

PENERAPAN ALGORITMA C4.5 UNTUK SELEKSI PENJURUSAN SISWA BARU PADA SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (STUDI KASUS: SMK PLUS AL-HILAL ARJAWINANGUN)

Moh. Roghib¹, Nining Rahaninginh², Raditya Danar Dana³

¹ Teknik Informatika, STMIK IKMI Cirebon

² Komputerisasi Akuntansi, STMIK IKMI Cirebon

³ Manajemen Informatika, STMIK IKMI Cirebon

Jl. Perjuangan No.10B, Karyamulya, Kec. Kesambi, Kota Cirebon, Jawa Barat

roghib001@gmail.com

ABSTRAK

Siswa baru memilih jurusan mereka dalam upaya menyelaraskan program akademik mereka dengan minat dan keterampilan masa depan mereka dengan tujuan membentuk lintasan profesional di masa depan. Penentuan jurusan di SMK tidaklah sederhana. Dengan begitu, penentuan jurusan siswa yang diimplementasikan di SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun berdasarkan hasil ujian penjurusan. Setelah siswa menyelesaikan Masa Pengenalan Lingkungan Sekolah (MPLS), proses penjurusan dilakukan. Banyaknya siswa yang memilih jurusan menghasilkan jumlah data yang cukup banyak dan rumit. Semakin sulit untuk mendapatkan informasi yang berarti dari hasil ujian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkategorikan jurusan siswa di SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun. Metode pada studi ini memakai decision tree algoritma C4.5 dalam melaksanakan klasifikasi. Data mencakup informasi tentang nama siswa, nilai ujian dan atribut lainnya. Setelah pengumpulan data, proses klasifikasi dilakukan dengan menggunakan algoritma C4.5. Langkah pertama dalam penelitian ini adalah melakukan *preprocessing* data, termasuk penghapusan data yang tidak valid, menambahkan data serta menangani data yang tidak lengkap. Hasil penelitian ini akan membantu dan memberi manfaat untuk sekolah menjadi lebih cepat dalam pengklasifikasian penentuan jurusan siswa SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun. Dari pemodelan klasifikasi menggunakan algoritma C4.5 tingkat akurasi mencapai 98.02%, presisi 98.73% dan recall 98.73%.

Kata kunci – Data mining; Seleksi; Penjurusan; SMK; C4.5

1. PENDAHULUAN

Kemajuan perkembangan teknologi informasi saat ini telah tersebar dalam segala aspek kehidupan, salah satu faktor yang mengalami pertumbuhan pesat adalah sektor pendidikan. Pendidikan adalah proses yang disengaja yang dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan lingkungan dan proses pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk sepenuhnya menyadari potensi mereka sendiri [1]. Salah satu jalan bagi siswa untuk mencapai tujuan mereka di tempat kerja atau bisnis adalah Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Pendidikan berbasis kompetensi sangat menekankan pada sistem pembelajaran yang disesuaikan dengan keahlian masing-masing siswa, sehingga memungkinkan mereka untuk mengejar kurikulum dan kompetensi yang spesifik untuk jurusan tertentu. [2]. Di SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun memiliki 3 jurusan yang bisa jadi pilihan, yaitu jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), Jurusan Teknik Kendaraan Ringan (TKR), Perbankan dan Keuangan Mikro (PRB). Penentuan pemilihan jurusan dilaksanakan berdasarkan kriteria dari nilai akademik yang nantinya dapat menjadi kriteria dari masing-masing jurusan. Manfaat dari penjurusan tersebut adalah siswa mendapatkan pembinaan khusus sesuai jurusan masing-masing untuk diterapkan di dunia kerja

Permasalahan dalam penelitian ini adalah proses penjurusan siswa yang masih mengalami

ketidaksesuaian dalam penjurusan karena tidak ada klasifikasi pola minat yang digunakan untuk memilih jurusan. Partisipasi sekolah, termasuk kepala sekolah, guru, dan staf pengajar, dalam memaksimalkan potensi siswa mengakibatkan kurang maksimalnya pengembangan potensi siswa dan siswi. Rendahnya prestasi siswa merupakan potensi yang dapat terjadi apabila siswa, melakukan kesalahan dalam memilih jurusan. Tidak jarang siswa bingung dengan jurusan yang dipilih. Hendak kemana setelah belajar selama tiga tahun dan tidak yakin dengan cita-cita yang diinginkan. Masalah ini sangat penting karena berdampak pada peserta didik baru, yang dapat mengakibatkan ketidaksesuaian antara minat bakat siswa, serta nilai akademis. Oleh karena itu, untuk memberikan pilihan yang terbaik, SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun menetapkan penjurusan siswa berdasarkan nilai ujian penjurusan, minat siswa dan rekomendasi guru bimbingan konseling. Sekolah meyakini bahwa sangat penting untuk melakukan proses penjurusan, sehingga sekolah mengetahui pola penjurusan dan dapat membantu siswa dalam memilih jurusan sesuai yang diinginkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi kesalahan pemilihan jurusan yang signifikan di SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun dengan menerapkan algoritma C4.5 dan metode data *mining*. Diharapkan agar temuan-temuan dari penelitian ini dapat meningkatkan kualitas lulusan ahli dibidang keahlian yang profesional.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu terkait data mining dan penjurusan. Misalnya, penelitian oleh [3] membahas mengenai Penerapan Algoritma C.45 untuk Menentukan Jurusan Siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang Potensial. Perhitungan Algoritma C.45 digunakan dalam penelitian ini. Empat jurusan-Tata Boga, Teknik Mesin, Teknik Instalasi Listrik, dan Multimedia-diklasifikasikan berdasarkan hasil yang diperoleh dengan tingkat akurasi data uji sebesar 75%.

Temuan dari penelitian ini akan berkontribusi besar pada pemahaman tentang pola klasifikasi jurusan, menjadikannya alat yang berguna bagi SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun dalam membuat penilaian jurusan untuk siswa baru. Informasi dari model klasifikasi ini akan memungkinkan sekolah untuk menyesuaikan program pendidikan dengan lebih baik sesuai dengan kebutuhan dan preferensi siswa, sehingga menghasilkan lingkungan belajar yang lebih mudah beradaptasi dan berorientasi pada pengembangan untuk setiap siswa. Selain itu, dengan memasukkan pengetahuan yang lebih dalam tentang pola klasifikasi ke dalam proses pengambilan keputusan, Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk melanjutkan pengembangan sistem penjurusan di sekolah. Hal ini akan membantu SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun dalam mencapai tanggung jawabnya untuk mendidik agar sukses dalam bidang yang mempertimbangkan potensi dan minat siswa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian "Penerapan algoritma C4.5 untuk memprediksi minat penjurusan siswa di SMKN 1 Kademangan" telah dipublikasikan di jurnal Mahasiswa Teknik Informatika pada tahun 2022 oleh Yulia dkk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana perkembangan anak dalam hal pemilihan jurusan berdasarkan kesukaannya. Algoritma C.45 dihitung dalam penelitian ini. *Confusion Matrix* digunakan untuk mengklasifikasikan jurusan, dan hasil penelitian menunjukkan bahwa jurusan TKRO dan TKJ, BDP dan ATUG, serta APAT dan ATPH menghasilkan nilai akurasi masing-masing 92%, 83%, dan 50% ketika diklasifikasikan sebagai jurusan [4].

Penelitian Anestivya dkk., yang dipublikasikan di Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi pada tahun 2021, menggunakan algoritma C4.5 untuk menganalisis pola penjurusan siswa berdasarkan kurikulum (studi kasus: SMAN 1 Natar). Keberhasilan penyelesaian proses pembelajaran merupakan tujuan dari penelitian ini. Berdasarkan perhitungan sistem dan manual, hasilnya menunjukkan bahwa data a memiliki tingkat akurasi 100% dan data b memiliki tingkat akurasi 80%. Hal ini menunjukkan bahwa C4.5 merupakan pilihan yang baik untuk memproses data siswa dalam membantu siswa dalam memilih jurusan [5].

2.2. Data Mining

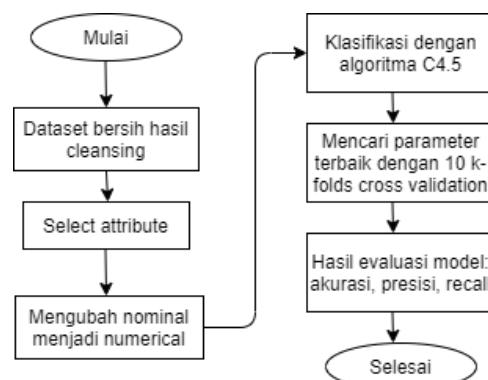
Data *mining* adalah sebuah proses di mana satu atau lebih sistem komputer pembelajaran diberi tanggung jawab untuk secara langsung memperoleh dan menganalisis pengetahuan, atau bahkan kumpulan prosedur untuk mengekstraksi nilai baru secara manual dari sekumpulan data yang tidak diketahui [6].

2.3. Klasifikasi

Salah satu tugas yang paling penting dalam data *mining* adalah klasifikasi. Menyortir dan mengatur data ke dalam banyak klasifikasi adalah tujuan utama klasifikasi. Klasifikasi didefinisikan sebagai fungsi prediksi yang mengklasifikasikan elemen data tertentu. Kumpulan data pelatihan dari kategori yang telah ditentukan dan terkenal digunakan untuk membangun pengklasifikasi. Kinerja pengklasifikasi sering kali dinyatakan dalam bentuk akurasi [7].

2.4. Algoritma C4.5

Salah satu algoritma yang digunakan untuk membangun pohon keputusan adalah algoritma C4.5. Teknik yang terkenal untuk prediksi dan klasifikasi adalah pohon keputusan. Pohon keputusan adalah alat yang berguna untuk eksplorasi data karena dapat mengungkapkan korelasi tersembunyi antara variabel tujuan dan beberapa variabel input potensial. Pohon keputusan dapat dibuat dengan menggunakan berbagai macam algoritma, seperti ID3, CART, dan C4.5. Algoritma C4.5 merupakan pengembangan dari metode ID3. Dalam pohon keputusan, data ditransformasikan dari bentuk tabel ke dalam model pohon, yang kemudian diterjemahkan ke dalam aturan-aturan dan disederhanakan lebih lanjut. [4]. Gambar 1 berikut adalah *flowchart* dari algoritma C4.5.



Gambar 1 Flowchart algoritma C4.5

2.5. Decision Tree

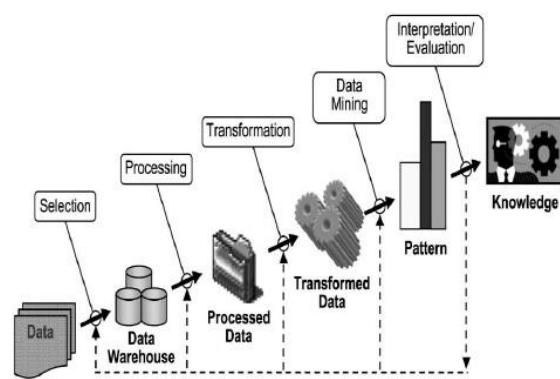
Decision tree adalah teknik klasifikasi yang diakui secara luas dan sangat efektif. Fakta-fakta besar direpresentasikan sebagai aturan dengan pendekatan *Decision Tree*, yang membuat aturan tersebut mudah dimengerti oleh orang-orang. Metode *decision tree* memiliki algoritma, algoritma C4.5 adalah salah satu dari algoritma yang memiliki *decision tree* [8].

2.6. Penjurusan Siswa

Untuk siswa kejuruan, penjurusan program mengacu pada prosedur di mana sekolah memilih jurusan program mereka berdasarkan hasil ujian penjurusan. Siswa dapat membangun kompetensi sikap dan keterampilan dalam disiplin ilmu dengan mengambil jurusan yang sesuai dengan minat, bakat, dan kemampuan akademis mereka. Pemilihan jurusan akan mempengaruhi ilmu pengetahuan atau mata pelajaran lain yang dipelajari di tingkat akademik berikutnya bagi siswa yang berencana untuk melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi, sehingga memilih jurusan yang salah dapat berdampak negatif bagi siswa di kemudian hari [9].

3. METODE PENELITIAN

Knowledge Discover in Database (KDD) adalah teknik data mining yang digunakan untuk mengekstrak informasi atau pola dari data yang telah dipilih sebelumnya. [10].



Gambar 2 Alur penelitian KDD

Knowledge Discover in Database (KDD) mencakup penggalian data. *Knowledge Discovery* merupakan pencarian informasi atau pola tertentu yang tersembunyi dalam suatu data [11].

3.1. Data Selection

Data yang akan digunakan dalam proses data mining sekarang sedang diseleksi. Hasil ujian jurusan SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun, yang sudah dihasilkan tetapi belum sesuai dengan struktur dataset penelitian, menyediakan data yang digunakan dalam penelitian ini.

3.2. Preprocessing

Dalam tahapan ini pembersihan data-seperti mengelola data yang tidak lengkap-akan membantu meningkatkan keandalan data. Pra-pemrosesan harus diselesaikan untuk menambahkan data, memperbaiki masalah data, dan mencegah duplikasi data.

3.3. Transformation

Dalam tahapan ini untuk mengubah data dari format aslinya menjadi format yang sesuai untuk penggalian data, sehingga memungkinkan ekstraksi data untuk mengungkap informasi baru.

3.4. Data Mining

Pada tahap ini dimana algoritma diimplementasikan dan algoritma dipilih. Algoritma yang digunakan adalah algoritma C4.5. Lalu untuk mengetahui nilai akurasinya menggunakan perhitungan *Confusion Matrix* pada Rapidminer.

3.5. Evaluation

Pada tahap ini Algoritma C4.5 digunakan untuk mengevaluasi pola yang dihasilkan dari hasil kategorisasi data. Selain itu, penggunaan umum dan masukan pada pola dan temuan dari data mining sedang dipertimbangkan pada saat ini.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data

Data dalam bentuk file *excel* yang bernama Data Siswa SMK Plus Al-Hilal diperoleh dari SMK Plus Al-Hilal. Jumlah *record* sebanyak 204 *record*, terdiri dari 6 atribut seperti tampak pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Dataset siswa SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun

NO	NAMA	Jenis Kelamin	Nilai	Minat Siswa	Rekom BK	JURUSAN
1	ADLAN FUADI	L	89	TKJ	TKR	TKJ
2	AHMAD NURFAJRI	L	84	TKR	TKJ	TKJ
3	AYMAN ROFTI	L	84	TKJ	TKR	TKJ
4	BUNGA LESTARI	P	85	PRB	TKJ	TKJ
5	DEVI NENDRI SARI	P	85	PRB	TKJ	TKJ
6	DINA HUMAYAH	P	86	PRB	TKJ	TKJ
7	IIS ISTIKOMAH	P	84	PRB	TKJ	TKJ
8	JELITA AFIAHUSSHOLEHA	P	88	PRB	TKJ	TKJ
9	LAILATUL AULIA	P	86	PRB	TKJ	TKJ
10	MUKHAMAD RIZKY AFRIYANSYAH	L	85	TKR	TKJ	TKJ
...
203	THORIF ZIYADI	L	75	TKR	TKJ	TKR
204	RIZKI	L	76	TKR	PRB	TKR

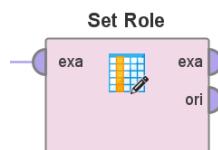
Operator *retrieve* pada rapidminer bertujuan untuk mengimpor data agar dataset berada di repositori Rapidminer. Data yang diimpor adalah data dengan nama file “Data Siswa SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun.xlsx”.



Gambar 1 Operator *retrieve* pada rapidminer

4.2. Selection

Pada tahap ini pemilihan atribut dan pengumpulan data akan dilakukan pada langkah KDD ini. Pada penentuan jurusan siswa di SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun sebanyak 204 record dengan mmepunyai atribut antara lain nama, jenis kelamin, nilai ujian penjurusan, minat siswa dan rekomendasi guru bimbingan konseling. Dari semua data yang digunakan hanya nama, nilai ujian penjurusan, minat siswa dan rekomendasi guru bimbingan konseling. Karena informasi didalamnya sudah mewakili informasi yang di butuhkan untuk dijadikan indikator penelitian. Operator *Set Role* digunakan, seperti yang diilustrasikan pada gambar di bawah ini, untuk mendapatkan id dari sebuah dataset.



Gambar 2 Operator *set role* pada rapidminer

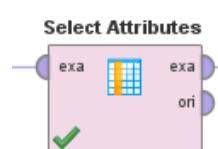
Operator *Set Role* digunakan, seperti yang diilustrasikan pada gambar di bawah ini, untuk mendapatkan id dari sebuah dataset.

Tabel 2 Parameter atribut yang dipilih pada operator *set role*

NO	Parameter	Isi
1	Nama	Id
2	Jurusan	Label

4.3. Preprocessing

Data yang berkualitas akan menghasilkan data *mining* yang berkualitas. Berdasarkan data diatas maka perlu dilakukan pembersihan data, dengan tujuan data bisa digunakan dalam rapid miner dan sesuai dengan kebutuhan algoritma, data sebagai berikut



Gambar 3 Operator *select atribut*

Parameter pada operator *select attribute* yang digunakan tampak pada tabel dibawah ini.

Tabel 3 *Select atribut*

Atribut	Select Atribut
No	Nama
	Jenis Kelamin
	Nilai
	Minat Siswa
	Rekom BK
	Jurusan

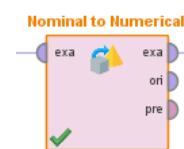
Dari hasil operator *select atribut* didapat informasi sebagai berikut.

Tabel 4 Hasil operator *select atribut*

Atribut
Nama
Jenis Kelamin
Nilai
Minat Siswa
Rekom BK
Jurusan

4.4. Transformation

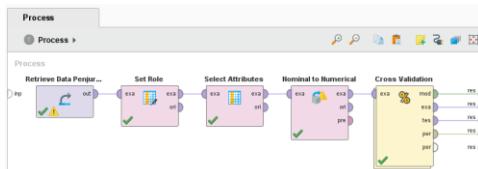
Tahap *transformation* melibatkan pengubahan data ke dalam format yang dapat ditangani oleh tahap data mining. Karena tipe data pada dataset berjenis nominal sedangkan algoritme C4.5 harus bertipe numerik, maka diperlukan transformation untuk mengubah data bertipe *nominal* menjadi *numerical* menggunakan operator *Nominal to Numerical* seperti pada gambar dibawah ini



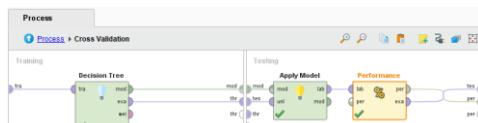
Gambar 4 Operator *nominal to numerical*

4.5. Data Mining

Tahap *modeling* dalam teknik data *mining* algoritma *decision tree* untuk klasifikasi digunakan dalam penelitian ini. Implementasi model algoritma di rapid miner meliputi beberapa operator seperti *Retrieve*, yang digunakan untuk import data “dataset Penjurusan siswa SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun” agar dataset tersebut ada di repository RapidMiner, kemudian dihubungkan ke *Set Role* untuk mengubah nama menjadi id dan jurusan menjadi label, lalu ke *nominal to numerical* untuk mengubah nominal menjadi numerical. Model *decision tree* kemudian diuji melalui *Cross Validation* sebanyak 1-10 kali.

Gambar 5 Model proses langkah data *mining*

Dengan menggunakan teknik *decision tree*, sejumlah operasi dalam operator *Cross Validation* dirancang untuk membagi data ke dalam set pelatihan dan pengujian.. Operator *decision tree* adalah aplikasi model algoritma yang digunakan dalam subproses *training*. Sedangkan subproses *testing* digunakan operator *Apply Model* untuk menguji data hasil operator *decision tree*, selanjutnya operator *Performance* digunakan untuk menampilkan hasil evaluasi algoritma yang diukur kinerjanya. Operator-operator tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Gambar 6 Kumpulan operator *cross validation*

4.6. Evaluation

Pada gambar 9 menunjukkan bahwa hasil dari penerapan data mining pada penjurusan siswa SMK Plus Al-Hilal Arjawinangun dengan rapid miner, memiliki akurasi sebesar 98.02%, nilai presisi prediksi TKJ sebesar 98.73%, nilai presisi PRB 94.64%, dan nilai presisi TKR sebesar 100%, dengan informasi yang tertera di bawah ini: Terdapat 78 data dengan hasil prediksi jurusan TKJ dan TKJ sebenarnya, serta 1 data dengan hasil prediksi TKJ dan TKR sebenarnya. Hasil prediksi jurusan PRB menunjukkan bahwa benar pada 58 data, benar pada 1 data TKJ, dan benar pada 1 data TKR. Hasil prediksi jurusan TKR menunjukkan bahwa prediksi tersebut tepat di sebanyak 69 titik data.

	True TKJ	True PRB	True TKR	class precision
pred TKJ	78	0	1	98.73%
pred PRB	1	53	2	94.64%
pred TKR	0	0	69	100.00%
class recall	98.73%	100.00%	95.83%	

Gambar 7 Hasil dari klasifikasi *decision tree*

Menghitung nilai akurasi:

Accuracy

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Total data}}{\text{Jumlah klasifikasi benar}} \times 100\% \\
 &= \frac{78 + 53 + 69}{200} \times 100\% \\
 &= \frac{200}{204} \times 100\% \\
 &= 98.04\%
 \end{aligned}$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uji yang telah dilakukan, data penjurusan siswa baru dapat dilakukan klasifikasi menggunakan algoritma C4.5 melalui RapidMiner. Hasil klasifikasi menggunakan pohon keputusan, sistem memberikan gambaran yang komprehensif mengenai variabel-variabel yang mempengaruhi pilihan yang dibuat saat memilih program studi bagi setiap siswa berdasarkan nilai dan rekomendasi BK. Dari pemodelan klasifikasi menggunakan algoritma C4.5 tingkat akurasi mencapai 98.02%, nilai presisi sebesar 98.73% dan nilai recall 98.73%. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dengan menambahkan jumlah data, menggunakan metode klasifikasi lainnya, menambah atribut atau mengganti atribut yang sesuai dengan kebutuhan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. N. Hidayat, A. B. Setiawan, and I. N. Farida, "... Keputusan Penjurusan Siswa Baru Berbasis Web Di Smk Intensif Baitussalam Tanjunganom Menggunakan Metode K-Means ...," 2022, [Online]. Available: http://repository.unpkediri.ac.id/8619/0Ahttp://repository.unpkediri.ac.id/8619/3/RAMA_55201_18103020059_0703018704_0704108701_01_front_ref.pdf
- [2] F. Firza and S. Sarjono, "Penerapan Algoritma K-Means Dalam Metode Clustering Untuk Peminatan Jurusan Bagi Siswa Swasta Pelita Raya Kota Jambi," *J. Manaj. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 3, pp. 371–382, 2020.
- [3] Y. Yee, N. Ariyanti, S. Puspita, and A. Hermawan, "MENENTUKAN JURUSAN CALON SISWA SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK) IMPLEMENTATION OF ALGORITHM C . 45 TO DETERMINE THE MAJOR OF PROSPECTIVE STUDENTS VOCATIONAL HIGHT SCHOOL (VHS)," vol. 11, no. 2, pp. 175–184, 2023.
- [4] D. Yulia, A. Pandu Kusuma, and D. Fanny Hebrasianto Permadi, "Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Prediksi Minat Penjurusan Siswa Di Smkn 1 Kademangan," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.,* vol. 6, no. 2, pp. 893–900, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5781.
- [5] V. Anestiviya and O. Pasaribu, "Analisis Pola Menggunakan Metode C4. 5 Untuk Peminatan Jurusan Siswa Berdasarkan Kurikulum (Studi Kasus: Sman 1 Natar)," *J. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [6] S. Andik and C. R. Rasa, "DATA MINING KLASIFIKASI KELULUSAN MAHASISWA MENGGUNAKAN METODE NAÏVE BAYES," vol. 4, 2022.
- [7] I. Istianah and D. Purnamasari, "Data Mining Dengan Model Klasifikasi Naïve Bayes Untuk Pengukuran Pemilihan Matakuliah Peminatan," *J. Ilm. Komputasi,* vol. 20, no. 4, 2021, doi: 10.32409/jikstik.20.4.2777.
- [8] R. Hikmatulloh, H. M. Putri, and Q. Aini,

- “Penerapan Decision Tree untuk Prediksi Kepuasan Pengguna Bus Transjakarta,” *Innov. Res. Informatics*, vol. 2, no. 2, pp. 40–46, 2020, doi: 10.37058/innovatics.v2i2.2014.
- [9] M. D. Alkhussayid and F. Ferdiansyah, “Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbors Pada Penentuan Jurusan Siswa,” *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, p. 25, 2022, doi: 10.30865/json.v4i1.4759.
- [10] S. M. Siroj, I. Arwani, and D. E. Ratnawati, “Analisis Sentimen Opini Publik pada Twitter terhadap Efek Pembelajaran Daring di Universitas Brawijaya menggunakan Metode K-Nearest Neighbor,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 7, pp. 3131–3140, 2021.
- [11] H. Nuraliza, O. Nurul Pratiwi, and F. Hamami, “Analisis Sentimen IMBD Film Review Dataset Menggunakan Support Vector Machine (SVM) dan Seleksi Feature Importance,” *J. Mirai Manaj.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–17, 2022.