkat pemahaman siswa.

- d. Studi Literatur dilakukan dengan mengumpulkan referensi dari jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *Decision Tree*, klasifikasi data, *machine learning*, *preprocessing* data, dan evaluasi model. Studi literatur digunakan untuk mendukung landasan teori serta metode yang diterapkan dalam penelitian.

2.4 Preprocessing Data

Tahap *preprocessing* data dilakukan untuk mempersiapkan data sebelum diolah menggunakan metode *Decision Tree* agar data menjadi lebih rapi, konsisten, dan mudah diproses. Data hasil kuesioner terlebih dahulu dibersihkan dengan menyesuaikan format penulisan serta menghapus data yang tidak diperlukan. Selanjutnya, jawaban siswa dikonversi menjadi poin berdasarkan tingkat pemahaman, yaitu poin 1 untuk jawaban tahu/benar, 0,5 untuk jawaban kurang tahu, dan 0 untuk jawaban tidak tahu atau salah. Setiap jawaban siswa diberikan poin berdasarkan tingkat kebenarannya. Poin tersebut disimpan dalam atribut Poin_Q1 hingga Poin_Q25 dan dijumlahkan untuk memperoleh Total Skor. Total skor kemudian dikonversi ke dalam skala 0–100 untuk mempermudah interpretasi dan proses klasifikasi data. Tahapan *preprocessing* data dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian Jawaban Siswa

No	Jawaban	Poin
1	Tahu/Benar	1
2	Kurang Tepat	0,5
3	Tidak Tahu/Salah	0

Tabel 2 menunjukkan penilaian poin yang digunakan untuk mengonversi jawaban siswa ke dalam bentuk numerik pada proses *preprocessing* data. Kategori tingkat pemahaman siswa ditentukan berdasarkan rentang nilai pada skala penilaian pendidikan 0–100 yang disesuaikan dengan distribusi data penelitian. Penyesuaian ini dilakukan karena sebagian besar siswa memiliki nilai yang cenderung tinggi, sehingga diperlukan batas kategori yang lebih proporsional agar perbedaan tingkat pemahaman dapat terlihat dengan jelas. Kategori pemahaman siswa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Tingkat Pemahaman Berdasarkan Skala Nilai

No	Kategori	Rentang Nilai
1	Sangat Paham	≥ 80
2	Paham	≥ 60 dan < 80
3	Cukup Paham	< 60

Tabel 3 adalah kategori tingkat pemahaman siswa berdasarkan rentang nilai digunakan dalam proses klasifikasi.

2.5 Implementasi *Decision Tree*

Dalam penelitian ini, metode *Decision Tree* diterapkan untuk mengklasifikasikan tingkat pemahaman siswa berdasarkan poin jawaban pada setiap pertanyaan. Metode ini dipilih karena mampu menghasilkan model klasifikasi yang mudah dipahami serta dapat mengidentifikasi atribut yang paling berpengaruh dalam menentukan keputusan. Pada penelitian ini, data dibagi menjadi data *training* sebesar 80% dan data *testing* sebesar 20%. Variabel input yang digunakan berupa atribut Poin_Q1 sampai dengan Poin_Q25, sedangkan variabel target berupa kategori tingkat pemahaman siswa, yaitu Sangat Paham, Paham, dan Cukup Paham, yang telah ditentukan berdasarkan rentang nilai skala 0–100. Implementasi model dilakukan menggunakan Google Colab dengan bahasa pemrograman *Python* dan pustaka *Scikit-learn*. Algoritma yang digunakan adalah *DecisionTreeClassifier* untuk membentuk struktur pohon keputusan berdasarkan data yang telah diproses. Model *Decision Tree* menggunakan parameter *criterion* = “gini”, *max_depth* = 3, dan *min_samples_leaf* = 1 untuk membatasi kompleksitas pohon keputusan serta mengurangi risiko *overfitting*. Metode *Decision Tree* menggunakan konsep *entropy* dan *information gain* dalam menentukan atribut terbaik pada proses pembentukan pohon keputusan. Rumus *entropy* ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$H(S) = -\sum p_i \log_2 p_i \quad (1)$$

Keterangan: $H(S)$ merupakan nilai *entropy* dan p_i merupakan probabilitas setiap kelas. Selanjutnya, perhitungan *information gain* ditunjukkan pada Persamaan (2).

$$\text{Gain}(S, A) = H(S) - \sum \frac{|S_i|}{|S|} H(S_i) \quad (2)$$

Keterangan: $\text{Gain}(S, A)$ merupakan nilai *information gain* atribut A, $H(S)$ merupakan *entropy* awal, $H(S_i)$ merupakan *entropy* subset, $|S_i|$ merupakan jumlah data subset, dan $|S|$ merupakan jumlah seluruh data. Nilai *entropy* digunakan untuk



mengukur tingkat ketidakpastian data pada setiap kategori. Semakin kecil nilai *entropy*, maka data semakin homogen. Selanjutnya, nilai *information gain* digunakan untuk menentukan atribut terbaik dalam proses pembentukan pohon keputusan berdasarkan selisih *entropy* awal dengan *entropy* setelah data dibagi ke dalam beberapa subset. Atribut dengan nilai *gain* tertinggi akan dipilih sebagai node pada pohon keputusan. Berdasarkan proses perhitungan *entropy* dan *information gain*, model menghasilkan struktur pohon keputusan yang digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat pemahaman siswa berdasarkan pola poin jawaban yang terbentuk dari data penelitian.

2.6 Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan untuk mengukur kinerja metode *Decision Tree* dalam mengklasifikasikan tingkat pemahaman siswa. Evaluasi dilakukan menggunakan data testing yang telah dipisahkan sebelumnya. Metode evaluasi yang digunakan meliputi *accuracy*, *classification report*, *confusion matrix*, dan *feature importance* [17]. Nilai *accuracy* digunakan untuk mengetahui persentase prediksi yang benar, sedangkan *classification report* digunakan untuk melihat nilai *precision*, *recall*, dan *f1-score* pada setiap kategori. Metode evaluasi model yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Metode Evaluasi Model

No	Metode Evaluasi	Keterangan
1	<i>Accuracy</i>	Mengukur tingkat ketepatan prediksi model
2	<i>Classification Report</i>	Menampilkan nilai <i>precision</i> , <i>recall</i> , dan <i>f1-score</i>
3	<i>Confusion Matrix</i>	Menunjukkan jumlah prediksi benar dan salah
4	<i>Feature Importance</i>	Menentukan atribut yang paling berpengaruh

Confusion matrix digunakan untuk menganalisis kesalahan prediksi pada masing-masing kategori, sedangkan *feature importance* digunakan untuk mengetahui atribut yang paling berpengaruh dalam proses klasifikasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengolahan Data

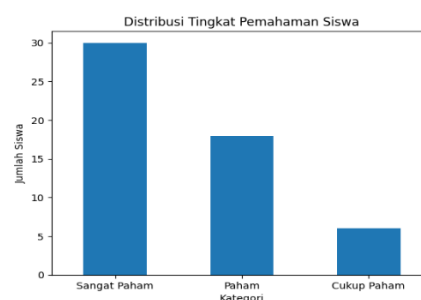
Hasil pengolahan data menunjukkan distribusi tingkat pemahaman siswa berdasarkan total skor yang diperoleh dari kuesioner. Setiap jawaban dinilai sesuai tingkat kebenarannya dan dihitung menjadi total skor untuk menentukan kategori pemahaman siswa. Total skor yang digunakan pada tahap ini merupakan hasil *preprocessing* data yang telah dikonversi dari jawaban kuesioner menjadi poin berdasarkan tingkat kebenaran jawaban, kemudian dikonversi ke dalam skala 0–100. Distribusi kategori tingkat pemahaman siswa disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Distribusi kategori tingkat pemahaman siswa

No	Kategori	Jumlah Siswa
1	Sangat Paham	30
2	Paham	18
3	Cukup Paham	6

Berdasarkan Tabel 5, kategori Sangat Paham memiliki jumlah siswa paling banyak yaitu sebanyak 30 siswa. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah memiliki pemahaman yang sangat baik terhadap perangkat keras komputer, terutama dalam memahami fungsi dan penggunaan komponen utama. Berdasarkan Tabel 5, kategori Paham terdiri dari 18 siswa, yang menunjukkan bahwa siswa telah memiliki pemahaman yang cukup baik meskipun belum sepenuhnya mendalam. Selain itu, berdasarkan Tabel 5 terdapat 6 siswa pada kategori Cukup Paham, yang mengindikasikan bahwa masih terdapat sebagian siswa yang perlu meningkatkan pemahaman terhadap materi perangkat keras komputer.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di sekolah, perbedaan tingkat pemahaman siswa menunjukkan bahwa tidak seluruh siswa memiliki tingkat pemahaman yang sama terhadap materi perangkat keras komputer. Distribusi kategori tingkat pemahaman siswa juga dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Distribusi Kategori Pemahaman



Grafik pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa kategori Sangat Paham mendominasi hasil klasifikasi siswa dengan jumlah 30 siswa, diikuti oleh kategori Paham sebanyak 18 siswa, dan kategori Cukup Paham sebanyak 6 siswa. Hasil ini menunjukkan bahwa secara umum siswa kelas VI SD Negeri 010 Kota Samarinda telah memiliki tingkat pemahaman yang baik terhadap perangkat keras komputer berdasarkan nilai yang diperoleh. Untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa secara lebih rinci, dilakukan analisis terhadap rata-rata poin pada setiap pertanyaan. Namun demikian, masih terdapat beberapa pertanyaan dengan nilai rata-rata yang lebih rendah dibandingkan pertanyaan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat materi tertentu yang belum dipahami secara optimal oleh siswa. Secara keseluruhan, hasil analisis ini menunjukkan bahwa meskipun tingkat pemahaman siswa tergolong baik, masih terdapat beberapa materi yang perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, hasil ini dapat dijadikan sebagai dasar bagi guru untuk memberikan penekanan lebih pada materi yang masih kurang dipahami agar proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan merata.

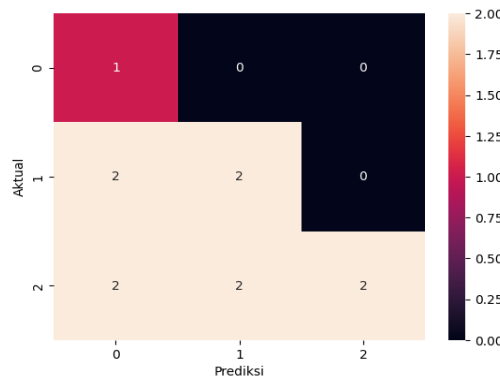
3.2 Hasil Implementasi dan Pengujian *Decision Tree*

Setelah tahap pengolahan data selesai, langkah selanjutnya adalah menerapkan metode *Decision Tree* untuk mengklasifikasikan tingkat pemahaman siswa. Model dibangun menggunakan data poin jawaban siswa pada setiap pertanyaan sebagai atribut dan kategori tingkat pemahaman sebagai target klasifikasi. Pada penelitian ini, data dibagi menjadi data *training* sebesar 80% dan data *testing* sebesar 20%. Data *training* digunakan untuk membangun model, sedangkan data *testing* digunakan untuk menguji kemampuan model dalam memprediksi kategori tingkat pemahaman siswa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model *Decision Tree* memperoleh nilai *accuracy* sebesar 45% pada data uji. Nilai ini menunjukkan bahwa model telah mampu melakukan proses klasifikasi, namun performanya masih belum optimal dalam membedakan seluruh kategori tingkat pemahaman siswa. Hasil evaluasi model dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Evaluasi Model *Decision Tree*

No	Metode Evaluasi	Hasil
1	<i>Accuracy</i>	45%
2	Precision Kategori Sangat Paham	1,00
3	Recall Kategori Sangat Paham	0,33
4	F1-Score Kategori Sangat Paham	0,50
5	Precision Kategori Paham	0,50
6	Recall Kategori Paham	0,50
7	F1-Score Kategori Paham	0,50
8	Precision Kategori Cukup Paham	0,20
9	Recall Kategori Cukup Paham	1,00
10	F1-Score Kategori Cukup Paham	0,33

Berdasarkan Tabel 6, model memiliki nilai *accuracy* sebesar 45%, yang menunjukkan bahwa model telah mampu melakukan proses klasifikasi, namun performanya masih belum optimal dalam membedakan seluruh kategori secara seimbang. Pada kategori Sangat Paham, nilai *precision* sebesar 1.00 menunjukkan bahwa prediksi model pada kategori ini sangat tepat. Namun, nilai *recall* sebesar 0.33 menunjukkan bahwa model belum mampu mengenali seluruh data dalam kategori tersebut. Pada kategori Paham, nilai *precision*, *recall*, dan *f1-score* masing-masing sebesar 0.50, yang menunjukkan bahwa model memiliki hasil evaluasi yang relatif seimbang, meskipun tingkat ketepatannya masih terbatas. Sementara itu, pada kategori Cukup Paham, nilai *recall* sebesar 1.00 menunjukkan bahwa model mampu mengenali seluruh data pada kategori ini. Namun, nilai *precision* yang rendah sebesar 0.20 menunjukkan bahwa masih terdapat kesalahan prediksi dari kategori lain yang diklasifikasikan sebagai Cukup Paham. Evaluasi model juga dilakukan menggunakan *confusion matrix* yang ditunjukkan pada Gambar 3.

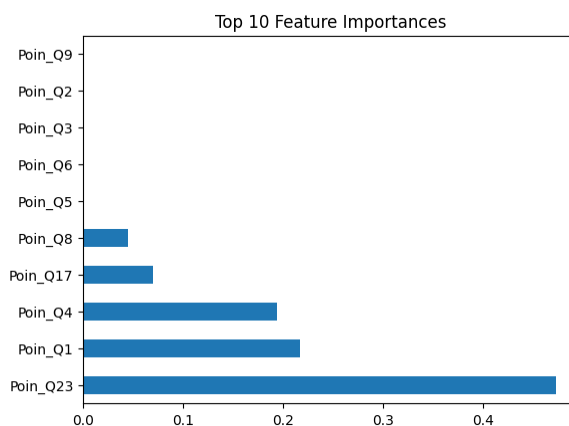


Gambar 3. *Confusion Matrix* Model *Decision Tree*

Berdasarkan hasil *confusion matrix*, dari total 11 data uji, model masih melakukan beberapa kesalahan dalam klasifikasi, terutama pada kategori Sangat Paham dan Paham yang saling tertukar. Hal ini menunjukkan bahwa model masih mengalami kesulitan dalam membedakan kategori dengan karakteristik nilai yang berdekatan.

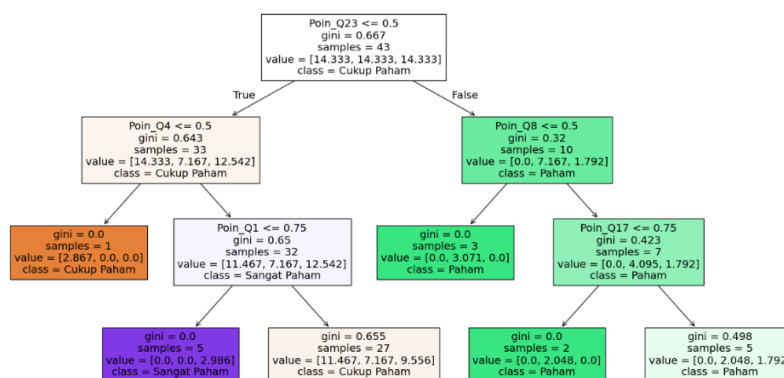


Selain itu, analisis *feature importance* menunjukkan bahwa atribut yang paling berpengaruh dalam proses klasifikasi adalah Poin_Q23, diikuti oleh Poin_Q1, Poin_Q4, dan Poin_Q17. Hal ini menunjukkan bahwa beberapa pertanyaan memiliki kontribusi dominan dalam menentukan tingkat pemahaman siswa. Visualisasi *feature importance* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik *Feature Importance*

Visualisasi pohon keputusan digunakan untuk memperlihatkan proses pembentukan aturan klasifikasi berdasarkan atribut yang digunakan dalam penelitian. Hasil visualisasi pohon keputusan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Visualisasi Pohon Keputusan

Berdasarkan Gambar 5, atribut Poin_Q23 berada pada bagian awal (root node), yang menandakan bahwa atribut tersebut menjadi faktor utama dalam proses pengambilan keputusan. Selanjutnya, atribut lain digunakan untuk membentuk aturan klasifikasi yang lebih spesifik.

Secara keseluruhan, metode *Decision Tree* mampu mengidentifikasi pola klasifikasi berdasarkan atribut yang berpengaruh. Namun, hasil *accuracy* sebesar 45% menunjukkan bahwa performa model masih belum optimal dalam membedakan seluruh kategori tingkat pemahaman siswa secara seimbang. Kondisi ini dipengaruhi oleh jumlah data penelitian yang terbatas serta distribusi kelas yang tidak seimbang, di mana jumlah data pada kategori Cukup Paham lebih sedikit dibandingkan kategori lainnya. Selain itu, perbedaan tingkat pemahaman siswa yang tidak terlalu jauh juga menyebabkan karakteristik data antar kategori menjadi lebih sulit dibedakan oleh model. Faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil klasifikasi adalah kualitas data dan instrumen kuesioner yang digunakan, karena jawaban siswa masih dipengaruhi oleh tingkat pemahaman dan interpretasi masing-masing siswa terhadap pertanyaan yang diberikan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan jumlah data, penyeimbangan distribusi kelas, serta evaluasi instrumen penelitian agar performa model dapat ditingkatkan.

3.3 Pembahasan

Temuan penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar siswa kelas VI SD Negeri 010 Kota Samarinda berada pada kategori Sangat Paham dan Paham terhadap perangkat keras komputer. Hal ini mengindikasikan bahwa secara umum siswa telah memiliki pemahaman yang baik mengenai komponen perangkat keras komputer, baik dari segi fungsi maupun penggunaannya. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di sekolah, tingginya tingkat pemahaman siswa dipengaruhi oleh intensitas penggunaan perangkat teknologi seperti smartphone, laptop, dan komputer dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, kegiatan sekolah yang berkaitan dengan penggunaan teknologi, seperti simulasi ANBK dan pembelajaran berbasis komputer, turut berkontribusi dalam meningkatkan pemahaman siswa. Meskipun demikian, masih terdapat siswa yang berada pada kategori Cukup Paham, yang menunjukkan adanya variasi tingkat pemahaman di antara siswa. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti keterbatasan akses terhadap perangkat teknologi, rendahnya intensitas penggunaan komputer, serta perbedaan kemampuan siswa dalam memahami materi perangkat keras komputer.



Hasil analisis *feature importance* menunjukkan bahwa atribut Poin_Q23 memiliki pengaruh paling dominan dalam menentukan hasil klasifikasi, diikuti oleh atribut Poin_Q1, Poin_Q4, dan Poin_Q17. Temuan ini mengindikasikan bahwa pemahaman siswa terhadap konsep tertentu memiliki kontribusi yang signifikan dalam menentukan tingkat pemahaman secara keseluruhan. Selain itu, hasil ini juga sejalan dengan analisis sebelumnya, di mana Poin_Q23 memiliki nilai rata-rata terendah, sehingga menjadi indikator penting dalam membedakan tingkat pemahaman siswa.

Temuan dalam penelitian ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa metode *Decision Tree* mampu menghasilkan model klasifikasi yang mudah dipahami dan memiliki kinerja yang cukup baik [18]. Selain itu, metode ini juga efektif dalam mengidentifikasi atribut yang paling berpengaruh dalam proses klasifikasi, khususnya pada bidang pendidikan [19]. Hasil ini juga didukung oleh penelitian lain yang menunjukkan bahwa metode klasifikasi dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola pemahaman siswa berdasarkan data yang diperoleh [20]. Model *Decision Tree* yang diterapkan dalam penelitian ini memperoleh nilai *accuracy* sebesar 45%. Nilai ini menunjukkan bahwa model telah mampu melakukan proses klasifikasi, namun performanya masih belum optimal dalam membedakan seluruh kategori tingkat pemahaman siswa secara seimbang. Hal ini disebabkan oleh distribusi data yang tidak merata, di mana jumlah data pada kategori Cukup Paham lebih sedikit dibandingkan kategori lainnya. Kondisi tersebut menyebabkan model cenderung mengalami kesalahan dalam mengklasifikasikan data, terutama pada kategori dengan jumlah data yang lebih sedikit. Hal ini juga terlihat pada nilai *precision* dan *recall* yang tidak seimbang antar kategori. Dibandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu yang memperoleh tingkat *accuracy* lebih tinggi, hasil pada penelitian ini masih tergolong rendah. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh karakteristik data penelitian yang memiliki jumlah data terbatas dan distribusi kelas yang tidak seimbang. Selain itu, penelitian ini menggunakan data pemahaman siswa dengan karakteristik nilai antar kategori yang cenderung berdekatan, sehingga proses pemisahan kelas menjadi lebih sulit dilakukan oleh model *Decision Tree*. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya menggunakan jumlah data lebih besar atau karakteristik kelas yang lebih jelas, penelitian ini memiliki variasi jawaban siswa yang relatif mirip antar kategori sehingga mempengaruhi kemampuan model dalam melakukan klasifikasi secara optimal. Temuan ini juga sejalan dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa metode *Decision Tree* dapat diterapkan dalam berbagai kasus klasifikasi, termasuk dalam analisis kondisi psikologis pada pelajar [21].

Meskipun demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi gambaran awal mengenai tingkat pemahaman siswa terhadap perangkat keras komputer. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya untuk meningkatkan performa model klasifikasi, misalnya dengan menambah jumlah data, menerapkan teknik penyeimbangan data seperti oversampling, menambahkan fitur yang lebih relevan, serta menggunakan metode klasifikasi lain yang lebih kompleks.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, metode *Decision Tree* telah mampu melakukan proses klasifikasi tingkat pemahaman siswa kelas VI SD Negeri 010 Kota Samarinda terhadap perangkat keras komputer berdasarkan data yang digunakan. Proses klasifikasi dilakukan menggunakan poin jawaban dari 25 pertanyaan yang dikonversi ke dalam skala 0–100 dan dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu Sangat Paham, Paham, dan Cukup Paham. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 54 siswa, sebanyak 30 siswa termasuk dalam kategori Sangat Paham, 18 siswa dalam kategori Paham, dan 6 siswa dalam kategori Cukup Paham. Hasil analisis *feature importance* menunjukkan bahwa atribut Poin_Q23 memiliki pengaruh paling dominan, diikuti oleh Poin_Q1, Poin_Q4, dan Poin_Q17. Model *Decision Tree* yang dibangun menggunakan Google Colab dan bahasa pemrograman Python memperoleh nilai *accuracy* sebesar 45% pada data uji. Nilai tersebut menunjukkan bahwa performa model masih belum optimal dan belum cukup reliabel untuk digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan di lingkungan sekolah. Kondisi ini dipengaruhi oleh jumlah data penelitian yang terbatas serta distribusi kelas yang tidak seimbang, khususnya pada kategori Cukup Paham yang memiliki jumlah data lebih sedikit dibandingkan kategori lainnya. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam penerapan metode klasifikasi pada bidang pendidikan dasar, khususnya dalam mengidentifikasi tingkat pemahaman siswa terhadap perangkat keras komputer menggunakan pendekatan *Decision Tree*. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan jumlah data yang lebih besar, menerapkan teknik penyeimbangan data seperti oversampling, menambahkan fitur yang lebih relevan, serta menguji algoritma lain yang lebih robust terhadap data berukuran kecil guna meningkatkan performa klasifikasi.

REFERENCES

- [1] D. Milla, Z. Zulkipli, A. Sahar, A. S. Reliubun, and H. Amri, "Penerapan Teknologi Pendidikan: Menghadapi Kendala, Menciptakan Solusi," *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, vol. 5, no. 6, pp. 7416–7425, Dec. 2024, doi: 10.54373/imeij.v5i6.2109.
- [2] L. P. S. A. Devi and I. M. A. Winangun, "Peran Literasi Digital Dalam Meningkatkan Kompetensi Teknologi Siswa Sekolah Dasar," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, vol. 11, no. 4, pp. 1255–1267, Dec. 2024, doi: 10.38048/jipcb.v11i4.4681.
- [3] A.- Husaini, I. Hariyanti, and A. R. Raharja, "Perbandingan Algoritma Decision Tree dan Naive Bayes dalam Klasifikasi Data Pengaruh Media Sosial dan Jam Tidur Terhadap Prestasi Akademik Siswa," *Technologia : Jurnal Ilmiah*, vol. 15, no. 2, p. 332, Apr. 2024, doi: 10.31602/tji.v15i2.14381.
- [4] F. F. Anwar, A. I. Jaya, and M. Abu, "Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Metode Decision Tree dengan Penerapan Algoritma C4.5," *JURNAL ILMIAH MATEMATIKA DAN TERAPAN*, vol. 19, no. 1, pp. 19–28, Jun. 2022, doi: 10.22487/2540766x.2022.v19.i1.15880.



- [5] H. Fatimah Ahmad, A. R. Firdawanti, and N. Agustiani, "Analisis Klasifikasi Kesiapan Digital Desa Menggunakan Decision Tree dan Pemetaan Spasial," *Bulletin of Computer Science Research*, vol. 5, no. 5, pp. 978–987, Aug. 2025, doi: 10.47065/bulletincsr.v5i5.741.
- [6] S. Indhira and B. Hendrik, "Penerapan Algoritma Decision Tree C4.5 Untuk Diagnosa Penyakit ISPA Pada Puskesmas Sabak Auh," *Journal of Information System and Education Development*, vol. 1, no. 2, pp. 6–9, Aug. 2023, Accessed: Apr. 29, 2026. [Online]. Available: <https://journal.mwsfoundation.or.id/index.php/jised/article/view/8/7>
- [7] R. Amin, A. Siwi, and F. Utami, "Prediksi Nilai Ujian Berdasarkan Kebiasaan Siswa Menggunakan Algoritma Random Forest Regressor," *INFORMATION SYSTEM FOR EDUCATORS AND PROFESSIONALS*, vol. 10, no. 2, pp. 149–158, Dec. 2025, Accessed: Apr. 29, 2026. [Online]. Available: <https://ejournal-binainsani.ac.id/index.php/ISBI/article/view/3722>
- [8] N. Anisa Sivi *et al.*, "Data Mining Menggunakan Decision Tree untuk Prediksi Nilai Akhir Siswa," *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Komunikasi*, vol. 4, pp. 26–36, Nov. 2024, doi: 10.55606/juitik.v4i3.1824.
- [9] Y. Molliq Rangkuti, A. Ritonga, J. V William Iskandar Ps, K. Baru, K. Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang, and S. Utara, "Penerapan Algoritma Decision Tree Dalam Pemberian Rekomendasi Bantuan Siswa Miskin (Bsm) Di Sekolah Dasar Swasta Arsyadiyah," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 8, no. 6, Dec. 2024, Accessed: Apr. 29, 2026. [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/jati/article/view/11950/6702>
- [10] N. Agustina and E. Sutinah, "Penerapan Algoritma Decision Tree Untuk Memprediksi Pengelolaan Inventaris Sarana Pembelajaran Kampus," *Bulletin of Computer Science Research*, vol. 6, no. 1, pp. 426–433, Dec. 2025, doi: 10.47065/bulletincsr.v6i1.889.
- [11] N. N. Kartomo, Salmon, and R. Z. Rasyad, "Rancang Bangun Aplikasi Edukasi Interaktif Pengenalan Pahlawan Indonesia Menggunakan Algoritma Fisher-Yates," *Bulletin of Computer Science Research*, vol. 5, no. 4, pp. 788–796, Jun. 2025, doi: 10.47065/bulletincsr.v5i4.672.
- [12] E. Oktavianti, M. Agustin, and R. Sari, "Implementasi Algoritma Decision Tree Dengan Fitur Seleksi Weight By Information Gain," *JURNAL MULTINETICS*, vol. 9, no. 2, p. 118, Nov. 2023, Accessed: Apr. 29, 2026. [Online]. Available: <https://jurnal.pnj.ac.id/index.php/multinetics/article/view/5715/3162>
- [13] F. R. Al-Giffary and M. Martanto, "Klasifikasi Kelulusan Siswa Tahun 2024 Menggunakan Metode Decision Tree (Studi Kasus Sma Islam Alazhar 5 Cirebon)," *Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta*, vol. 4, no. 2, pp. 195–206, Apr. 2024, doi: 10.52362/jmijayakarta.v4i2.1408.
- [14] A. Rahman, "Klasifikasi Performa Akademik Siswa Menggunakan Metode Decision Tree dan Naive Bayes," *Jurnal SAINTEKOM*, vol. 13, no. 1, pp. 22–31, Mar. 2023, doi: 10.33020/saintekom.v13i1.349.
- [15] A. S. Hairani, R. Cahyono, and A. A. Balta, "Sistem Pendidikan Kinerja Siswa Berbasis Web Menggunakan Algoritma Decision Tree dan XGBoost," *Jurnal Pustaka Data (Pusat Akses Kajian Database, Analisa Teknologi, dan Arsitektur Komputer)*, vol. 5, no. 2, pp. 323–330, Dec. 2025, doi: 10.55382/jurnalpustakadata.v5i2.1450.
- [16] S. Maulana, A. Premana, and B. Irawan, "Prediksi Prestasi Akademik Siswa Terbaik Menggunakan Algoritma Decision Tree Berbasis Data Historis," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 5, pp. 7890–7898, 2025, Accessed: May 09, 2026. [Online]. Available: <http://ejournal.itn.ac.id/jati/article/view/14936>
- [17] Z. Fatah and A. Ibrohim, "Klasifikasi Prestasi Akademik Siswa Menggunakan Algoritma Decision Tree dengan RapidMiner," *JAMASTIKA*, vol. 5, no. 1, Apr. 2026, Accessed: May 09, 2026. [Online]. Available: <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jamastika>
- [18] D. Lestari *et al.*, "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 (JIMIK)*, vol. 5, no. 2, May 2024, [Online]. Available: <https://journal.stmiki.ac.id>
- [19] N. Nailil Amani and U. Hayati, "Penggunaan Algoritma Decision Tree Untuk Prediksi Prestasi Siswa Di Sekolah Dasar Negeri 3 Bayalangu Kidul," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 8, no. 1, Feb. 2024, Accessed: Apr. 29, 2026. [Online]. Available: <http://ejournal.itn.ac.id/jati/article/view/8355/5008>
- [20] S. N. Sari, P. Annisa, A. Nisa, D. Rahma, R. Prameswara Ritonga, and D. P. Utomo, "Teknik Data Mining Dengan Menggunakan Algoritma Decision Tree Untuk Mengetahui Pola Pemahaman Mahasiswa Pada Matakuliah Pemrograman," *Bulletin of Information Technology (BIT)*, vol. 6, no. 4, pp. 417–431, Dec. 2025, doi: 10.47065/bit.v5i2.2339.
- [21] S. Zacksavira, C. Anggraeni, B. Sebayang, J. Imanuel, and G. B. Sibarani, "Implementasi Algoritma Decision Tree untuk Deteksi Depresi Pada Pelajar," *Journal Of Social Science Research*, vol. 5, pp. 5915–5934, 2025, Accessed: Apr. 29, 2026. [Online]. Available: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>