

- n : jumlah partisi dari atribut A
- |Si| : jumlah kasus dalam partisi ke-i
- |S| : total jumlah kasus dalam dataset

3. Ulangi langkah-langkah ini hingga semua kasus dalam cabang memiliki kelas yang sama Penerapan Algoritma C4.5 ini bisa menjadi model bagi restoran lain dikarenakan kemampuan Algoritma C4.5 dalam pengambilan keputusan dapat memberikan informasi berharga untuk meningkatkan kepuasan konsumen.

D. Pengujian dan Evaluasi

Tahap ini dilakukan untuk menyesuaikan hasil perhitungan manual dan mengukur tingkat akurasi pengolahan dataset dengan melakukan pengujian menggunakan algoritma C4.5, yang didukung oleh aplikasi RapidMiner. Hasil dari proses ini berupa pohon keputusan, aturan, dan tabel confusion matrix. Hasil dari pohon keputusan yang didapat yaitu kualitas produk lebih tinggi dibandingkan dengan kepuasan pelayanan dan kenyamanan tempat. Hal ini menunjukkan bahwa hasil dari pohon keputusan tersebut sesuai dengan strategi nyata yang diterapkan di Inos Coffe & Kitchen dimana kualitas produk lebih diutamakan dibandingkan dengan kepuasan layanan dan kenyamanan tempat. Hasil proses algoritma ini juga digunakan untuk mengevaluasi akurasi, nilai presisi, dan recall dalam memprediksi kepuasan konsumen di Inos Coffee & Kitchen.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Dari total 72 dataset yang berhasil dikumpulkan, terdapat 65 pelanggan yang menyatakan kepuasan mereka sebagai "PUAS" dan 7 pelanggan yang memberikan penilaian "TIDAK PUAS." Data ini diperoleh dari jawaban yang menggunakan skala Likert dan berkaitan dengan evaluasi kepuasan pelanggan, yang akan menjadi dasar untuk proses prediksi menggunakan algoritma C4.5. Berikut adalah data yang diperoleh dari hasil kuesioner tersebut:

Tabel 2. Pengumpulan Data

Nama	A.1	A.2	A.3	B.1	B.2	B.3	B.4	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6	C.7	Hasil
Noviyana Dwi	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	Puas
Harto Tomi	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Puas
Defri	4	4	4	4	4	5	3	5	3	4	4	5	5	4	Puas
Rosa	4	4	5	5	5	3	2	3	3	3	2	2	2	2	Tidak Puas
Adna Andyka	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	Puas
Adhisty Putri	3	4	4	5	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	Puas
Fahsyah	2	3	2	4	3	3	2	2	2	3	4	4	2	2	Tidak Puas
Retno	2	3	3	2	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	Tidak Puas
Widyaningrum															Puas
Raihan R	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	Puas
Yessy Sabilla	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Puas
....
Ardian	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	Puas

B. Preprocessing Data

Setelah pengumpulan data, tahap berikutnya adalah preprocessing data, di mana 15 pertanyaan dibagi menjadi tiga aspek: Kepuasan Pelayanan, Kenyamanan Tempat, dan Kualitas Produk. Selanjutnya, jawaban yang diperoleh dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu “TINGGI” dan “RENDAH.” Dengan demikian, dataset yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Preprocessing Data

No.	Nama	Kepuasan Pelayanan	Kenyamanan Tempat	Kualitas Produk	Hasil
1	Noviyana Dwi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Puas
2	Harto Tomi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Puas
3	Defri	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Puas
4	Rosa	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tidak Puas
5	Adna Andyka	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Puas
6	Adhistry Putri	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Puas
7	Fahsyah	Rendah	Tinggi	Rendah	Tidak Puas
8	Retno Widyaningrum	Rendah	Rendah	Rendah	Tidak Puas
9	Raihan R	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Puas
10	Yessy Sabilla	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Puas
...
167	Ardian	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Puas

C. Penerapan Algoritma C4.5

Setelah tahap preprocessing data, langkah berikutnya adalah menerapkan algoritma C4.5 untuk menghasilkan model aturan pohon keputusan. Penerapan ini dilakukan dengan menentukan atribut utama sebagai akar, yang melibatkan perhitungan total semua kasus, jumlah kasus untuk hasil puas, dan jumlah kasus untuk hasil tidak puas. Selanjutnya, entropy dari keseluruhan jumlah kasus dihitung sesuai dengan kelas atribut, diikuti dengan perhitungan gain untuk semua atribut yang ada. Hasil dari perhitungan nilai entropy dan informasi gain dapat dilihat di bawah ini:

1. Entropy total

$$Entropy [Total] = \left(-\frac{65}{72} * \text{Log}_2 \frac{65}{72}\right) + \left(-\frac{7}{72} * \text{Log}_2 \frac{7}{72}\right) = 0.460128$$

2. Entropy atribut Kepuasan Pelayanan

$$Entropy [Kepuasan Pelayanan - TINGGI] = \left(-\frac{63}{64} * \text{Log}_2 \frac{63}{64}\right) + \left(-\frac{1}{64} * \text{Log}_2 \frac{1}{64}\right) = 0.116115$$

$$Entropy [Kepuasan Pelayanan - RENDAH] = \left(-\frac{2}{8} * \text{Log}_2 \frac{2}{8}\right) + \left(-\frac{6}{8} * \text{Log}_2 \frac{6}{8}\right) = 0.811278$$

3. Gain atribut Kepuasan Pelayanan

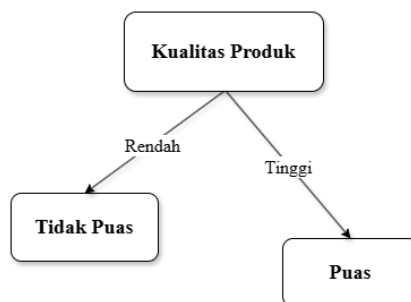
$$Gain [Total - Kepuasan Pelayanan] = 0.460128 - \left(\left(\frac{64}{72} * 0.116115\right)\right) - \left(\left(\frac{8}{72} * 0.811278\right)\right) = 0.266722$$

Proses ini dilanjutkan dengan menghitung semua atribut. Berikut adalah hasil perhitungan nilai Entropy dan Gain untuk semua atribut dalam dataset:

Tabel 4. Perhitungan Node 1

Node	Jumlah Kasus (S)	Puas	Tidak Puas	Entropy	Info Gain
1	Total	72	65	7	0.460128
	Kepuasan Pelayanan				0.266772
	Tinggi	64	63	1	0.116115
	Rendah	8	2	6	0.811278
	Kenyamanan Tempat				0.226376
	Tinggi	66	64	2	0.195909
	Rendah	6	1	5	0.650022
	Kualitas Produk				0.460128
	Tinggi	65	65	0	0
	Rendah	7	0	7	0

Dari hasil perhitungan Node 1 diatas Jumlah Kasus nilai Kualitas Produk paling tinggi daripada hasil kasus yang lain, yaitu **0.460128**. Meskipun atribut kualitas produk memiliki gain tertinggi, bukan berarti atribut lain tidak penting. Atribut-atribut lain dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap keputusan, meskipun pengaruhnya tidak sebesar kualitas produk, dilanjutkan hingga menghasilkan keputusan akhir dari node terakhir, sehingga pohon keputusan dapat dibentuk seperti berikut:



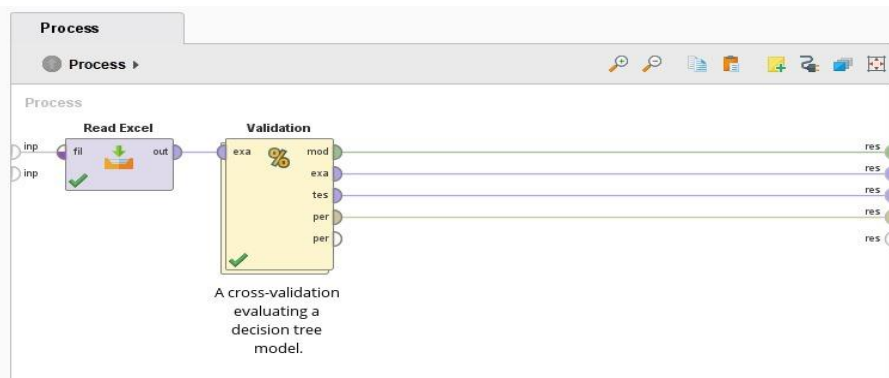
Gambar 1. Pohon Keputusan Hasil Perhitungan

Gambar 1 menunjukkan pohon keputusan akhir yang terbentuk berdasarkan hasil perhitungan terakhir. Dari hasil pohon keputusan, terlihat bahwa terdapat 65 pelanggan memilih puas dan 7 pelanggan memilih tidak puas untuk variabel kualitas produk yang dijual di Inos Coffe & Kitchen sehingga menghasilkan info gain sebesar 0.460128. Hal ini menunjukkan bahwa variabel kualitas produk yang diteliti di Inos Coffe & Kitchen sangat tinggi atau pelanggan merasa puas dengan produk yang dijual di restoran ini. Dengan demikian, pohon keputusan yang dibangun berdasarkan perhitungan manual menggunakan Algoritma C4.5 telah selesai.

D. Pengujian dan Evaluasi

Tahap pengujian dan evaluasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak RapidMiner untuk menyesuaikan hasil perhitungan manual yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut adalah hasil pengolahan data yang diperoleh melalui software RapidMiner:

Hasil pengolahan data dengan model keputusan sesuai dengan software RapidMiner adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Decision Tree Pada RapidMiner

Gambar 2 menunjukkan pohon keputusan yang dihasilkan oleh perangkat lunak RapidMiner beserta aturan atau rule. Diagram ini menunjukkan bahwa kualitas produk merupakan faktor utama yang mempengaruhi kepuasan pelanggan. Semakin baik kualitas produk maka semakin besar kemungkinan pelanggan merasa puas dengan produk yang dijual. Aturan atau rule yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar berikut:

PerformanceVector

```

PerformanceVector:
accuracy: 100.00% +/- 0.00% (micro average: 100.00%)
ConfusionMatrix:
True:  Puas  Tidak Puas
Puas:  65    0
Tidak Puas:  0    7
precision: 100.00% (positive class: Tidak Puas)
ConfusionMatrix:
True:  Puas  Tidak Puas
Puas:  65    0
Tidak Puas:  0    7
recall: 100.00% (positive class: Tidak Puas)
ConfusionMatrix:
True:  Puas  Tidak Puas
Puas:  65    0
Tidak Puas:  0    7
AUC (optimistic): 0.800 +/- 0.258 (micro average: 0.800) (positive class: Tidak Puas)
AUC: 0.500 +/- 0.000 (micro average: 0.500) (positive class: Tidak Puas)
AUC (pessimistic): 0.800 +/- 0.258 (micro average: 0.800) (positive class: Tidak Puas)
    
```

Gambar 3. Hasil Rule

Gambar 3 menunjukkan performa sempurna dalam hal akurasi, presisi, dan recall tetapi nilai capsloc AUC menunjukkan bahwa kemampuan model dalam membedakan kelas mungkin perlu dievaluasi lebih lanjut terutama pada rata rata micro sebesar 0.005. Aturan yang dihasilkan dari gambar di atas akan dijadikan panduan dalam pengembangan aplikasi untuk memprediksi kepuasan konsumen di Inos Coffee & Kitchen. Berikut adalah penjelasan mengenai aturan yang diperoleh:

1. Jika Kualitas Produk Rendah, maka pelanggan Tidak Puas.
2. Jika Kualitas Produk Tinggi, maka pelanggan Puas.

accuracy: 100.00% +/- 0.00% (micro average: 100.00%)

	true Puas	true Tidak Puas	class precision
pred. Puas	65	0	100.00%
pred. Tidak Puas	0	7	100.00%
class recall	100.00%	100.00%	

Gambar 4. Hasil Accuracy

Setelah melakukan pengujian dengan RapidMiner, diperoleh hasil akurasi sebesar 100,00%, dengan class recall dan class precision masing-masing juga mencapai 100,00%. Hasil ini menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, karena aturan yang dihasilkan mencapai 100%, hasil tersebut disebabkan oleh dataset yang kecil. Algoritma C4.5 mampu memprediksi data dengan akurat dan mendekati nilai sebenarnya.

Hasil penelitian ini dapat secara langsung diterapkan dalam praktik operasional dan strategis di Inos Coffee & Kitchen dengan langkah-langkah berikut:

1. Peningkatan Kualitas Pelayanan
 - a. Pelatihan Karyawan: Memberikan pelatihan kepada staf untuk meningkatkan keramahan, kecepatan layanan, dan kemampuan dalam menangani kebutuhan pelanggan.
 - b. Standar Operasional Prosedur (SOP): Mengembangkan SOP yang lebih terfokus pada pengalaman pelanggan, seperti waktu respons cepat terhadap pesanan dan keluhan.
 - c. Pemantauan Kinerja: Menggunakan survei berkelanjutan untuk memantau kinerja layanan secara rutin.
2. Perbaikan Kenyamanan Tempat
 - a. Renovasi dan Tata Letak: Mengalokasikan anggaran untuk memperbaiki tata letak ruangan, pencahayaan, kebersihan, dan dekorasi untuk menciptakan suasana yang lebih nyaman.
 - b. Pengelolaan Kapasitas: Mengelola jumlah tempat duduk agar tetap nyaman meskipun dalam kondisi ramai.
 - c. Feedback Langsung: Memasang kotak saran fisik atau digital untuk mendapatkan masukan terkait kenyamanan dari pelanggan.
3. Peningkatan Kualitas Produk
 - a. Inovasi Menu: Menggunakan hasil survei untuk mengembangkan menu baru atau meningkatkan kualitas makanan/minuman yang kurang disukai.
 - b. Kontrol Kualitas: Menerapkan standar kualitas yang konsisten dalam setiap proses produksi makanan dan minuman.
 - c. Sampling Produk Baru: Mengadakan sesi mencicipi menu baru bersama pelanggan setia untuk mendapatkan masukan langsung.

Strategi Bisnis Jangka Panjang

1. Pengambilan Keputusan Berbasis Data, Implementasi Data Mining: Menggunakan algoritma C4.5 secara berkelanjutan untuk menganalisis data pelanggan baru, sehingga dapat mengidentifikasi tren kepuasan atau ketidakpuasan yang berkembang. Perencanaan strategis dengan mengintegrasikan hasil analisis ke dalam perencanaan bisnis tahunan untuk mengarahkan investasi pada area yang paling berdampak pada kepuasan pelanggan.
2. Segmentasi Pelanggan, membagi pelanggan berdasarkan pola kepuasan mereka, seperti pelanggan yang sensitif terhadap harga, kenyamanan, atau kualitas produk. Penargetan promosi