

Analisis Tingkat Pemahaman Siswa Terhadap Mata Pelajaran Matematika Menggunakan Algoritma C4.5

Faby Apella Prayetno Putri*, M. Yusuf Ramadhan Nasution

Fakultas Sains Dan Teknologi, Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Email: ^{1,*}fprayetnop@gmail.com, ²ramadhannst@uinsu.ac.id

Email Penulis Korespondensi: fprayetnop@gmail.com

Abstrak—Pendidikan adalah aspek mendasar dalam kehidupan manusia yang memberikan setiap individu di Indonesia kesempatan untuk berkembang secara optimal. Sekolah sebagai lembaga formal memiliki peran penting dalam mendidik siswa serta membentuk lingkungan pembelajaran yang relevan dan bermanfaat untuk masa depan mereka. Pemahaman siswa terhadap mata pelajaran, terutama matematika, menjadi salah satu indikator utama keberhasilan pendidikan. Mengingat sifat matematika yang abstrak dan berjenjang, banyak siswa di tingkat sekolah yang mengalami kesulitan dalam memahami mata pelajaran ini. Oleh sebab itu, diperlukan upaya untuk menganalisis tingkat pemahaman peserta didik terhadap matematika guna meningkatkan efektivitas pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran matematika di Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Pematang Siantar dengan menerapkan teknik data mining menggunakan algoritma C4.5. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengukur akurasi dan performa algoritma C4.5 dalam mengklasifikasikan tingkat pemahaman siswa, dengan data yang dianalisis menggunakan bahasa pemrograman Python melalui platform Google Colab. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan penerapan algoritma C4.5 untuk mengolah dan mengklasifikasikan data. Algoritma ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman peserta didik dengan akurasi yang diukur sebesar 93,83%, yang menunjukkan bahwa teknik ini efektif digunakan dalam analisis. Dengan demikian, penerapan data mining menggunakan algoritma C4.5 di SMP Negeri 2 Pematang Siantar dapat menjadi alat yang efisien dalam mengidentifikasi kendala dalam pembelajaran matematika dan berpotensi meningkatkan kualitas pendidikan di sekolah tersebut.

Kata Kunci: Pendidikan; Matematika; Data Mining; Algoritma C4.5; Pemahaman Siswa

Abstract—Education is a fundamental aspect of human life that gives every individual in Indonesia the opportunity to develop optimally. Schools as formal institutions have an important role in educating students and shaping a learning environment that is relevant and beneficial for their future. Students' understanding of subjects, especially mathematics, is one of the main indicators of educational success. Given the abstract and multilevel nature of mathematics, many students at the school level experience difficulties in understanding this subject. Therefore, it is necessary to analyze the level of students' understanding of mathematics in order to improve the effectiveness of learning. This research aims to analyze the factors that influence students' level of understanding of mathematics subjects at Pematang Siantar State Junior High School 2 by applying data mining techniques using the C4.5 algorithm. This research also aims to measure the accuracy and performance of the C4.5 algorithm in classifying students' level of understanding, with data analyzed using the Python programming language through the Google Colab platform. The method used in this research involves applying the C4.5 algorithm to process and classify data. This algorithm enabled the researcher to identify learners' comprehension levels with a measured accuracy of 93.83%, indicating that the technique was effectively used in the analysis. Thus, the application of data mining using the C4.5 algorithm in SMP Negeri 2 Pematang Siantar can be an efficient tool in identifying obstacles in learning mathematics and potentially improving the quality of education in the school.

Keywords: Education; Mathematics; Data Mining; C4.5 Algorithm; Student Understanding

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan aspek terpenting pada kehidupan manusia, yang berarti seluruh orang di Indonesia memiliki hak untuk mengakses pendidikan yang diharapkan dapat berkembang melaluinya. Pendidikan dapat diartikan sebagai proses pada kehidupan yang memiliki tujuan untuk mengembangkan kemungkinan seluruh individu untuk dapat menjalani kehidupan dengan baik [1]. Kemampuan pemahaman matematis meliputi prinsip-prinsip disarm prosedur-prosedur operasional serta pengetahuan yang komprehensif tentang konsep-konsep matematis. Seseorang dapat dikatakan memiliki kemampuan pemahaman matematis, jika dapat mengingat dan memahami langkah-langkah dan menerapkan konsep matematis dalam berbagai konteks dan situasi menggunakan logika [2].

Beberapa faktor utama penyebab pemahaman murid yaitu materi yang dianggap sukar, rendahnya minat murid, minimnya konsentrasi murid dan minimnya pemahaman konsep murid [3]. Sekolah merupakan Lembaga yang formal yang diberikan tanggung jawab dalam mendidik. Peranan pihak sekolah memiliki pengaruh besar untuk sarana tukar pikiran untuk seluruh murid [4].

Pembelajaran matematika pada dasarnya memiliki sifat yang abstrak, dengan konsep dan prinsip yang bersifat bertingkat. Faktor ini menyebabkan banyak siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari mata pelajaran matematika. [5]. Matematika harus digunakan sebagai sarana untuk mengembangkan kecerdasan, keterampilan, dan membentuk kepribadian siswa. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), pendidikan juga mengalami perubahan [6].

Dalam era informasi dan teknologi seperti saat ini, data mining menjadi salah satu menjadi salah satu teknik yang dapat diterapkan untuk melakukan analisis data secara efisien dan efektif. Data mining merupakan proses menambang data atau usaha untuk menggali informasi yang berharga dan berguna dari database yang sangat besar [7]. Data mining adalah gabungan dari *machine learning*, *pattern recognition*, *database*, statistik, dan visualisasi yang digunakan untuk mengekstrak wawasan dari basis data besar. Proses ini melibatkan teknik statistik, matematika, dan kecerdasan buatan

untuk menganalisis data secara sistematis dan otomatis [8], [9]. Salah satu algoritma data mining yang sering digunakan adalah algoritma C4.5, yang memanfaatkan pohon Keputusan untuk mengklasifikasikan data. Data mining sendiri adalah proses penggalian atau penyaringan data dari Kumpulan data berukuran besar melalui serangkaian langkah untuk memperoleh informasi yang bernilai dari data tersebut. Data mining dapat membantu SMP Negeri 2 Pematang Siantar untuk menentukan seberapa besar Tingkat pemahaman mata pelajaran Matematika agar sekolah dapat mengetahui dan mencari cara untuk menanggulangi kendala yang ada dan yang dialami oleh para peserta didik.

SMP Negeri 2 Pematang Siantar merupakan termasuk 6 sekolah SMP Negeri terbaik di Kota Pematang Siantar. Hal ini juga akan mempengaruhi bagaimana Tingkat pemahaman siswanya pada mata Pelajaran Matematika agar sekolah dapat mengetahui dan mencari cara untuk menanggulangi kendala yang ada dan dialami oleh para peserta didik. SMP Negeri 2 Pematang Siantar sebagai sebuah sekolah yang berkomitmen untuk meningkatkan kualitas Pendidikan, memiliki keinginan untuk menganalisis Tingkat pemahaman siswa pada Pelajaran matematika. Oleh karena itu, penerapan data mining menggunakan algoritma C.45 diharapkan dapat membantu dalam menganalisis Tingkat pemahaman siswa pada Pelajaran matematika di SMP Negeri 2 Pematang Siantar secara efektif dan efisien.

Hasil penerapan metode C4.5 digunakan dalam mengklasifikasikan tingkatan pemahaman murid SMA Swasta Taman Siswa Tapian Dolok terhadap mata pelajaran matematika. Algoritma ini menghasilkan 18 model aturan atau keputusan, dengan sembilan (9) keputusan menunjukkan pemahaman dan sembilan (9) lainnya menunjukkan ketidakpahaman akurasi yang diperoleh adalah 95,19% [10].

Indikator media pembelajaran siswa yang memiliki gain sebesar 0,139393106 digunakan untuk menghitung hasil perhitungan algoritma C4.5 dengan Gain maksimal pada saat membuat media pembelajaran komputer Jaringan dasar. Dan didapatkan hasil akurasi sebesar 97,22% dengan menggunakan metode *decision tree* dengan *tools RapidMiner* [11].

Penerapan metode C4.5 telah memperoleh *decision tree* serta aturan, dengan total 27 aturan yang terbagi menjadi 18 aturan untuk keputusan paham dan 9 aturan untuk keputusan tidak paham. Variabel yang paling berpengaruh pada tingkat pemahaman mahasiswa dalam kelas daring meliputi suasana pembelajaran yang mendukung, alat pembelajaran yang memadai, metode pengajaran yang serius namun santai, jaringan yang stabil, dan komunikasi yang terbuka. Hasil variabel ini menunjukkan dampak signifikan terhadap pembelajaran mahasiswa, sehingga dosen perlu membangun komunikasi yang baik dengan mahasiswa dalam pembelajaran online [12].

Masalah pada penentuan tingkatan mahasiswa di mata kuliah Bahasa Pemrograman dapat diatasi memanfaatkan teknik penambangan data, khususnya metode C4.5. Algoritma ini memperoleh 6 aturan dengan nilai accuracy sebesar 84,38%. Melalui perhitungan memanfaatkan metode C4.5, penyebab yang paling berpengaruh adalah motifasi, dengan gain 0,342855113 [13].

Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan Tingkat pemahaman siswa dalam mata Pelajaran Matematika di SMP Negeri 2 Pematang Siantar. Yang dimana menggunakan algoritma C4.5 menggunakan Bahasa *Python* dengan *tools Google Colab*, yang dimana pada penelitian sebelumnya mungkin menggunakan banyak menggunakan perangkat lunak statis. Alasan menggunakan Google Colab sebagai tools yaitu dapat memberikan fleksibilitas dalam analisis data dan memungkinkan penggunaan Library modern yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi hasil.

Algoritma C4.5 dipilih untuk menganalisis tingkat pemahaman siswa pada mata pelajaran matematika karena kemampuannya yang fleksibel, interpretatif, dan efektif dalam mengolah dan memahami data pendidikan yang kompleks. Diharapkan bahwa temuan dari penelitian ini akan memberikan dampak positif bagi pihak sekolah, guru, dan siswa dalam mengambil langkah-langkah strategis untuk meningkatkan prestasi belajar matematika. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan berkontribusi dalam memperkaya pemahaman konsep matematika, yang dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa terhadap mata Pelajaran tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Proses data mining melibatkan penggunaan algoritma dan Teknik pembelajaran mesin yang canggih untuk mengidentifikasi pola, membuat prediksi, dan menemukan hubungan yang tidak terlihat sebelumnya dalam data [14]. Pengelompokan data mining berdasarkan fungsi yaitu deskripsi, klasifikasi, prediksi, Gambaran, *Clustering* dan asosiasi [15]. Klasifikasi adalah suatu bentuk prediksi yang menghasilkan label atau kategori tertentu untuk setiap contoh data. Proses ini melibatkan penentuan kelas atau kelompok yang sesuai untuk setiap data berdasarkan atribut-atribut yang dimiliki [16].

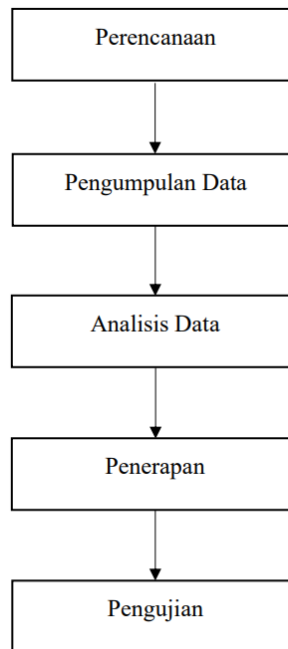
Dalam melakukan penelitian diperlukan sebuah metodologi penelitiann yang dimana model penelitian ini mencakup kerangka kerja yang menggambarkan langkah-langkah yang dilakukan selama proses penelitian, sehingga penelitian dapat berjalan secara sistematis dan tujuan yang diinginkan tercapai.

2.1 Algoritma C4.5

Algoritma C4.5 adalah salah satu teknik pohon Keputusan yang paling populer karena memiliki beberapa kelebihan. Salah satu keunggulannya adalah kemampuan untuk mengolah data yang beragam baik itu data benerik maupun diskrit. Algoritma ini juga termasuk salah satu yang paling cepat dalam membangun pohon Keputusan jika dibandingkan dengan algoritma lainnya, sehingga sangat efektif dalam mengolah data besar [17]. Algoritma C4.5 berusaha untuk membangun pohon keputusan yang mengklasifikasikan data. Sebuah fitur (atribut) dari kumpulan data diwakili oleh setiap simpul dalam pohon, dan keputusan atau nilainya diwakili oleh setiap cabang.

2.2 Kerangka Penelitian

Untuk memastikan penelitian ini berjalan dengan terorganisir dan efektif, maka disusunlah kerangka kerja penelitian. Yang berfungsi sebagai peta jalan yang mengarahkan seluruh proses penelitian, mulai dari perumusan masalah hingga kesimpulan. Dengan adanya kerangka penelitian diharapkan hasil penelitian ini dicapai secara optimal.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

2.3 Pengumpulan Data

2.3.1 Pengumpulan Data Kuisisioner

Dalam penelitian ini, untuk mendapatkan data dilakukan dengan cara mengisi kuisisioner yang akan menggunakan 4 atribut dalam melakukan klasifikasi terhadap Tingkat pemahaman siswa:

- Komunikasi (C1), dianggap sebagai faktor utama antara siswa dan guru, yang berpengaruh pada pemahaman siswa terhadap materi pelajaran.
- Suasana pembelajaran (C2), dimana guru yang mampu menciptakan suasana kelas yang kondusif akan mempermudah mahasiswa dalam memahami setiap materi yang diajarkan.
- Media pembelajaran (C3), memainkan peran penting dalam proses pembelajaran. Selain sebagai alat bantu dalam penyampaian materi, media pembelajaran juga dapat mempengaruhi perhatian siswa. Guru perlu menyediakan media yang efektif untuk menjaga fokus siswa pada materi pelajaran.
- Cara mengajar (C4), guru harus memiliki metode pengajaran yang unik agar materi yang disampaikan dapat menarik perhatian peserta didik. Pendekatan yang tidak monoton dan selalu kreatif diharapkan dapat meningkatkan efektivitas proses belajar mengajar

2.3.2 Studi Literatur

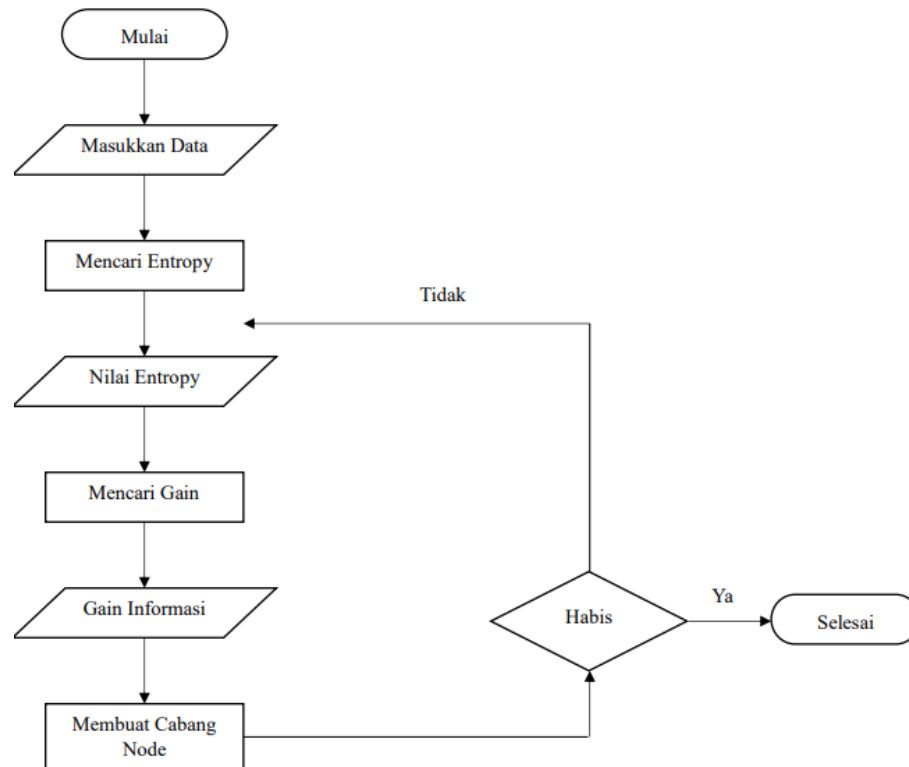
Teknik ini digunakan untuk mengeksplorasi berbagai teori yang terkait dengan masalah yang diteliti digunakan sebagai referensi dalam pembahasan penelitian. Kegiatan studi literatur yang dilakukan oleh peneliti meliputi pengumpulan data dari sumber pustaka, membaca dan mencatat informasi, serta mengolah bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian.

2.4 Analisis Data

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan data yang telah dikumpulkan secara langsung sebagai bahan penelitian, yang disebut sebagai data primer. Data primer ini diperoleh melalui metode pengumpulan data yang aktif, seperti penyebaran kuesioner, yang memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan informasi secara langsung dari sumbernya. Dengan demikian, data primer ini dapat dianggap sebagai sumber informasi yang paling akurat dan reliabel untuk penelitian.

2.5 Penerapan

Penerapan pada penelitian ini diawali dengan pengambilan data dari para siswa di SMP Negeri 2 Pematang Siantar yang akan diklasifikasikan, kemudian data yang didapat akan diolah menggunakan algoritma C4.5 dan akan diklasifikasikan menjadi dua kelas yaitu memiliki Tingkat pemahaman yang tinggi dan rendah.



Gambar 2. Flowchart Algoritma C4.5

Pada *flowchart* tersebut merupakan proses dari algoritma C4.5 yang akan memproses untuk penganalisisan tingkat pemahaman. *Flowchart* sendiri merupakan visual berupa gambar ataupun diagram yang menunjukkan aliran secara berurutan [18]. *Flowchart* terdiri dari berbagai simbol yang digunakan untuk menyusun struktur dan alur kerja [19]. Proses dimulai dengan memasukkan data siswa ke dalam sistem, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan entropi untuk mengukur ketidakpastian dalam data. Berdasarkan nilai entropi yang diperoleh, sistem akan mencari gain untuk menentukan atribut mana yang paling efektif untuk membagi data. Dengan atribut yang terpilih, sistem kemudian membuat cabang-cabang pohon Keputusan untuk mengklasifikasikan data siswa. Proses ini akan terus diulang sampai semua data terklasifikasi atau tidak ada lagi atribut yang dapat memberikan gain informasi yang signifikan. Kemudian, analisis akan selesai dengan terbentuknya pohon Keputusan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan memahami Tingkat pemahaman siswa terhadap matematika.

2.5 Pengujian

Pengujian dalam penelitian ini untuk melihat tingkat akurasi pada pemahaman siswa terhadap mata Pelajaran matematika dengan penghitungan manual. Kemudian, memberikan data yang diproses dengan *Google Colab* menggunakan bahasa *Python*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

Pada penelitian ini, data dikumpulkan melalui angket kepada siswa SMP Negeri 2 Pematang Siantar. Tahap ini melibatkan pengolahan data untuk menghasilkan informasi baru yang memudahkan pemahaman karakteristik data dan memberikan solusi untuk permasalahan. Proses ini dijelaskan secara terstruktur agar mudah dipahami.

Dari kuesioner yang dibagikan, penulis mengumpulkan sampel data dari 648 responden siswa SMP Negeri 2 Pematang Siantar. Penelitian ini menggunakan empat atribut untuk melakukan klasifikasi tingkatan pemahaman murid dalam bidang matematika, yaitu :

- Komunikasi, yang mempengaruhi interaksi antara siswa dan guru, berpengaruh pada pemahaman materi oleh siswa.
- Suasana Pembelajaran, yang mencakup lingkungan kelas yang mendukung pemahaman materi yang disampaikan oleh guru.
- Media Pembelajaran, media yang dimanfaatkan oleh pengajar dalam proses belajar mengajar.
- Metode ajar, metode yang digunakan pengajar dalam menyampaikan materi, yang berdampak signifikan pada pemahaman siswa

Setelah kuesioner dikumpulkan, peneliti melakukan analisis dengan menghitung rata-rata jawaban untuk setiap pertanyaan yang terkait dengan atribut yang digunakan. Data kuesioner ini diolah menggunakan statistik deskriptif dengan skala Likert 4 poin, yang terdiri dari Sangat Paham, Paham, Cukup Paham, dan Tidak Paham. Kemudian, data tersebut

diproses menggunakan Bahasa *Python* dan *Google Colab* untuk memastikan bahwa data tersebut valid, reliabel, dan akurat. Hasil rekapitulasi kuesioner kemudian disajikan dalam bentuk tabel di *Microsoft Excel*, seperti yang terlihat pada tabel 1 berikut.:

Tabel 1. Data hasil kuesioner penelitian

Responden	Komunikasi	Suasana Pembelajaran	Media Pembelajaran	Cara Mengajar	Hasil
R1	Paham	Paham	Cukup Paham	Paham	Tidak Paham
R2	Paham	Paham	Cukup Paham	Paham	Tidak Paham
R3	Paham	Cukup Paham	Paham	Paham	Tidak Paham
...					
R648	Cukup paham	Paham	Paham	Paham	Tidak Paham

Penerapan Algoritma C4.5 untuk memperoleh model aturan pohon keputusan dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. **Tahap 1:** Hitung kuantitas *case*, kuantitas *case* untuk Keputusan Paham, jumlah kasus untuk Keputusan Tidak Paham.
- b. **Langkah 2:** Hitung *Entropy* pada seluruh *case* dan *case* yang dibagi atas kelas atribut. Kemudian dilakukan perhitungan Gain untuk masing-masing atribut.

Menghitung Entropy total:

$$Entropy[total] = \sum_{i=1}^n -p_i * \log_2 P_i \quad (1)$$

$\sum_{i=1}^n$: Menunjukkan penjumlahan dari semua elemen dari $i = 1$ hingga $i = n$.

p_i : Probabilitas dari kelas i . Ini adalah dataset yang termasuk dalam kelas tersebut.

$\log_2 P_i$: Logaritma basis 2 dari probabilitas p_i . Logaritma ini digunakan untuk mengukur ketidakpastian

$$= \left(-\frac{240}{648} * \log_2 \left(\frac{240}{648} \right) \right) + \left(-\frac{408}{648} * \log_2 \left(\frac{408}{648} \right) \right)$$

$$= 0.950956048$$

Menghitung Entropy dan Gain Komunikasi Siswa:

$$Entropy[Komunikasi Siswa - Sangat Paham] = \left(-\frac{56}{58} * \log_2 \left(\frac{56}{58} \right) \right) + \left(-\frac{2}{58} * \log_2 \left(\frac{2}{58} \right) \right)$$

$$= 0.216396932$$

$$Entropy[Komunikasi Siswa - Paham] = \left(-\frac{148}{258} * \log_2 \left(\frac{148}{258} \right) \right) + \left(-\frac{110}{258} * \log_2 \left(\frac{110}{258} \right) \right)$$

$$= 0.984294439$$

$$Entropy[Komunikasi Siswa - Cukup Paham] = \left(-\frac{56}{58} * \log_2 \left(\frac{56}{58} \right) \right) + \left(-\frac{2}{58} * \log_2 \left(\frac{2}{58} \right) \right)$$

$$= 0.524805135$$

$$Entropy[Komunikasi Siswa - Tidak Paham] = \left(-\frac{0}{28} * \log_2 \left(\frac{0}{28} \right) \right) + \left(-\frac{28}{28} * \log_2 \left(\frac{28}{28} \right) \right)$$

$$= 0$$

$$Gain[total, Komunkasi] = Entropy(s) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * Entropy(S_i) \quad (2)$$

$Entropy(s)$: Entropi dari seluruh dataset.

S_i : Subset dari dataset S yang dihasilkan setelah membagi dataset berdasarkan atribut tertentu.

$\frac{|S_i|}{|S|}$: Rasio ukuran subset S_i terhadap ukuran keseluruhan dataset S .

$Entropy(S_i)$: Entropi dari subset S_i yang mengukur ketidakpastian dalam subset tersebut.

$$= 0.216396932 - \left(\frac{58}{648} * 0.216396932 \right) + \left(\frac{258}{648} * 0.984294439 \right) + \left(\frac{304}{648} * 0.524805135 \right) + \left(\frac{28}{648} * 0 \right)$$

$$= 0.0293487301$$

Menghitung Entropy dan Gain Suasana Pembelajaran:

$$Entropy[Suasana Pembelajaran - Sangat Paham] = \left(-\frac{124}{144} * \log_2 \left(\frac{124}{144} \right) \right) + \left(-\frac{20}{144} * \log_2 \left(\frac{20}{144} \right) \right)$$

$$= 0.581321499$$

$$Entropy[Suasana Pembelajaran - Paham] = \left(-\frac{114}{371} * \log_2 \left(\frac{114}{371} \right) \right) + \left(-\frac{257}{371} * \log_2 \left(\frac{257}{371} \right) \right)$$

$$= 0.890005914$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy}[\text{Suasana Pembelajaran} - \text{Cukup Paham}] &= \left(-\frac{2}{131} * \log_2\left(\frac{2}{131}\right)\right) + \left(-\frac{129}{131} * \log_2\left(\frac{129}{131}\right)\right) \\ &= 0.113970208 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy}[\text{Suasana Pembelajaran} - \text{Tidak Paham}] &= \left(-\frac{0}{2} * \log_2\left(\frac{0}{2}\right)\right) + \left(-\frac{2}{2} * \log_2\left(\frac{2}{2}\right)\right) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gain}[\text{total, Suasana Pembelajaran}] &= \text{Entropy}(s) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * \text{Entropy}(S_i) \\ &= 0.293487301 - \left(\frac{144}{648} * 0.581321499\right) + \left(\frac{371}{648} * 0.890005914\right) \\ &\quad + \left(\frac{2}{648} * 0.113970208\right) + \left(\frac{2}{648} * 0\right) = 0.289177365 \end{aligned}$$

Menghitung Entropy dan Gain Media Pembelajaran:

$$\begin{aligned} \text{Entropy}[\text{Media Pembelajaran} - \text{Sangat Paham}] &= \left(-\frac{58}{58} * \log_2\left(\frac{58}{58}\right)\right) + \left(-\frac{0}{58} * \log_2\left(\frac{0}{58}\right)\right) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy}[\text{Media Pembelajaran} - \text{Paham}] &= \left(-\frac{165}{333} * \log_2\left(\frac{165}{333}\right)\right) + \left(-\frac{168}{333} * \log_2\left(\frac{168}{333}\right)\right) \\ &= 0.999941453 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy}[\text{Media Pembelajaran} - \text{Cukup Paham}] &= \left(-\frac{17}{239} * \log_2\left(\frac{17}{239}\right)\right) + \left(-\frac{222}{239} * \log_2\left(\frac{222}{239}\right)\right) \\ &= 0.370125425 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy}[\text{Media Pembelajaran} - \text{Tidak Paham}] &= \left(-\frac{0}{18} * \log_2\left(\frac{0}{18}\right)\right) + \left(-\frac{18}{18} * \log_2\left(\frac{18}{18}\right)\right) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gain}[\text{total, Media Pembelajaran}] &= \text{Entropy}(s) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * \text{Entropy}(S_i) \\ &= 0.293487301 - \left(\frac{58}{648} * 0\right) + \left(\frac{333}{648} * 0.999941453\right) \\ &\quad + \left(\frac{239}{648} * 0.370125425\right) + \left(\frac{18}{648} * 0\right) = 0.300584937 \end{aligned}$$

Menghitung Entropy dan Gain Cara Mengajar:

$$\begin{aligned} \text{Entropy}[\text{Cara Mengajar} - \text{Sangat Paham}] &= \left(-\frac{88}{95} * \log_2\left(\frac{88}{95}\right)\right) + \left(-\frac{7}{95} * \log_2\left(\frac{7}{95}\right)\right) \\ &= 0.379524378 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy}[\text{Cara Mengajar} - \text{Paham}] &= \left(-\frac{141}{374} * \log_2\left(\frac{141}{374}\right)\right) + \left(-\frac{233}{374} * \log_2\left(\frac{233}{374}\right)\right) \\ &= 0.955899507 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy}[\text{Cara Mengajar} - \text{Cukup Paham}] &= \left(-\frac{11}{175} * \log_2\left(\frac{11}{175}\right)\right) + \left(-\frac{164}{175} * \log_2\left(\frac{164}{175}\right)\right) \\ &= 0.338683817 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy}[\text{Cara Mengajar} - \text{Tidak Paham}] &= \left(-\frac{0}{4} * \log_2\left(\frac{0}{4}\right)\right) + \left(-\frac{4}{4} * \log_2\left(\frac{4}{4}\right)\right) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gain}[\text{total, Cara Mengajar}] &= \text{Entropy}(s) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * \text{Entropy}(S_i) \\ &= 0.293487301 - \left(\frac{95}{648} * 0.379524378\right) + \left(\frac{374}{648} * 0.955899507\right) \\ &\quad + \left(\frac{11}{648} * 0.338683817\right) + \left(\frac{4}{648} * 0\right) = 0.252142932 \end{aligned}$$

Tabel 2 berikut ini adalah hasil perhitungan nilai Entropy dan Gain yang diuraikan pada:

Tabel 2. Perhitungan Node 1

Node 1		Jumlah (s)	Paham	Tidak Paham	Entropy	Gain
Total		648	240	408	0,9500956048	
Komunikasi	Sangat Paham	58	56	2	0,216396932	0,293487301
	Paham	258	148	110	0,984294439	
	Cukup Paham	304	36	268	0,524805135	
	Tidak Paham	28	0	28	0	
Suasana Pembelajaran	Sangat Paham	144	124	20	0,581321499	0,289177365
	Paham	371	144	257	0,890005914	
	Cukup Paham	131	2	129	0,113970208	
	Tidak Paham	2	0	2	0	
Media Pembelajaran	Sangat Paham	58	58	0	0	0,300584937
	Paham	333	165	168	0,999941453	
	Cukup Paham	239	17	222	0,370125425	
	Tidak Paham	18	0	18	0	
Cara Mengajar	Sangat Paham	95	88	7	0,379524378	0,252142932
	Paham	374	141	233	0,955899507	
	Cukup Paham	175	11	164	0,338683817	
	Tidak Paham	4	0	4	0	

- c. **Langkah 3:** Berdasarkan hasil perhitungan yang tercantum dalam Tabel 2, Media pembelajaran merupakan atribut dengan nilai tertinggi, dengan nilai maksimum gain sebesar 0,300584937. Hasilnya, atribut media pembelajaran dipilih sebagai node akar. Kasus dikategorikan ke dalam satu pilihanyakni paham. Berdasarkan nilai atribut Paham dan Cukup Paham, hasilnya secara jelas antara paham dan Tidak Paham, sehingga diperlukan perhitungan lebih lanjut untuk menyelesaikan klasifikasi tersebut.

Berikut ini adalah perhitungan Media Pembelajaran – Paham yang ditunjukkan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Perhitungan Node 1.1

Media Pembelajaran - Paham		Jumlah	Paham	Tidak Paham	Entropy	Gain
Total		333	165	168	0,999941453	
Komunikasi	Sangat Paham	19	18	1	0,287472249	0,21141921
	Paham	155	118	37	0,792887926	
	Cukup Paham	154	29	125	0,697926252	
	Tidak Paham	5	0	5	0	
Suasana Pembelajaran	Sangat Paham	71	68	3	0,252530772	0,313646296
	Paham	198	95	103	0,998822089	
	Cukup Paham	64	2	62	0,200622324	
	Tidak Paham	0	0	0	0	
Cara Mengajar	Sangat Paham	39	39	0	0	0,268964557
	Paham	215	120	95	0,99022469	
	Cukup Paham	78	6	72	0,391243564	
	Tidak Paham	1	1	0	0	

Berdasarkan Tabel 3, Media Pembelajaran ini terbagi ke dalam tiga kategori yaitu Komunikasi, Suasana Pembelajaran, dan Cara Mengajar. Dari perhitungan yang telah dilakukan mendapatkan Gain yang dimana untuk mengukur seberapa besar pengurangan entropi. Dari tabel ini, terlihat bahwa Suasana Pembelajaran memiliki Gain tertinggi dengan 0,313646.

Tabel 4. Perhitungan Node 1.1.1

Suasana Pembelajaran- Sangat Paham		Jumlah	Paham	Tidak Paham	Entropy	Gain
Total		71	68	3	0,25253077	
Komunikasi	Sangat Paham	8	8	0	0	0,07447464
	Paham	41	41	0	0	
	Cukup Paham	22	19	3	0,57463569	
Cara Mengajar	Tidak Paham	0	0	0	0	0,13612707
	Sangat Paham	16	16	0	0	
	Paham	46	46	0	0	

Cukup Paham	9	6	3	0,91829583
Tidak Paham	0	0	0	0

Setelah memilih Suasana Pembelajaran sebagai atribut yang paling informatif pada tabel 3, pada tabel 4 akan melanjutkan analisis pada subset data yang telah dibagi berdasarkan Suasana Pembelajaran. Dari hasil tabel 4, Cara Mengajar menunjukkan gain tertinggi 0,136127 dalam subset ini.

Tabel 5. Perhitungan *Node* 1.1.1.1

Cara Mengajar – Cukup Paham	Jumlah	Paham	Tidak Paham	Entropy	Gain
Total	9	6	3	0,918295834	
Komunikasi					0,9182956
Sangat Paham	0	0	0	0	
Paham	6	6	0	0	
Cukup Paham	3	0	3	0	
Tidak Paham	0	0	0	0	

Pada tabel ini, memfokuskan pada subset data yang telah dibagi lebih lanjut berdasarkan Cara Mengajar. Pada tabel ini, Komunikasi memiliki nilai Gain sebesar 0,918296.

Tabel 6. Perhitungan *Node* 1.1.2

Suasana Pembelajaran- Paham	Jumlah	Paham	Tidak Paham	Entropy	Gain
Total	198	95	103	0,998822089	
Komunikasi					0,457814894
Sangat Paham	9	9	0	0	
Paham	92	76	16	0,666578358	
Cukup Paham	93	10	83	0,492410921	
Tidak Paham	4	0	4	0	
Cara Mengajar					0,298926371
Sangat Paham	21	21	0	0	
Paham	139	74	65	0,996973757	
Cukup Paham	37	0	37	0	
Tidak Paham	1	0	1	0	

Pada tabel 6, atribut yang digunakan untuk membagi data adalah Suasana Pembelajaran – Paham. Atribut Komunikasi memiliki entropi yang lebih rendah dan Gain yang lebih tinggi yaitu 0,457814894 yang menunjukkan bahwa atribut ini lebih efektif dalam memisahkan data dibandingkan dengan atribut Cara Mengajar.

Tabel 7. Perhitungan *Node* 1.1.2.1

Komunikasi - Paham	Jumlah	Paham	Tidak Paham	Entropy	Gain
Total	92	76	16	0,666578358	
Cara Mengajar					0,666578358
Sangat Paham	11	11	0	0	
Paham	65	65	0	0	
Cukup Paham	16	0	16	0	
Tidak Paham	0	0	0	0	

Pada Tabel 7, yang lebih lanjut membagi data berdasarkan Komunikasi – Paham. Hasilnya menunjukkan bahwa atribut Cara Mengajar memiliki Entropi yang lebih rendah dan Gain yang tinggi (0,666578358).

Tabel 8. Perhitungan *Node* 1.1.2.2

Komunikasi - Cukup Paham	Jumlah	Paham	Tidak Paham	Entropy	Gain
Total	93	10	83	0,4924100921	
Cara Mengajar					0,4924100921
Sangat Paham	10	10	0	0	
Paham	64	64	0	0	
Cukup Paham	19	0	19	0	
Tidak Paham	0	0	0	0	

Pada Tabel 8, yang menganalisis berdasarkan Komunikasi – Cukup Paham. Atribut Cara Mengajar kembali digunakan untuk memisahkan data, dan memiliki Entropi dan Gain yang sama sebesar 0,4924100921.

Tabel 9. Perhitungan *Node* 1.1.3

Suasana Pembelajaran – Ckp Paham	Jumlah	Paham	Tidak Paham	Entropy	Gain
----------------------------------	--------	-------	-------------	---------	------

Total		64	2	62	0,200622324	
Komunikasi	Sangat Paham	2	1	1	1	0,07767186
	Paham	22	1	21	0,266764988	
	Cukup Paham	39	0	39	0	
	Tidak Paham	1	0	1	0	
Cara Mengajar	Sangat Paham	2	2	0	0	0,200622324
	Paham	30	0	30	0	
	Cukup Paham	32	0	32	0	
	Tidak Paham	0	0	0	0	

Pada tabel 9, merupakan lanjutan dari perhitungan pada tabel 6. Dengan memfokuskan pada subset “Cukup Paham”, tabel ini membantu dalam mengidentifikasi keputusan yang lebih spesifik.

Tabel 10. Perhitungan *Node 1.2*

Media Pembelajaran – Cukup Paham		Jumlah	Paham	Tidak Paham	Entropy	Gain
Total		239	17	222	0,370125425	
Komunikasi	Sangat Paham	5	4	1	0,721928095	0,086910587
	Paham	79	10	69	0,547990008	
	Cukup Paham	136	3	133	0,152849228	
	Tidak Paham	19	0	18	0	
Suasana Pembelajaran	Sangat Paham	29	12	17	0,978449329	0,119278984
	Paham	149	5	144	0,211927979	
	Cukup Paham	60	0	60	0	
	Tidak Paham	1	0	1	0	
Cara Mengajar	Sangat Paham	15	8	7	0,996791632	0,107142392
	Paham	137	9	128	0,349642849	
	Cukup Paham	84	0	84	0	
	Tidak Paham	3	0	3	0	

Berdasarkan Tabel 10, Media Pembelajaran ini terbagi ke dalam tiga kategori yaitu Komunikasi, Suasana Pembelajaran, dan Cara Mengajar. Setiap kategori menampilkan jumlah siswa yang “Paham” dan “Tidak Paham” terhadap materi Pelajaran matematika. Dari perhitungan yang telah dilakukan mendapatkan Gain yang dimana untuk mengukur seberapa besar pengurangan entropi. Dari tabel ini, terlihat bahwa Suasana Pembelajaran memiliki Gain tertinggi dengan 0,313646.

Tabel 11. Perhitungan *Node 1.2.1*

Suasana Pembelajaran – Sangat Paham		Jumlah	Paham	Tidak Paham	Entropy	Gain
Total		29	12	17	0,978449329	
Komunikasi	Sangat Paham	2	2	0		0,416233784
	Paham	8	7	1		
	Cukup Paham	19	3	16		
	Tidak Paham	0	0	0		
Cara Mengajar	Sangat Paham	5	5	0	0	0,988699408
	Paham	16	7	9	0,988699408	
	Cukup Paham	8	0	8	0	
	Tidak Paham	0	0	0	0	

Setelah memilih Suasana Pembelajaran – Sangat Paham sebagai atribut yang paling informatif pada tabel 10, pada tabel 11 akan melanjutkan analisis pada subset data yang telah dibagi berdasarkan Suasana Pembelajaran. Dari hasil tabel 11, Cara Mengajar menunjukkan gain tertinggi 0,988699408 dalam subset ini.

Tabel 12. Perhitungan *Node 1.2.2*

Suasana Pembelajaran – Paham		Jumlah	Paham	Tidak Paham	Entropy	Gain
Total		149	5	144	0,211927979	
Komunikasi	Sangat Paham	3	2	1	0,918295834	0,079121848
	Paham	58	3	55	0,29367631	
	Cukup Paham	75	0	75	0	
	Tidak Paham	13	0	13	0	
Cara Mengajar	Sangat Paham	6	3	3	1	0,078364749

Paham	92	2	90	0,15109671
Cukup Paham	49	0	49	0
Tidak Paham	2	0	2	0

Pada Tabel 12, Suasana Pembelajaran – Paham sebagai atribut yang didapatkan dari Tabel 10 dikarenakan perhitungan Entropi yang tidak pasti dan dari perhitungan dari Tabel 12 menghasilkan Gain terbesar 0,079121848 dengan Atribut Komunikasi.

Tabel 13. Perhitungan Node 1.2.2.1

Komunikasi - Sangat Paham	Jumlah	Paham	Tidak Paham	Entropy	Gain
Total	3	2	1	0,91829583	
Cara Mengajar					0,91829583
Sangat Paham	0	0	0		
Paham	2	2	0		
Cukup Paham	1	0	1		
Tidak Paham	0	0	0		

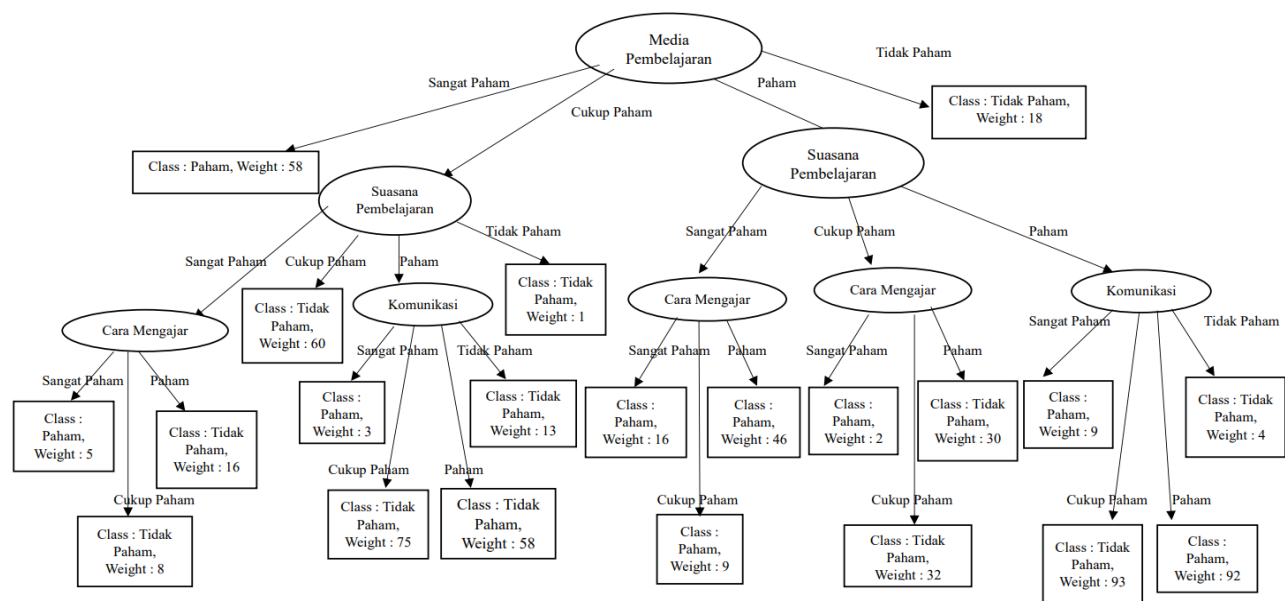
Pada Tabel 13, Komuniiasi – Sangat Paham sebagai atribut yang didapatkan dari Tabel 12 yang memerlukan perhitungan lebih lanjut dikarenakan masih ada Entropi atau nilai yang belum memiliki kepastian dan memperoleh Gain sebesar 0,91829583 dari atribut Cara Mengajar

Tabel 14. Perhitungan Node 1.2.2.2

Komunikasi - Paham	Jumlah	Paham	Tidak Paham	Entropy	Gain
Total	58	3	55	0,29367631	
Cara Mengajar					0,29367631
Sangat Paham	3	3	0	0	
Paham	45	0	45	0	
Cukup Paham	10	0	10	0	
Tidak Paham	0	0	0	0	

Pada Tabel 14, Komuniiasi –Paham sebagai atribut yang didapatkan dari Tabel 12 yang memerlukan perhitungan lebih lanjut dikarenakan masih ada Entropi atau nilai yang belum memiliki kepastian dan memperoleh Gain sebesar 0,29367631 dari atribut Cara Mengajar

Setelah menghitung setiap atribut dan memperoleh gain tertinggi, proses perhitungan selesai, dan pohon keputusan metode C4.5 telah terbentuk.. Pohon keputusan merupakan suatu representasi visual yang sederhana dan efisien untuk menggambarkan proses klasifikasi data ke dalam beberapa kelas [20]. Setiap cabang dalam pohon mewakili persyaratan yang harus terpenuhi, sedangkan setiap ujung pohon menunjukkan kelas dari data yang bersangkutan [21].



Gambar 2. Pohon Keputusan

3.2 Pengujian

Setelah model selesai dipelajari, langkah berikutnya adalah menguji model tersebut memiliki total akurasi keseluruhan yang cukup tinggi, yaitu sekitar 93,83%. Untuk akurasi per kelas, dalam model sedikit lebih tinggi dalam memprediksi kelas “Tidak paham” yaitu 95,10% dibandingkan dengan kelas “Paham” 91,67%.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma C4.5 memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mengelompokkan tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran matematika di SMP Negeri 2 Pematang Siantar. Dari data yang diperoleh, terungkap bahwa 240 siswa memiliki tingkat pemahaman yang sangat baik, sementara 408 siswa masih kurang memahami materi. Penggunaan metode C4.5 dengan alat *Google Colab* dengan Bahasa *Python* menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi, yakni 93,89%, sehingga dapat dijadikan referensi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika. Selain itu, hasil penelitian ini juga mengindikasikan bahwa atribut “Media Pembelajaran” dan “Cara Mengajar” memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap siswa, sehingga perlu diperhatikan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika.

REFERENCES

- [1] Pristiwanti. D., Badariah. B., Hidayat. S., Dewi. R. S. "Pengertian Pendidikan", *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, Vol. 4, 2022 doi : <https://doi.org/10.31004/jpdk.v4i6.9498>.
- [2] Husna, I., Didik Purwosetiyono, F. X., & Endahwuri, E., "Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa dalam Memecahkan Masalah Trigonometri ditinjau dari Kemampuan Matematika," *Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, vol. 2, no. 6, pp. 501-509, 2020, doi: 10.26877/imajiner.v2i6.6787.
- [3] Buyung, R. Wahyuni, and Mariyam, "Faktor Penyebab Rendahnya Pemahaman Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika di SD 14 Semperiuik", *A Journal of Education Review and Research*, vol. 5, no. 1, 2022, doi: 10.26737/jerr.v5i1.3538.
- [4] Y. Alpian, S. W. Anggraeni, U. Wiharti, and M. N. Soleha, "Pentingnya Pendidikan," *Jurnal Buana Pengabdian*, Vol 1, No 1, 2019, doi : <https://doi.org/10.36805/jurnalbuanapengabdian.v1i1.581>.
- [5] Dinata, D. D., Habbah, E. S. M., Lathifah. R., Noviyanti. D.,"Proses Pembelajaran Matematika Di Sekolah Dasar Dalam Masa Pandemi Covid-19", *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, (Vol. 4), 2022.
- [6] Bellinda, Pandra, V., Fauziah, A., "Pembelajaran Matematika Melalui Pendekatan PMRI Terhadap Kemampuan Pemahaman Matematis," *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 2023, doi : <https://doi.org/10.29100/jp2m.v9i2.4192>
- [7] Darmawan, I. A., Randy, M. F., Yuniyanto, I., Mutoffar, M. M., & Salis, M. T. P., "Penerapan data mining menggunakan algoritma ariori untuk menentukan pola golongan penyandang masalah kesejahteraan sosial", *Sebatik*, Vol. 26, No. 1, pp. 223–230, 2022, doi: <https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i1.1622>.
- [8] Pratiwi, E. N., Suryadi, L., Ardhy, F., & Riswanto, P., "Penerapan data mining prediksi penjualan mebel terlaris menggunakan metode K-Nearest Neighbor(K-NN) (Studi Kasus : Toko Zerita Meubel)", In *Jurnal Sistem Informasi Musirawas*, Vol. 7, No. 2, 2022 doi : <https://doi.org/10.32767/jusim.v7i2.1697>.
- [9] Gede, I., Sudipa, I., & Darmawiguna, M., "Buku ajar Data Mining", PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2024.
- [10] Zhila Azhari, D., Sudahri Damanik, I., & Suhendro, D., "Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Klasifikasi Tingkat Pemahaman Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika", *Penerapan Teknologi dan Sistem Komputer*, Vol. 1, No. 1, 2022
- [11] Dewi, S., "Penerapan Algoritma C4.5 untuk Pemahaman Siswa SMK Pada Pelajaran Kompetensi Keahlian", *INTERNAL (Information System Journal)*, Vol. 5, No.2, pp.116–125., 2022, doi : <https://doi.org/10.32627>.
- [12] Tarigan, A. A., & Pakereng, M. A. I., "Penentuan Tingkat Pemahaman Mahasiswa dalam Matakuliah Kelas Daring dengan Algoritma C4.5 (Studi Kasus: Mahasiswa/i FTI Angkatan 2019)", In *Jurnal Sains Komputer & Informatika, J-SAKTI* Vol. 7, No. 1, 2023, doi : <http://dx.doi.org/10.30645/j-sakti.v7i1.597>.
- [13] Halimah, D., Ridwan, M., Stikom, L., Bangsa, T., & Saputra, W., "Algoritma C4.5 Untuk Menentukan Klasifikasi Tingkat Pemahaman Mahasiswa Pada Mata Kuliah Bahasa Pemrograman", *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)*, Vol. 1, No. 3, 2022, <https://doi.org/10.55606/jtmei.v1i3.534>.
- [14] Riandari, F., & Simangunsong, A., "Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Mengukur Tingkat Kepuasan Mahasiswa", *Terakreditasi DIKTI*, Vol.3, No.2, 2019.
- [15] Saputra, E., & Fauzi, R., "Implementasi Data Mining K-Nearest Neighbor Pada Penerimaan Karyawan Di PT Dwi Sumber Arca Waja", *JURNAL COMASIE*, Vol.06, No.04, 2022.
- [16] Fitriani, E., "Perbandingan Algoritma C4.5 dan Naïve Bayes Untuk Menentukan Kelayakan Penerimaan Bantuan Program Keluarga Harapan". *SISTEMASI : Jurnal Sistem Informasi* Vol 9, No.1, 2020, doi: <https://doi.org/10.32520/stmsi.v9i1.596>.
- [17] Ramadhan Nasution, Y., Furqan, M., Rahma Matondang, T., Komputer, I., dan Teknologi, S., & Islam Negeri Sumatera Utara, "Penerapan Algoritma C4.5 Pada Klasifikasi Status Gizi Balita", *Jurnal FASILKOM (teknologi inFormAsi dan Ilmu KOMputer)*, 2024, doi : <https://doi.org/10.37859/jf.v14i1.6941>.
- [18] Sutanti, A., Komaruddin, M., Damayanti, P., & Studi Sistem Informasi Metro, P. U. "Rancang Bangun Aplikasi Perpustakaan Keliling Menggunakan Pendekatan Terstruktur", *Jurnal Ilmiah Komputer Dan Informatika (KOMPUTA)*, Vol. 9, No.1 , 2020, doi : 10.34010/komputa.v9i1.3718.
- [19] Budiman, I.O., Saori, S., Nurul Anwar, R., Yuga Pangestu, M., Administrasi Bisnis, J., Ilmu Administrasi dan Humaniora, F., & Muhammadiyah Sukabumi, U., "Analisis Pengendalian Mutu di Bidang Industri Makanan (Studi Kasus : UMKM Mochi Kaswari Lampung Kota Sukabumi)", *Jurnal Inovasi Penelitian*, Vol. 1, No. 10, 2021, doi : 10.47492/jip.v1i10.419.
- [20] Nasrullah, A. H., "IMPLEMENTASI ALGORITMA DECISION TREE UNTUK KLASIFIKASI PRODUK LARIS", *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, Vol.7, No.2, 2021, doi : 10.35329/jiik.v7i2.203.
- [21] Aidi Saputra, K., Tata Hardinata, J., Ridwan Lubis, M., Retno Andani, S., & Syahputra Saragih, I. (2020). Algoritma C4.5 Dalam Penerapan Tingkat Kepuasan Siswa Terhadap Media Pembelajaran Online. *Media Online*, *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Klasifikasi* , Vol. 1, No. 3, 2020, doi : <https://doi.org/10.30865/klik.v1i2.120>.