



## PENERAPAN ALGORITMA C4.5 UNTUK ANALISIS TINGKAT KEPUASAN SANTRIWAN SANTRIWATI PESANTREN DARUL ULUM MAMBAUL HUDA

Muhammad Ikhsan Aji<sup>1</sup>, Rakhmat Kurniawan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri

Sumatera Utara, Medan, Indonesia 20353

Mhdikhsanaji17@gmail.com, rakhmat.kr@uinsu.ac.id

### Abstract

*Student satisfaction is an important indicator for evaluating the quality of educational services in Islamic boarding schools. Therefore, an analytical method capable of accurately identifying the factors that influence student satisfaction is needed. This study aims to analyze the satisfaction levels of male and female students at Pesantren Darul Ulum Mambaul Huda using the C4.5 algorithm. The C4.5 algorithm is used to build a classification model by calculating entropy and information gain to identify the most influential attributes affecting satisfaction levels. The data used in this research were collected through questionnaires that included several assessment variables, including teaching quality, facilities, services, and discipline. The analysis process consisted of several stages, including data cleaning, calculating entropy and information gain, constructing the decision tree, and evaluating the model's performance using a confusion matrix. The results show that the C4.5 algorithm achieves high classification accuracy and identifies that teaching quality and boarding school facilities are the most influential factors. Thus, the C4.5 algorithm can serve as an effective tool for boarding school management to improve the quality of educational services and the learning environment for students.*

**Keywords:** C4.5 Algorithm, Data Mining, Decision Tree, Pesantren Darul Ulum Mambaul Huda, Student Satisfaction

### Abstrak

Kepuasan para santri adalah salah satu hal penting untuk menilai bagaimana baiknya pelayanan pendidikan di pesantren. Karena itu, dibutuhkan cara analisis yang mampu menemukan faktor-faktor yang memengaruhi kepuasan santri secara tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kepuasan para santriwan dan santriwati di Pesantren Darul Ulum Mambaul Huda dengan menggunakan algoritma C4.5. Algoritma C4.5 digunakan untuk membuat model klasifikasi dengan menghitung entropi dan *information gain* untuk mengetahui atribut apa yang paling berpengaruh terhadap tingkat kepuasan. Data yang digunakan didapat dari penyebaran kuesioner yang mencakup beberapa variabel penilaian seperti kualitas pengajaran, fasilitas, pelayanan, dan kedisiplinan. Proses analisis dilakukan dengan beberapa tahap seperti pembersihan data, menghitung nilai entropi dan *information gain*, membuat pohon keputusan, serta menguji kinerja model menggunakan *confusion matrix*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma C4.5 mampu menghasilkan akurasi yang baik dalam mengklasifikasikan tingkat kepuasan santri serta menemukan bahwa kualitas pengajaran dan fasilitas pesantren adalah faktor yang paling berpengaruh. Dengan demikian, algoritma C4.5 dapat menjadi alat bantu efektif bagi pihak pesantren dalam meningkatkan kualitas pelayanan pendidikan dan pengelolaan lingkungan belajar santri.

**Kata kunci:** Algoritma C4.5, Data Mining, Kepuasan Santri, Pesantren Darul Ulum Mambaul Huda, Pohon Keputusan

### 1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan dasar penting dalam membentuk manusia yang berkualitas dan mampu bersaing. Pesantren memiliki peran penting sebagai lembaga pendidikan Islam dalam sistem pendidikan nasional Indonesia [1]. Pesantren tidak hanya mengajarkan ilmu agama, tetapi juga membentuk karakter, nilai-nilai kebaikan, serta mendorong kemandirian para santri. Umumnya, pesantren berupa lembaga berasrama yang dikelola oleh seorang kyai atau

ulama, dengan bantuan para ustaz yang hidup bersama para santri. Semua kegiatan belajar, beribadah, dan kehidupan sehari-hari dilakukan di lingkungan pesantren, menciptakan sistem pendidikan yang berlangsung sepanjang hari dan mempererat hubungan sesama warga pesantren [2]. Peran pesantren semakin berubah dengan berkembangnya zaman. Selain mengajarkan ilmu agama, pesantren kini juga memberikan pendidikan umum, keterampilan hidup, serta kemampuan mengikuti perkembangan teknologi [3]. Hal ini

sesuai dengan ajaran Al-Qur'an dalam Surah Al-Mujadilah ayat 11 yang menyatakan bahwa Allah akan meningkatkan derajat orang-orang yang beriman dan berpengetahuan. Oleh karena itu, menguasai ilmu pengetahuan menjadi bagian penting dalam meningkatkan kualitas pendidikan Islam [4]. Agar proses belajar di pesantren berjalan baik, perlu diperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi kenyamanan dan kebahagiaan santri, seperti kualitas pembelajaran, disiplin, fasilitas, serta hubungan sosial.

Peran pesantren dalam membentuk karakter santri sangat vital, karena selain aspek akademik, pesantren juga menjadi tempat pembinaan akhlak dan kedisiplinan. Menurut berbagai penelitian terbaru, pesantren memberikan bimbingan secara intensif dalam pembentukan karakter yang berlandaskan nilai-nilai keagamaan dan sosial, sehingga santri dapat menghadapi tantangan kehidupan modern dengan kepribadian yang baik. Hal ini diperkuat oleh pendekatan pembelajaran yang holistik di pesantren yang memadukan aspek spiritual dan sosial dalam kehidupan sehari-hari santri [5]. Temuan ini menunjukkan bahwa pendidikan pesantren tidak hanya mengajarkan materi, tetapi juga membentuk karakter seseorang. Karena itu, cara mengukur kepuasan santri tidak hanya melalui proses belajar, tetapi juga melalui perkembangan kepribadian dan pembinaan akhlak mereka.

Namun, dalam masa kini, penilaian kenyamanan dan kepuasan santri masih dilakukan secara subjektif dan tidak terstruktur, sehingga pengambilan keputusan kurang tepat. Ketidakpuasan yang tidak ditangani dengan baik dapat mengurangi semangat belajar, bahkan menyebabkan santri meninggalkan pesantren [6]. Kondisi ini menunjukkan bahwa diperlukan cara yang lebih adil agar hasil penilaian bisa dipercaya dan benar-benar mencerminkan kondisi nyata santri di lingkungan pesantren.

Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan yang terstruktur dan menggunakan data untuk mengevaluasi tingkat kepuasan santri secara adil dan jelas. Penelitian ini bertujuan mengklasifikasikan tingkat kepuasan santri berdasarkan beberapa faktor, seperti kondisi asrama, sistem pembelajaran, disiplin, kualitas makanan, serta hubungan sosial dan kenyamanan psikologis [7]. Untuk menganalisis data, digunakan algoritma C4.5, yaitu metode pengklasifikasian dalam *data mining* yang bisa membuat pohon keputusan berdasarkan atribut yang paling berpengaruh, melalui perhitungan *gain* dan *gain ratio*.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa algoritma C4.5 efektif dalam menyelesaikan masalah klasifikasi di berbagai bidang, termasuk pendidikan. Algoritma ini mampu menghasilkan model pohon keputusan yang memudahkan dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap suatu permasalahan, seperti tingkat kepuasan santri [8]. Dengan demikian, penggunaan algoritma C4.5 dalam penelitian ini tidak hanya bertindak sebagai alat analisis, tetapi juga digunakan sebagai cara

untuk mengetahui faktor utama yang secara nyata mempengaruhi tingkat kenyamanan santri.

Hal ini menjadi dasar untuk menerapkan metode ini dalam mengklasifikasikan tingkat kepuasan santri di Pesantren Darul Ulum Mambaul Huda. Pesantren ini dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki jumlah santri yang banyak, latar belakang yang beragam, serta aktivitas yang intens, sehingga cocok untuk menerapkan pendekatan analisis berbasis data [9]. Pemilihan lokasi ini juga memberi kesempatan untuk mendapatkan data yang lebih beragam, sehingga hasil klasifikasi dapat mencerminkan tingkat kepuasan santri secara lebih mencerminkan kondisi nyata.

Selain itu, penting juga untuk memahami arti dari hasil penelitian mengenai kepuasan santri. Mengidentifikasi faktor-faktor yang paling berpengaruh tidak hanya memberi gambaran tentang kondisi sebenarnya di pesantren, tetapi juga menunjukkan seberapa sesuai layanan pendidikan yang diberikan dengan kebutuhan dan harapan santri. Sebab itu, hasil penelitian ini bisa menjadi acuan bagi para pengambil kebijakan pesantren dalam menentukan program yang paling penting, memperbaiki sarana dan prasarana, memperkuat sistem pembinaan, serta meningkatkan kualitas proses belajar mengajar. Hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya menjawab tujuan penelitian, tetapi juga memberikan petunjuk praktis bagi pihak pesantren dalam mengambil keputusan strategis untuk meningkatkan kualitas pelayanan. Selain itu, hasil penelitian ini bisa menjadi acuan bagi penelitian berikutnya untuk menjelajahi pendekatan atau metode lain yang lebih lengkap dalam mengukur tingkat kepuasan santri atau mengevaluasi aspek-aspek penting lain dalam sistem pendidikan pesantren.

Beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan algoritma C4.5 menunjukkan bahwa metode ini konsisten dalam memberikan prediksi dan klasifikasi yang tepat. Contohnya, dalam bidang pendidikan, algoritma ini mampu menemukan faktor utama yang mempengaruhi kepuasan atau hasil belajar siswa. Di bidang layanan [10], penelitian juga menunjukkan bahwa C4.5 efektif dalam memproses data yang rumit untuk mengambil keputusan yang lebih akurat. Kesimpulan dari penelitian tersebut semakin memperkuat alasan mengapa algoritma C4.5 dipilih dalam penelitian ini [11], serta memberikan dasar ilmiah yang membenarkan penggunaan metode ini untuk mengevaluasi secara menyeluruh dan berbasis data tingkat kepuasan santri. Artinya, penelitian ini tidak hanya bermanfaat untuk kepentingan akademik, tetapi juga bisa membantu pesantren dalam meningkatkan kenyamanan para santri berdasarkan indikator-indikator yang sudah terbukti secara ilmiah.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan penerapan *data mining* di bidang pendidikan Islam, serta menghasilkan rekomendasi berbasis data yang bisa digunakan untuk meningkatkan kualitas layanan pesantren secara berkelanjutan dan bisa menyesuaikan dengan perkembangan era Revolusi Industri

4.0. Dengan demikian, penelitian ini bisa menjadi langkah pertama dalam menerapkan sistem evaluasi digital yang menggunakan data di pesantren, sehingga nantinya dapat meningkatkan kualitas pendidikan dan kesejahteraan santri.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode klasifikasi *data mining* melalui penerapan algoritma C4.5. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengklasifikasikan tingkat kepuasan santri terhadap layanan pesantren berdasarkan sejumlah atribut yang telah ditentukan.

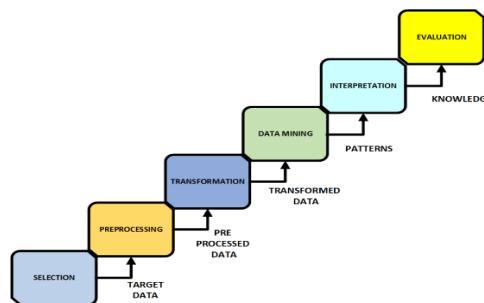
### 2.1 Metode Pengumpulan Data, Instrumen Penelitian, dan Metode Pengujian

Data dalam penelitian ini dikumpulkan menggunakan metode Kuantitatif dengan pendekatan Kuesioner (angket) Kuesioner adalah salah satu teknis pengambilan data dalam penelitian ini dengan melampirkan pertanyaan-pertanyaan yang akan diberikan kepada responden untuk dijawab [12]. Pertanyaan-pertanyaan yang ditujukan kepada santri Pesantren Darul Ulum Mambaul Huda yang digunakan sebagai acuan penelitian dalam menganalisis algoritma C4.5 untuk memprediksi kepuasan santri terhadap pelayanan yang diberikan oleh pesantren mencakup 5 faktor yaitu Kondisi asrama, Sistem pembelajaran, Kedisiplinan dan tata tertib, Kualitas makanan, Hubungan sosial dan kenyamanan psikologis dari Pesantren Darul Ulum Mambaul Huda

Instrumen kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini perlu diuji validitas dan reliabilitasnya agar dapat memastikan bahwa data yang dikumpulkan benar-benar mencerminkan kondisi yang ingin diteliti. Untuk mengukur validitas, kita bisa menggunakan pendekatan *content validity ratio* (CVR) dan *content validity index* (CVI). Sementara itu, reliabilitas instrumen bisa dihitung dengan menggunakan rumus KR-20 atau model *Rasch*, yang menunjukkan sejauh mana hasil pengukuran instrumen tersebut konsisten. Selain itu, dalam penelitian sebelumnya yang menggunakan algoritma C4.5 untuk mengukur tingkat kepuasan siswa terhadap layanan pendidikan, metode survei dan *data mining* dengan algoritma C4.5 terbukti efektif dalam menemukan faktor-faktor utama yang memengaruhi kepuasan responden, serta mampu memberikan hasil klasifikasi yang akurat [13].

Instrumen penelitian diuji dengan memanfaatkan perangkat lunak *Microsoft Excel* dan *Python* (pustaka *pandas*, *scikit-learn*, *matplotlib*). Pada aplikasi *Google Colab Python* digunakan dalam proses penerapan algoritma C4.5 untuk membentuk pohon keputusan serta melakukan pengujian akurasi model menggunakan *confusion matrix*. Pada Metode pengujian, langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan perhitungan awal menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* untuk mendapatkan hasil sesuai dengan flowchart algoritma C4.5. Selanjutnya, dilakukan penerapan

proses sebagai bagian utama dari analisis penelitian. Prosedur analisis ini mengikuti tahapan dalam konsep *Knowledge Discovery in Database* (KDD) [14], Adapun penjelasan tahapan mengenai diagram *Knowledge Discovery in Database* dapat dilihat pada Gambar 1.

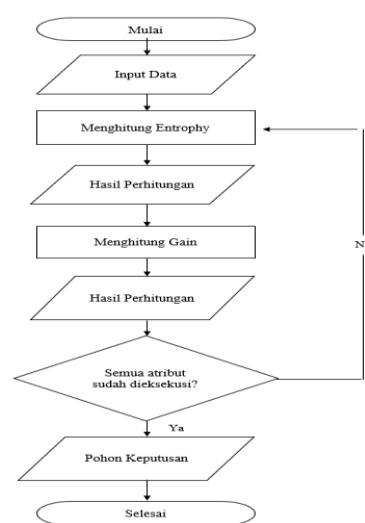


Gambar 1. Diagram *Knowledge Discovery in Database* (KDD)

KDD terdiri dari empat tahap utama. Tahap pertama adalah *selection*, yaitu pemilihan data yang relevan dari hasil kuesioner santri Pesantren Darul Ulum Mambaul Huda sebagai dasar penerapan *data mining*. Tahap kedua adalah *transformation*, yaitu proses pengolahan data hasil kuesioner menjadi format yang siap dianalisis. Data tersebut diubah ke dalam format CSV agar dapat dibaca dan diproses menggunakan *Python* pada *platform Google Colab*. Tahap ketiga adalah *data mining*, yaitu penerapan algoritma klasifikasi C4.5 untuk menemukan pola dan hubungan antar atribut yang memengaruhi tingkat kepuasan santri. Tahap terakhir adalah *interpretation* atau *evaluation*, yaitu tahap interpretasi hasil dari proses *data mining*. Pada tahap ini, informasi yang dihasilkan dari program *Python* diolah untuk menampilkan pola klasifikasi yang menggambarkan tingkat kepuasan santri terhadap layanan pesantren secara sistematis dan objektif [15].

### 2.2 Tahapan penelitian

Adapun tahapan penelitian tertera pada diagram Alur Algoritma C4.5 pada Gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Diagram alur Algoritma C4.5

Proses penggunaan algoritma C4.5 dalam penelitian ini terdiri dari beberapa langkah utama, seperti yang ditunjukkan dalam diagram alur penelitian. Langkah pertama adalah memasukkan data, yaitu hasil kuesioner yang dimasukkan ke dalam sistem untuk dianalisis. Data tersebut terdiri dari nilai-nilai dari setiap atribut yang diteliti, seperti kondisi asrama, sistem pembelajaran, tingkat kedisiplinan, kualitas makanan, dan hubungan sosial santri [16]. Selanjutnya dilakukan perhitungan *entropy* dan *information gain* untuk menentukan atribut mana yang mempengaruhi tingkat kepuasan santri secara signifikan.

Atribut yang memiliki nilai *information gain* terbesar digunakan sebagai simpul utama (*root node*) dalam pembentukan pohon keputusan. Setelah itu dilakukan pembentukan pohon keputusan, di mana data dibagi ke dalam cabang-cabang berdasarkan atribut paling berpengaruh. Dari hasil pembentukan pohon keputusan, diperoleh aturan keputusan (*decision rules*) yang menunjukkan hubungan antara kombinasi atribut dengan kategori tingkat kepuasan, seperti "Sangat Baik", "Baik", "Cukup", dan "Kurang". Tahap terakhir adalah mengevaluasi hasil, di mana model yang dibuat diuji menggunakan *confusion matrix* untuk mengetahui tingkat akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*, sehingga dapat diketahui seberapa efektif algoritma C4.5 dalam mengklasifikasikan tingkat kepuasan santri secara objektif.

Proses mempersiapkan data sebelum menggunakan algoritma C4.5 sangat penting agar data yang digunakan dalam membuat model memiliki kualitas yang baik. Tahap ini mencakup membersihkan data, mengisi bagian yang kosong, serta memilih atribut yang relevan untuk memastikan hasil analisis lebih tepat dan tidak terganggu oleh data yang tidak perlu. Salah satu cara yang sering digunakan adalah *forward selection*, yaitu metode memilih atribut yang paling berpengaruh berdasarkan nilai *information gain* untuk membentuk pohon keputusan yang terbaik [17].

Setelah model klasifikasi dibuat dengan menggunakan algoritma C4.5, langkah berikutnya adalah menguji model dengan metode validasi silang, seperti *10-fold cross-validation*, agar pasti model tidak terlalu cocok dengan data latihan (*overfitting*) dan tetap bisa menghasilkan prediksi yang baik untuk data baru. Untuk mengevaluasi performa model, digunakan *confusion matrix* yang tidak hanya menunjukkan tingkat akurasi, tetapi juga memberikan gambaran lengkap melalui perhitungan *precision*, *recall*, dan *F1-score*, yang semuanya penting dalam proses pengambilan keputusan di bidang pendidikan [18].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Data

Data dalam penelitian ini didapatkan dari hasil kuesioner yang diberikan kepada santriwan dan santriwati di Pesantren Darul Ulum Mambaul Huda. Kuesioner tersebut dibuat

berdasarkan referensi dari penelitian sebelumnya dan berperan sebagai data primer dengan atribut target yang terdiri dari dua kategori, yaitu "Puas" dan "Tidak Puas". Selanjutnya, data tersebut dianalisis menggunakan algoritma C4.5 untuk mengetahui pola kepuasan para santri. pertanyaan yang di ajukan kepada responden tertera pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kode Atribut Pertanyaan Kepuasan Santri

Kode	Pertanyaan
A1	Bagaimana penilaian Anda terhadap kebersihan kondisi asrama?
A2	Bagaimana tingkat <i>keamanan</i> yang Anda rasakan selama tinggal di asrama?
A3	Apakah fasilitas pendukung di asrama seperti kamar, tempat tidur, dan fasilitas umum memadai dan berfungsi dengan baik?
A4	Bagaimana penilaian Anda terhadap respon dan bantuan petugas pengelola asrama saat Anda membutuhkan?
A5	Seberapa nyaman kondisi lingkungan asrama (misalnya ventilasi, suhu, kebisingan)?
A6	Seberapa puas Anda dengan metode pembelajaran yang digunakan di pesantren?
A7	Bagaimana penilaian Anda terhadap ketersediaan dan kualitas media pembelajaran (buku, modul, alat bantu)?
A8	Apakah jadwal pembelajaran sudah sesuai dan menyediakan waktu istirahat yang cukup?
A9	Sejauh mana komunikasi dan interaksi antara pengajar dan santri selama pembelajaran?
A10	Bagaimana Anda menilai fasilitas ruang kelas dan lingkungan belajar di pesantren?
A11	Seberapa patuh Anda terhadap peraturan kedisiplinan yang berlaku di pesantren?
A12	Bagaimana penilaian Anda terhadap penerapan tata tertib saat kegiatan ibadah, belajar, dan harian?
A13	Apakah hukuman atau sanksi yang diterapkan sudah efektif dalam meningkatkan kedisiplinan Anda?
A14	Apakah Anda merasa aturan tata tertib diterapkan secara konsisten oleh pengurus atau ustazd?
A15	Seberapa puas Anda terhadap fasilitas dan lingkungan pesantren yang mendukung penerapan kedisiplinan?
A16	Seberapa puas Anda dengan rasa makanan yang disajikan di pesantren?
A17	Bagaimana penilaian Anda terhadap aroma makanan yang disajikan?
A18	Apakah tekstur makanan yang disajikan sesuai dengan harapan Anda?
A19	Seberapa bervariasi menu makanan yang disajikan selama Anda tinggal di pesantren?
A20	Apakah Anda merasa porsi makanan sudah cukup dan memenuhi kebutuhan gizi Anda?
A21	Seberapa nyaman Anda berinteraksi dan menjalin hubungan sosial dengan sesama santri di pesantren?
A22	Apakah Anda merasa mendapat dukungan emosional dari teman dan pengurus pesantren saat menghadapi masalah pribadi?
A23	Bagaimana penilaian Anda terhadap suasana lingkungan pesantren yang mendukung rasa kekeluargaan dan persaudaraan?
A24	Seberapa puas Anda terhadap keterbukaan dan kemudahan berkomunikasi dengan pengurus atau ustazd terkait masalah pribadi/akademik?
A25	Apakah Anda merasa lingkungan pesantren membantu mengurangi stres dan tekanan selama menjalani proses pembelajaran?

### 3.2 Penyajian Data

Setelah pengambilan data responden selesai maka didapat data berikut sebagai hasil dari pada pengambilan suara. Dengan keterangan “Sangat Baik”, “Baik”, “Cukup” dan “Kurang” hasil kepuasan dapat di simpulkan pada Tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Hasil Pengambilan Suara Responden

Nama	Kondisi Asrama					Sistem Pembelajaran			
	Kode	A1	A2	A3	A4	A5	A1	A2	A3
Rudi	B	K	C	K	K	C	K	C	C
Nur	B	B	SB	SB	B	C	B	C	K
Gina	B	B	B	B	C	C	C	C	B
Rika	B	C	C	K	B	B	C	SB	B
Juan	B	C	C	K	B	B	K	C	B
Andre	B	C	B	B	SB	B	C	K	B
Ridho	B	C	C	B	B	SB	B	B	C

Nama	Kondisi Asrama					Sistem Pembelajaran			
	Kode	A1	A2	A3	A4	A5	A1	A2	A3
Putra	B	SB	C	C	K	B	K	C	B
Robi	B	SB	SB	SB	B	SB	SB	C	SB
Muaz	B	SB	SB	SB	SB	SB	C	SB	B
Hafizd	K	C	C	B	K	K	SB	B	B
Husna	B	C	SB	SB	C	SB	C	B	B

### 3.3 Model Klasifikasi Algoritma C4.5

Model klasifikasi dalam penelitian ini dibuat dengan menggunakan 160 data dari responden, yaitu 94 santri yang merasa puas dan 66 santri yang tidak puas terhadap layanan pesantren. Pohon keputusan dibuat melalui algoritma C4.5, di mana perhitungan nilai *entropy* dan *information gain* dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel berdasarkan rumus yang sudah dijelaskan sebelumnya. penjumlahan dan hasil perhitungan *entropy* dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Entropy*

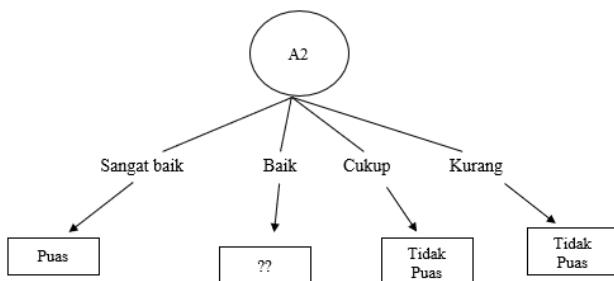
<i>Node</i>	<i>Jumlah</i>		<i>Puas</i>	<i>Tidak Puas</i>	<i>Entropy</i>	<i>Information Gain</i>
Total			160	94	66	
	Sangat baik	47	35	28	0,8196	
A1	Baik	82	54	20	0,9262	
	Cukup	23	5	6	0,7219	0,1496
	Kurang	8	0	12	0	
A2	Sangat baik	28	20	33	28	
	Baik	98	61	19	98	0,2116
	Cukup	31	8	9	31	
	Kurang	13	5	5	13	
	Sangat baik	54	40	14	0,8560	
	Baik	74	48	26	0,9403	
A3	Cukup	22	5	17	0,8113	0,1267
	Kurang	10	1	9	0,4690	
	Sangat baik	58	43	15	0,8323	
	Baik	59	28	21	0,9759	
A4	Cukup	36	14	22	0,9403	0,0765
	Kurang	17	9	8	0,9970	
	Sangat baik	22	18	4	0,6840	
	Baik	51	36	15	0,8740	
A5	Cukup	55	29	26	0,9979	0,0926
	Kurang	32	11	21	0,9284	

<b>Node</b>		<b>Jumlah</b>	<b>Puas</b>	<b>Tidak Puas</b>	<b>Entropy</b>	<b>Information Gain</b>
	Sangat baik	47	38	29	0,9787	
	Baik	70	41	23	0,9436	
A6						0,0893
	Cukup	36	13	5	0,8631	
	Kurang	7	2	9	0,7046	
	Sangat baik	40	33	7	0,669	
	Baik	66	38	28	0,9834	
A7	Cukup	40	20	20	1	0,1143
	Kurang	14	3	11	0,7496	
	Sangat baik	37	32	5	0,5714	
	Baik	39	27	12	0,8905	
A8	Cukup	68	28	40	0,9774	0,0765
	Kurang	16	7	9	0,9887	
	Sangat baik	54	41	13	0,7963	
	Baik	54	41	13	0,7963	
A9	Cukup	77	43	34	0,9901	0,0648
	Kurang	22	8	14	0,9457	
	Sangat baik	7	2	5	0,8631	
	Baik	34	30	4	0,5226	
A10	Cukup	79	53	26	0,914	0,1909
	Kurang	32	9	23	0,8571	
	Sangat baik	15	2	13	0,5665	
	Baik	38	28	10	0,8315	
A11	Cukup	73	50	23	0,8989	0,0955
	Kurang	39	14	25	0,9418	
	Sangat baik	53	42	11	0,7368	
	Baik	72	40	32	0,9911	
A12	Cukup	26	9	17	0,9306	0,0849
	Kurang	9	3	6	0,9183	
	Sangat baik	29	25	4	0,5788	
	Baik	68	41	27	0,9692	
A13	Cukup	56	27	29	0,9991	0,0854
	Kurang	7	1	6	0,5917	
	Sangat baik	37	34	3	0,406	
	Baik	65	41	24	0,9501	
A14	Cukup	47	17	30	0,9441	0,1736
	Kurang	11	2	9	0,684	
	Sangat baik	32	29	3	0,4489	

	<i>Node</i>	<i>Jumlah</i>	<i>Puas</i>	<i>Tidak Puas</i>	<i>Entropy</i>	<i>Information Gain</i>
	Baik	62	42	10	0,9072	
A15	Cukup	49	21	28	0,9852	0,1792
	Kurang	17	2	15	0,5226	
	Sangat baik	11	10	1	0,4395	
	Baik	28	23	5	0,6769	
A16	Cukup	62	39	23	0,9514	0,1091
	Kurang	59	22	37	0,9529	
	Sangat baik	20	18	2	0,469	
	Baik	41	35	6	0,6006	
A17	Cukup	51	26	25	0,9997	0,1778
	Kurang	48	15	33	0,896	
	Sangat baik	5	5	0	0	
	Baik	21	19	2	0,4537	
A18	Cukup	48	32	16	0,9183	0,1105
	Kurang	86	38	48	0,9902	
	Sangat baik	16	13	3	0,6962	
	Baik	38	31	7	0,6892	
A19	Cukup	66	34	32	0,9993	0,0895
	Kurang	40	16	24	0,971	
	Sangat baik	18	16	2	0,5033	
	Baik	34	28	6	0,6723	
A20	Cukup	51	32	19	0,9526	0,1541
	Kurang	57	18	39	0,8997	
	Sangat baik	42	29	13	0,8926	
	Baik	77	50	27	0,9346	
A21	Cukup	35	13	22	0,9518	0,051
	Kurang	6	2	4	0,9183	
	Sangat baik	23	21	2	0,4262	
	Baik	64	46	18	0,8571	
A22	Cukup	49	21	28	0,9852	0,1502
	Kurang	24	6	18	0,8113	
	Sangat baik	40	35	5	0,5436	
	Baik	66	45	21	0,9024	
A23	Cukup	38	10	28	0,8315	0,1911
	Kurang	16	4	12	0,8315	
	Sangat baik	29	24	5	0,6632	
	Baik	62	43	19	0,889	
A24	Cukup	56	23	33	0,9769	0,0988

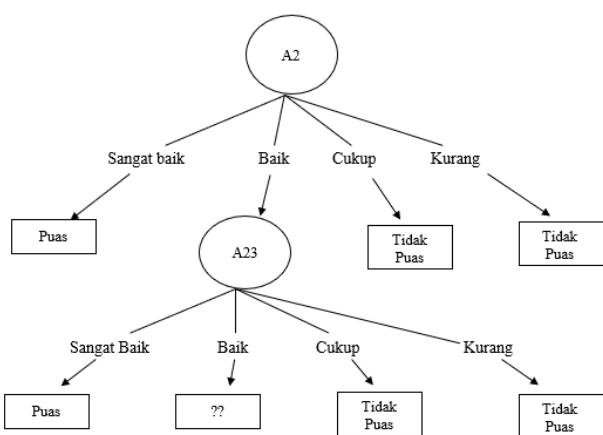
<i>Node</i>	Jumlah	Puas	Tidak Puas	<i>Entropy</i>	<i>Information Gain</i>
Kurang	13	4	9	0,8905	
Sangat baik	25	23	2	0,4022	
Baik	50	36	14	0,8555	
A25	Cukup	54	26	0,999	0,1421
Kurang	31	9	22	0,8691	

Dari perhitungan di atas memiliki nilai *information gain* paling tinggi adalah atribut A2 yang nilainya 0,2116. Oleh karena itu, yang akan menjadi *node* akar pertama dari pohon keputusan adalah atribut A2. Adapun hasil daripada pohon keputusan pertama tertera pada Gambar 3 berikut.



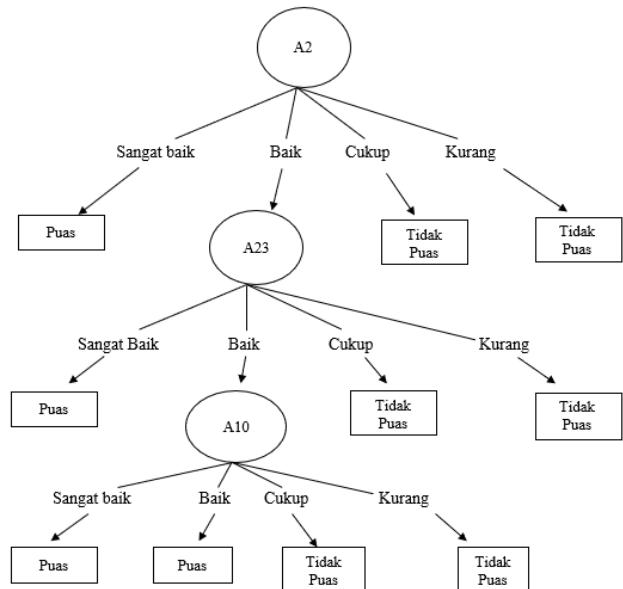
Gambar 3. Node Akar Keputusan

Cabang berikutnya dalam pohon keputusan berasal dari atribut A6 dengan kategori "baik". Atribut yang memiliki nilai kedua tertinggi adalah A23 dengan nilai 0,1911, sehingga menjadi cabang untuk atribut A2 dengan kategori "baik". Pohon keputusan sementara. Adapun hasil dari pohon keputusan kedua tertera pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Pohon Keputusan Node 2

Sebagai pohon perhitungan terakhir dengan nilai atribut tertinggi ialah atribut A10 dengan nilai mencapai 0,1909. Adapun hasil daripada pohon keputusan terakhir tertera pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Pohon Keputusan Akhir

### 3.4 Model Klasifikasi Algoritma C4.5 dengan Python

Penelitian ini menggunakan atribut masukan A1 hingga A25 dengan label "Puas" dan "Tidak Puas". Algoritma C4.5 diterapkan menggunakan bahasa pemrograman *Python* di Google Colab melalui *browser Chrome*. Sebelum memulai proses penulisan kode, pastikan semua *library* seperti *NumPy*, *Pandas*, *Scikit-learn*, *Graphviz*, dan *Python* sudah terinstal, serta data sudah diunggah ke *file sample* data untuk tahap awal tampilan *dataset*. Adapun hasil data yang ditampilkan pada *google colab* dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.

NO.	Nama	Kondisi_Arsrama	Unnamed: 3	Unnamed: 4	Unnamed: 5	Unnamed: 6	Sistem_Pembelajaran	Unnamed: 8	Unnamed: 9	
0	NaN	NaN	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
1	1.0	Mheisa Rismaya	Baik	Baik	Kurang	Cukup	Kurang	Cukup	Kurang	Cukup
2	2.0	Nur Aisyah Fliri	Baik	Baik	Sangat baik	Sangat baik	Baik	Cukup	Baik	Cukup
3	3.0	Aulia Hafiznah	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Cukup
4	4.0	Safira Khairunisa	Baik	Baik	Baik	Baik	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup

5 rows × 28 columns

Gambar 6. Menampilkan Data

Setelah data ditampilkan, selanjutnya melakukan penggantian data kategorik ke numerik dengan menggunakan *replace*. Adapun *coding* yang dicantumkan guna mengubah data menjadi numerik dapat dilihat pada Gambar 7.

```

mapping = {"Sangat Baik": 4, "Baik": 3, "Cukup": 2, "Kurang": 1}
dataset["A1"] = dataset["A1"].replace(mapping)
dataset["A2"] = dataset["A2"].replace(mapping)
dataset["A3"] = dataset["A3"].replace(mapping)
dataset["A4"] = dataset["A4"].replace(mapping)
dataset["A5"] = dataset["A5"].replace(mapping)
dataset["A6"] = dataset["A6"].replace(mapping)
dataset["A7"] = dataset["A7"].replace(mapping)
dataset["A8"] = dataset["A8"].replace(mapping)
dataset["A9"] = dataset["A9"].replace(mapping)
dataset["A10"] = dataset["A10"].replace(mapping)
dataset["A11"] = dataset["A11"].replace(mapping)
dataset["A12"] = dataset["A12"].replace(mapping)
dataset["A13"] = dataset["A13"].replace(mapping)
dataset["A14"] = dataset["A14"].replace(mapping)
dataset["A15"] = dataset["A15"].replace(mapping)
dataset["A16"] = dataset["A16"].replace(mapping)
dataset["A17"] = dataset["A17"].replace(mapping)
dataset["A18"] = dataset["A18"].replace(mapping)
dataset["A19"] = dataset["A19"].replace(mapping)
dataset["A20"] = dataset["A20"].replace(mapping)
dataset["A21"] = dataset["A21"].replace(mapping)
dataset["A22"] = dataset["A22"].replace(mapping)
dataset["A23"] = dataset["A23"].replace(mapping)
dataset["A24"] = dataset["A24"].replace(mapping)
dataset["A25"] = dataset["A25"].replace(mapping)
dataset.head()

```

Gambar 7. Mengubah Data Kategorik ke Numerik

Kemudian menampilkan data yang telah diubah menjadi data numerik. kemudian dapat dilihat hasil tampilan pada Gambar 8.

	Unnamed: 0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	Unnamed: 27
0	1	Melisa Ramaya	3.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2	1	2	1	3	1	2	2	3	3	Tidak Puas	
1	2	Nur Aisyah Fitri	3.0	3.0	2.0	4.0	3.0	2	3	2	2	1	2	1	2	2	3	3	Puas
2	3	Aulia Halifzah	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	Puas
3	4	Safira Khairunisa	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2	2	2	2	1	2	2	3	3	3	3	Puas
4	5	Alina Khumaira Lubis	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	3	1	1	3	2	3	2	3	2	3	3	Puas

Gambar 8. Tampilan Data Setelah di Replace

Selanjutnya membagi *dataset* menjadi dua bagian, yaitu data latih dan data uji. Data latih digunakan sebanyak 80% dan data uji sebanyak 20%. Setelah itu mengaktifkan fungsi *decision tree* dengan menggunakan *library scikit-learn*. Adapun kode program guna membuat model *decision tree* dapat dilihat pada Gambar 9.

```

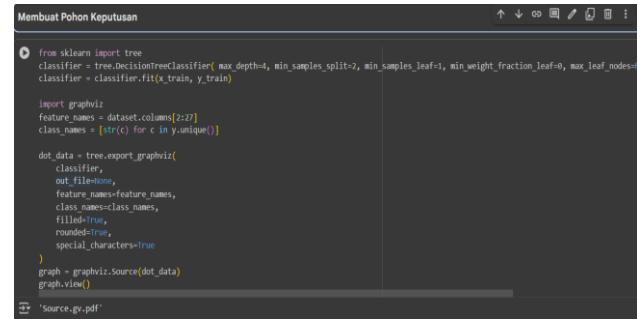
x = dataset.iloc[:, 2:27].apply(pd.to_numeric, errors="coerce").fillna(0).values
y = dataset.iloc[:, 27].astype(str).str.strip()

from sklearn.model_selection import train_test_split
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(
    x, y, test_size=0.2, random_state=0
)

```

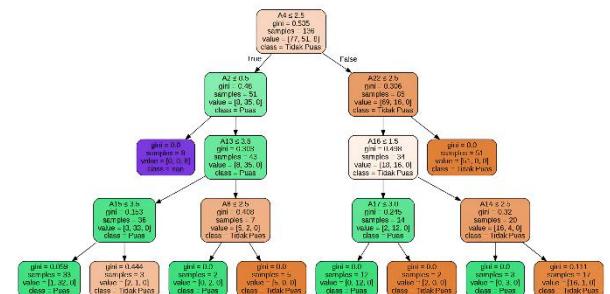
Gambar 9. Memodelkan Decision Tree

Selanjutnya, dibuat diagram pohon keputusan berdasarkan 160 data menggunakan *library pydotplus* dan fungsi *DecisionTreeClassifier* yang digunakan untuk membuat pohon keputusan serta menampilkan hasilnya dalam format pdf. Lalu *coding* untuk membuat pohon keputusan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Membuat Pohon Keputusan

Maka akan terlihat pohon keputusan seperti berikut, yang merupakan representasi visual dari proses klasifikasi menggunakan algoritma C4.5 di mana akar pohon merepresentasikan atribut dengan *informasi gain* tertinggi yang membagi *dataset* ke cabang-cabang berdasarkan nilai atribut tersebut, sehingga sampai pada simpul daun berisi kelas keputusan. pohon ini mempermudah pengambilan keputusan karena mampu mengidentifikasi pola dan hubungan antar atribut yang paling berpengaruh terhadap tingkat kepuasan santri secara sistematis dan intuitif. Dan *output* pohon keputusan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Prediksi Pohon Keputusan

Kemudian melakukan pengujian data *testing* untuk mengetahui performa model dan akurasi algoritma C4.5 sehingga menampilkan tampilan sebagai berikut pada Gambar 12.

```

from sklearn.metrics import classification_report
y_pred = classifier.predict(x_test)

# Confusion Matrix
cm = classification_report(y_test, y_pred)
print("Confusion Matrix:\n", cm)

```

	precision	recall	f1-score	support
Puas	0.74	0.82	0.78	17
Tidak Puas	0.77	0.67	0.71	15
nan	1.00	1.00	1.00	2
accuracy			0.76	34
macro avg	0.84	0.83	0.83	34
weighted avg	0.77	0.76	0.76	34

Gambar 12. Akurasi Algoritma C4.5

Berdasarkan gambar di atas menyatakan bahwa hasil *classification report* menunjukkan bahwa algoritma C4.5 menujukan akurasi sebesar 76%. untuk data berlabel puas memiliki *precision* sebesar 74%, *recall* sebesar 82% dan *f1-score* sebesar 78%. sedangkan data dengan label tidak puas memiliki *precision* sebesar 77%, *recall* sebesar 67%, dan

f1-score sebesar 71%. Pada proses klasifikasi algoritma C4.5 dengan *python* yang diterapkan di Google Colab diketahui hasil *confusion matrix*. *Confusion matrix* adalah *matrix* yang di presentasikan melalui kolom dan baris, baris merupakan representasi dari *actual class* dan kolom merupakan representasi *predicted class*. *Confusion matrix* digunakan untuk kinerja dari model klasifikasi. Hasil daripada data *testing* dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Data *Testing*

Data Testing	Actual (Tabel Sebenarnya)	Predicted (Tabel Prediksi)
1	Tidak Puas	Puas
2	Puas	Puas
3	Tidak Puas	Tidak Puas
4	Puas	Puas
5	Puas	Puas
6	Tidak Puas	Puas
7	Puas	Puas
8	Tidak Puas	Tidak Puas
9	Puas	Puas
10	Tidak Puas	Tidak Puas
11	Puas	Puas
12	Puas	Tidak Puas
13	Tidak Puas	Puas
14	Puas	Puas
15	Tidak Puas	Puas
16	Tidak Puas	Puas
17	Puas	Tidak Puas
18	Puas	Puas
19	Tidak Puas	Tidak Puas
20	Puas	Puas
21	Puas	Tidak Puas
22	Tidak Puas	Tidak Puas
23	Puas	Puas
24	Puas	Puas
25	Puas	Puas
26	Puas	Puas
27	Tidak Puas	Tidak Puas
28	Tidak Puas	Tidak Puas
29	Puas	Puas
30	Tidak Puas	Tidak Puas
31	Tidak Puas	Tidak Puas
32	Tidak Puas	Tidak Puas

Tabel 5 berikut menjelaskan hasil perhitungan yang dihasilkan *Confusion matrix* setelah melewati perhitungan menggunakan rumus yang diambil dari data *testing*.

**Tabel 5.** *Confusion Matrix* dari *Data Testing*

Jumlah Data <i>Testing</i>	True Positif (TP)	False Positif (TP)	False Negatif (FN)	True Negatif (TN)
20%	14	10	5	3

Proses pengujian data *testing* digunakan sebanyak 20% dari keseluruhan data, terdapat rincian TP berjumlah 14 data, FP berjumlah 10 data, FN berjumlah 5 data, dan data TN berjumlah 3 data. Kemudian melakukan perhitungan terhadap akurasi, *precision*, *recall* dan *f1-score*. Hasil rangkuman perhitungan dapat dilihat pada Gambar 13.

		Predicted	
Actual	Tidak Puas	Puas	Tidak Puas
	Tidak Puas	TP = 14	FN = 5
	Puas	FP = 10	TN = 3

**Gambar 13.** Konfirmasi *Confusion Matrix*

$$\begin{aligned}
 \text{Accuracy} &= \frac{TP+TN}{(TP + TN + FP + FN)} \\
 &= \frac{14+3}{14+3+10+5} = \frac{17}{32} = 0,53 = 53\% \\
 \text{Precision} &= \frac{TP}{(TP + FP)} \\
 &= \frac{14}{14+10} = \frac{14}{24} = 0,58 = 58\% \\
 \text{Recall} &= \frac{TP}{(TP + FN)} \\
 &= \frac{14}{14+5} = \frac{14}{19} = 0,73 = 73\% \\
 \text{Specificity} &= \frac{TN}{(TN+FP)} \\
 &= \frac{3}{3+10} = \frac{3}{13} = 0,23 = 23\% \\
 \text{F1-Score} &= 2 * \frac{(Recall * Precision)}{(Recall + Precision)} \\
 &= 2 * \frac{58 * 73}{58 + 73} = 65\%
 \end{aligned}$$

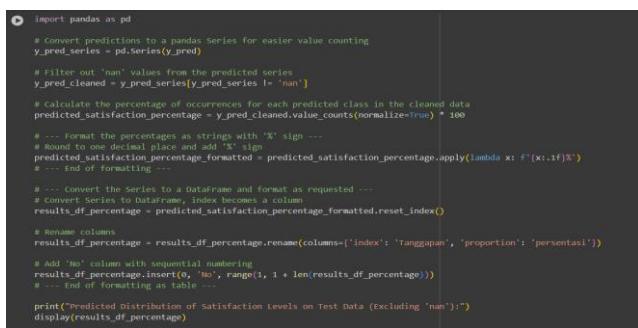
Setelah perhitungan akurasi, *precision*, *recall*, dan *f1-score*, Dapat dilihat hasil yang diperoleh pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Testing Data Testing

Jumlah Data Testing	Akurasi	Precision	Recall	F1-Score
20%	53%	58%	73%	65%

### 3.5 Hasil Klasifikasi Tingkat Kepuasan Santri

Perhitungan klasifikasi tingkat kepuasan santri di Pesantren Darul Ulum Mambaul Huda menggunakan Python dilakukan dengan melanjutkan program yang sudah ada sebelumnya. Proses klasifikasi menggunakan seluruh 160 data tanpa membagi data menjadi bagian latih dan bagian uji. Berikut adalah kode programnya dapat dilihat pada Gambar 14.



```

import pandas as pd

# Convert predictions to a pandas Series for easier value counting
y_pred_series = pd.Series(y_pred)

# Filter out 'nan' values from the predicted series
y_pred_cleaned = y_pred_series[y_pred_series != 'nan']

# Calculate the percentage of occurrences for each predicted class in the cleaned data
predicted_satisfaction_percentage = y_pred_cleaned.value_counts(normalize=True) * 100

# Format the percentages as strings with '%' sign ...
# Round to one decimal place and add '%' sign
predicted_satisfaction_percentage_formatted = predicted_satisfaction_percentage.apply(lambda x: f'{x:.1f}%' if x > 0 else '0')

# --- End of formatting ---

# Convert the Series to a DataFrame and format as requested ...
# Convert Series to DataFrame, index becomes a column
results_df_percentage = predicted_satisfaction_percentage_formatted.reset_index()

# Rename columns
results_df_percentage = results_df_percentage.rename(columns={'index': 'Tanggapan', 'proportion': 'persentase'})

# Add 'No' column with sequential numbering
results_df_percentage.insert(0, 'No', range(1, 1 + len(results_df_percentage)))
# --- End of formatting as table ---

print("Predicted distribution of Satisfaction Levels on Test Data (Excluding 'nan'):")
display(results_df_percentage)

```

**Gambar 14.** Mengklasifikasikan Kepuasan Santri

Berdasarkan hasil pengelompokan menggunakan program komputer, ditemukan bahwa 59% santri merasa puas dengan fasilitas dan layanan di Pesantren Darul Ulum Mambaul Huda, sedangkan 41% tidak puas. Dengan demikian, tingkat kepuasan santri terhadap fasilitas dan layanan pesantren dapat disimpulkan sebagai mana pada Tabel 7 berikut.

**Tabel 7.** Tingkat Kepuasan Santri

No	Tanggapan	Tingkat Presentase
1.	Puas	59%
2.	Tidak Puas	41%

Penerapan algoritma C4.5 dengan menggunakan Python di Google Colab untuk mengklasifikasikan tingkat kepuasan santri terhadap layanan dan fasilitas di Pesantren Darul Ulum Mambaul Huda berhasil memberikan akurasi klasifikasi sebesar 53%.

Algoritma C4.5 berhasil mengelompokkan tingkat kepuasan para santri dan menemukan bahwa faktor-faktor seperti keamanan, kenyamanan ruangan belajar, serta kualitas interaksi sosial merupakan hal utama yang memengaruhi kepuasan mereka. Hasil ini menunjukkan bahwa kepuasan santri lebih dipengaruhi oleh aspek lingkungan dan psikologis dibandingkan hanya faktor-faktor fisik. Hasil

penelitian ini juga membuktikan bahwa tujuan penelitian telah tercapai, yaitu menemukan faktor-faktor utama yang memengaruhi kepuasan santri melalui pendekatan pemodelan C4.5. Dari sisi penerapan, pesantren dapat meningkatkan kepuasan santri dengan memperbaiki sistem keamanan, menyediakan ruang belajar yang nyaman, serta menciptakan lingkungan sosial yang mendukung.

Dari segi akademik, penelitian ini bisa menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut dengan menambahkan variabel psikologis atau membandingkan algoritma lainnya agar bisa menghasilkan model prediksi yang lebih baik.

### 4. KESIMPULAN

Dengan menggunakan algoritma C4.5, ditemukan bahwa dari 160 orang yang diwawancara, 59% merasa puas dan 41% tidak puas terhadap pelayanan serta fasilitas di Pesantren Darul Ulum Mambaul Huda. Model klasifikasi memberikan akurasi sebesar 53%, dengan nilai *precision* 58%, *recall* 73%, dan *f1-score* 65%. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat keamanan pesantren (A2) adalah faktor utama yang mempengaruhi kepuasan santri, berdasarkan nilai *information gain* tertinggi dalam pohon keputusan.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rakhmat Kurniawan R, S.T., M.Kom yang telah menjadi pembimbing dosen selama proses penyusunan skripsi. Beliau memberikan bimbingan, arahan, ide, serta motivasi yang sangat berharga. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Aidil Halim Lubis, M.Kom sebagai dosen penasihat akademik yang telah memberikan arahan, dukungan, dan motivasi selama proses penyusunan Tugas Akhir berlangsung.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. P. Juita, Priya, M. Azwardi, and A. Amra, "Pentingnya Pengembangan Sumber Daya Manusia Pada Lembaga Pendidikan," *Indo-MathEdu Intellectual Journal*, vol. 5, Jun. 2024.
- [2] I. Syafe'i, "Pondok Pesantren : Lembaga Pendidikan Pembentukan Karakter," *Jurnal Pendidikan Islam*, vol. 8, 2022.
- [3] H. N Ridwan, D. Sofyan, and F. N. Purnama, "Transformasi Pendidikan Pesantren di Era Modern," *Aliansi: Jurnal Hukum, Pendidikan dan Sosial Humaniora*, vol. 2, no. 3, pp. 163–186, May 2025, doi: 10.62383/aliansi.v2i3.909.
- [4] P. Nurafifah, P. R. Mianti, N. N. Zahrania, and A. Azis, "Peran Pendidikan Islam dalam Mendorong Kemajuan Sains dan Teknologi (IPTEK) di Era Globalisasi," *HIKMAH: Jurnal Studi Pendidikan Islam*, vol. 2, pp. 118–130, Jun. 2025, doi: 10.61132/hikmah.v2i2.894.

- [5] Ramdani, A. Rukajat, and Y. Herdiana, "Peran Pesantren Dalam Pembentukan Karakter Santri Pada Masa Pandemi Covid-19," *Journal Ekonomi UNMUL*, vol. 18, no. 3, pp. 2021–483, 2021, [Online]. Available: <http://journal.feb.unmul.ac.id/index.php/KINERJA>
- [6] M. N. T. Arkan, M. Mukhsin, and M. Fakhrudin, "Pengaruh Kepemimpinan Dan Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Santri Di Pondok Pesantren Ibnu Syam Dalam Perspektif Islam," *Jurnal Masharif al-Syariah: Jurnal Ekonomi dan Perbankan Syariah*, vol. 9, Aug. 2024, doi: 10.30651/jms.v9i5.24625.
- [7] A. L. Sebayang, M. Noor, and S. Andayani, "Analisis Kepuasan Santri Terhadap Manajemen Sarana Dan Prasarana Di Pondok Modern Daarul Ikrom Kedondong Pesawaran Lampung," *POACE: Jurnal Program Studi Administrasi Pendidikan*, vol. 3, no. 2, pp. 107–116, Aug. 2023, doi: 10.24127/poace.v3i2.2238.
- [8] F. Amalia, Amanda, and M. A. Purnama, "Klasifikasi Peserta Didik Menggunakan Algoritma C4.5," *Jurnal Citra Widya Edukasi*, vol. 15, no. 3, 2023.
- [9] M. Arroyan, Muhlisin, and M. Nasrudin, "Kebijakan Pendidikan Dan Masa Depan Pondok Pesantren Dalam Era Revolusi Industri 4.0," *JICN: Jurnal Intelek dan Cendikiawan Nusantara*, vol. 1, Dec. 2025, [Online]. Available: <https://jicnusantara.com/index.php/jicn>
- [10] R. Kurniah, D. Y. S. Putra, and E. Diana, "Penerapan Data Mining Decission Tree Algoritma C4.5 Untuk Mengetahui Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Layanan Akademik Dan Kemahasiswaan (Studi Kasus Universitas.Prof.Dr. Hazairin,SH)," *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 5, no. 2, pp. 316–326, Jul. 2022, doi: 10.29408/jit.v5i2.5910.
- [11] I. A. Subekti, C. B. Andriano, D. Nurdiansyah, and R. Hidayat, "Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Memprediksi Harga Rumah," *Just IT: Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 15, no. 2, Jan. 2025.
- [12] J. Ani, B. Lumanauw, and J. L. A. Tampenawas, "Pengaruh Citra Merek, Promosi, Dan Kualitas Layanan Terhadap Keputusan Pembelian Konsumen Pada E-Commerce Tokopedia Di Kota Manado," *663 Jurnal EMBA*, vol. 9, no. 2, pp. 663–674, 2021.
- [13] B. Sinaga, J. Manurung, N. M. B. Tarigan, S. F. B. Sitepu, and N. Barus, "Application of with C4.5 algorithm to measure the level of student satisfaction with student services," *Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 6, no. 3, Jul. 2022, doi: 10.33395/sinkron.v7i3.11774.
- [14] A. Nurjana, A. P. Windarto, and H. Qurniawan, "Implementasi Data Mining Dalam Memprediksi Prestasi Siswa Dengan Algoritma C4.5," *SMARTEDU Journal*, vol. 1, pp. 171–180, Dec. 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.abivasi.id/index.php/SmartEDU>
- [15] A. Sugarda, Saifullah, Jalaluddin, A. P. Windarto, and W. Robiansyah, "Penerapan Metode Data Mining C4.5 dalam Penentuan Kelayakan Rehabilitas Rumah Warga," *Journal of Computing and Informatics Research*, vol. 1, no. 3, pp. 56–64, Jul. 2022, doi: 10.47065/comforch.v1i3.321.
- [16] I. Fauji, I. Sibaweh, I. Destian, and Supiana, "Implementasi pelajaran pendidikan agama Islam di Pesantren Asy-Syuhada Cirebon," *Jurnal MUDARRISUNA : Media Kajian Pendidikan Islam*, vol. 15, no. 2, Apr. 2025.
- [17] A. Hudawi *et al.*, "Klasifikasi Pemahaman Santri Dalam Pembelajaran Kitab Kuning Menggunakan Algoritma C4.5: Analisis Pohon Keputusan Di Pesantren," *Jurnal TRILOGI*, vol. 2, Dec. 2021.
- [18] B. Angkoso and Irmayansyah, "Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Prediksi Keterlambatan Pembayaran Sumbangan Pembinaan Pendidikan (SPP) Santri," *Jurnal Ilmiah Teknologi TEKNOIS*, vol. 13, Jan. 2023.