

Algoritma C4.5 untuk Memprediksi Loyalitas Konsumen Pada PT. HIBA UTAMA

Veti Apriana ^{1,*}, Sifa Fauziah ¹, Ahmad Yani ², Adi Supriyatna ¹, Ade Christian ³,
Sumarna ³, Muhammad Fahmi ³

* Korespondensi: e-mail: veti.vta@bsi.ac.id

¹ Sistem Informasi Akuntansi; Universitas Bina Sarana Informatika; Jl. Kramat Raya No. 98 Senen Jakarta Pusat; e-mail: veti.vta@bsi.ac.id, sifa.saz@bsi.ac.id, adi.asp@bsi.ac.id

² Teknologi Komputer; Universitas Bina Sarana Informatika; Jl. Kramat Raya No. 98 Senen Jakarta Pusat; e-mail: ahmad.amy@bsi.ac.id

³ Informatika; Universitas Nusa Mandiri; Jl. Jatiwaringin No. 2 Makasar Jakarta Timur; e-mail: ade.adc@nusamandiri.ac.id, sumarna@nusamandiri.ac.id, fahmi.mmf@nusamandiri.ac.id

Submitted : 15 April 2023
Revised : 28 April 2023
Accepted : 22 Mei 2023
Published : 30 Mei 2023

Abstract

PT. HIBA UTAMA is a company engaged in the transportation sector or often also called PO (Otobus Company) a company that is managed and operated to provide bus rental services and provide convenience to its consumers. The existence of the company has a significant role in providing transportation for consumers to travel and provide comfort and safety on the way. Competition that occurs makes companies vying to provide the best service to consumers. On the other hand consumers are increasingly difficult to understand. Satisfied consumers are not necessarily going to rent again and loyal consumers are not necessarily satisfied with the services provided. Most companies measure consumer satisfaction, but only a few assess customer loyalty and the results of PT. HIBA UTAMA helps increase consumer loyalty. Researchers apply the C4.5 algorithm to predict consumer loyalty at PT. HIBA UTAMA. The variables used are tenant period, rental scale, compliance, tenant loyalty, based on the accuracy results reaching 81%, which shows the C4.5 algorithm is suitable for predicting company customer loyalty.

Keywords: C4.5 Algorithm, Consumer Loyalty, Prediction, Transfiguration

Abstrak

PT. HIBA UTAMA merupakan perusahaan bergerak dibidang transportasi atau sering juga disebut PO (Perusahaan Outobus) perusahaan yang dikelola dan dijalankan untuk memberikan jasa penyewaan bus dan memberikan kenyamanan kepada konsumennya. Keberadaan perusahaan mempunyai peran yang cukup besar dalam menyediakan transportasi kepada konsumen untuk berwisata dan memberikan kenyamanan dan keselamatan dalam perjalanan. Persaingan yang terjadi membuat perusahaan berlomba-lomba memberikan pelayanan terbaik kepada konsumen. Disisi lain konsumen semakin sulit untuk dipahami. Konsumen yang puas belum tentu akan menyewa lagi dan konsumen yang setia belum tentu puas dengan pelayanan yang diberikan. Kebanyakan perusahaan mengukur kepuasan konsumen, tetapi hanya sedikit yang menilai loyalitas konsumen dan hasil loyalitas konsumen PT. HIBA UTAMA membantu meningkatkan loyalitas konsumen. Peneliti menerapkan algoritma C4.5 untuk memprediksi loyalitas konsumen PT. HIBA UTAMA. Variabel yang digunakan periode penyewa, skala penyewaan, kepatuhan, kesetiaan penyewa, berdasarkan hasil keakurasian mencapai 81%, yang menunjukkan algoritma C4.5 cocok digunakan untuk memprediksi loyalitas konsumen perusahaan.

Kata kunci: C4.5 Algoritma, Loyalitas Konsumen, Prediksi, Transfigurasi

1. Pendahuluan

Kegiatan usaha dari Perusahaan Otobus. Kepuasan konsumen tergantung pada sejauh mana perusahaan berhasil menciptakan kepuasan tersebut dengan mengurangi keluhan dan menarik minat konsumen untuk melakukan penyewaan jangka panjang.

PT. HIBA UTAMA berdiri sejak tahun 1949, yang berlokasi di Jl. Bekasi Timur KM.17, Klender, Jakarta Timur. Kini Hiba Group telah berkembang menjadi salah satu Hiba Group, sebagai perusahaan transportasi darat terbesar dan tertua di Indonesia, menyediakan jasa transportasi terpadu. Mereka menjamin pelayanan yang nyaman, aman, dan berkualitas bagi semua armada bus mereka, termasuk bus HIBA UTAMA. Tantangan besar yang dihadapi oleh perusahaan saat ini adalah loyalitas para konsumen. Persaingan pelayanan, menuntut perusahaan untuk dapat memberikan pelayanan yang memuaskan (Aryani & Rosinta, 2013; Iriadi & Nuraeni, 2016; Khasanah, 2017), sehingga akan membuat konsumen melakukan sewa bus kembali di masa yang akan datang. Konsumen biasanya jarang menunjukkan gejala-gejala ketidak puasanya sampai akhirnya mereka mulai memutuskan untuk mencari layanan dari tempat lain yang lebih bagus.

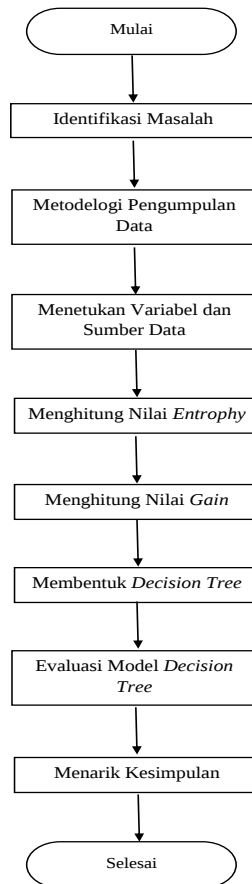
Kebanyakan perusahaan mengukur kepuasan konsumen, tetapi hanya sedikit dari mereka yang mencoba menilai loyalitas konsumen yang seharusnya hasil mengenai nilai loyalitas konsumen perusahaan dapat membantu untuk meningkatkan loyalitas konsumen. Penelitian ini menggunakan *algoritma C4.5* untuk menganalisis tingkat loyalitas konsumen (Makmulyani et al., 2018; Umam et al., 2020; Wardani & Ariasih, 2019).

Menurut (Purwaningsih, 2016; Ubaedi & Djaksana, 2022) kelebihan dari *algoritma C4.5* atau dikenal dengan nama *Decision Tree* yaitu hasil analisa berupa diagram pohon yang sangat mudah dimengerti, mudah untuk dibangun, serta membutuhkan data percobaan yang lebih sedikit dibandingkan algoritma klasifikasi lainnya, mampu mengolah data nominal dan kontinyu, namun kelemahan dari *algoritma C4.5* ini adalah tidak bisa menggunakan sampel yang lebih besar (Meliala, 2021; Santoso, 2014).

Penelitian bertujuan membentuk model klasifikasi pohon keputusan untuk memprediksi loyalitas konsumen dan melihat variable yang paling berpengaruh. Obyek dalam penelitian adalah konsumen. Dalam hal ini, dapat diketahui bahwa variabel yang berpengaruh pada loyalitas konsumen dalam jurnal dapat dibandingkan dengan loyalitas konsumen yang memiliki kriteria yang harus dinilai.

2. Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya, penelitian melibatkan beberapa tahapan dalam penyusunannya. Pada Gambar 1 adalah tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pada penelitian menggunakan metode *CRIPS-DM* (*Cross-Industry Standart Process for Data Mining*) yang menggunakan enam tahapan dalam analisa data sebagai berikut:

a. Fase Pemahaman Bisnis

Permasalahan di PT HIBA UTAMA tersebut adalah kurang mengetahui mengenai penilaian loyalitas Konsumen. Permasalahan inilah yang membuat perlu di adakan evaluasi untuk mengetahui cara mengukur loyalitas Konsumen dan memprediksi keakurasian loyalitas Konsumen dengan penerapan metode algoritma C4.5.

b. Fase Pemahaman Data

Dalam melakukan pemahaman data, peneliti melakukan pengumpulan data dengan menerima 100 data Konsumen secara acak dari PT. HIBA UTAMA yang peneliti teliti. Dalam mengukur *loyalitas Konsumen* maka diperlukan adanya analisa data dengan tingkat keakuratan yang tinggi.

Tabel 1. Data Sampel

Jenis Kelamin	Jumlah Data
Laki-laki	85
Perempuan	15

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

c. Fase Pengolahan Data

Dalam fase ini, pengumpulan data dengan menggunakan 100 data Konsumen di PT. HIBA UTAMA sebanyak 100 Konsumen. Penyusunan data set dilakukan dengan harapan dapat mengetahui variabel-variabel apa saja yang penting pedalam memprediksi loyalitas Konsumen. Untuk mengetahui seberapa loyalnya Konsumen dengan PT. HIBA UTAMA.

Tabel 2. Data Atribut

No	Variabel	Atribut	Nilai
1	Periode Penyewa	Lama Pelanggan	< 5 tahun
			>= 5 tahun
2	Skala Penyewaan	Banyak Transaksi	< 5 kali
			>= 5 kali
		Banyak Sewa Bus	< 5 Unit
			=> 5 Unit
3	Kepatuhan	Target Pemasaran	Target
			Tidak Target
		Setahun Terakhir	Aktif
			Tidak Aktif
		Pelunasan Langsung	Pernah
			Tidak Pernah
4	Kesetiaan Penyewa	Melakukan Pembatalan	Pernah
			Tidak Pernah
		Total Sewa (Rp)	< Rp 10jt
			>= Rp 10jt
		kelebihan Jam Sewa	Pernah
			Tidak Pernah

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

d. Fase Pemodelan

Dalam fase pemodelan, peneliti melakukan pengolahan data menggunakan *algoritma C4.5* menggunakan perangkat lunak *RapidMiner*. Dalam proses pengolahan data mentah dan perhitungan *entropy* dan *gain*, peneliti memanfaatkan *RapidMiner* untuk menghitung, menganalisis teks, mengekstrak pola-pola dari kumpulan data yang besar, dan menggabungkannya dengan metode statistika, kecerdasan buatan, serta basis data. Tujuan dari analisis teks ini adalah untuk memperoleh informasi berkualitas tinggi dari teks yang telah diproses.

e. Fase Evaluasi

Dalam fase evaluasi, peneliti melakukan pengujian dalam menentukan akurasi. Pengujian dilakukan menggunakan *tools RapidMiner* untuk mendapatkan hasil dari klasifikasi data Konsumen.

f. Fase Penyebaran

Pada fase penyebaran, peneliti menyajikan hasil dan kesimpulan dari penelitian untuk dapat diterapkan pada PT HIBA UTAMA (divisi marketing).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah untuk menentukan loyalitas konsumen pada PT. HIBA UTAMA. Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut adalah *algoritma C4.5*. Penelitian menggunakan *data training* sebanyak 100 konsumen untuk menentukan hasilnya.

3.2. Perhitungan Manual Algoritma C4.5

Langkah untuk menentukan pohon keputusan dengan menggunakan *algoritma C4.5* dengan menggunakan *data training* sebanyak 100 konsumen yaitu:

- Mengumpulkan data pelatihan untuk seratus pelanggan yang digunakan dalam penelitian ini. Data pelatihan biasanya berasal dari data primer yang telah dikelompokkan sebelumnya ke dalam kelas-kelas tertentu.

- Hitung Nilai *Entropy*

Setelah melakukan perhitungan nilai *entropy* menggunakan Rumus 1, hasilnya adalah nilai *entropy* sebagai berikut:

$$\text{Entropy}(S) = \sum_{i=1}^n -P_i * \log_2 P_i \quad (1)$$

$$= (-(61/100)*\log_2(61/100)) + (-(38/100)*\log_2(38/100)) = 0,964799549$$

- Hitung nilai *gain* untuk setiap atribut dan pilih nilai *gain* yang paling besar untuk digunakan sebagai akar pohon. Perhitungan nilai *gain* dilakukan dengan menggunakan Rumus 2, dan contoh perhitungan *gain* tertinggi dalam atribut data yang telah peneliti olah ditunjukkan sebagai berikut:

$$\text{Gain}(S, A) = \text{Entropy}(S) - \sum_{i=1}^n \frac{(S_i)}{(S)} * \text{Entropy}(S) \quad (2)$$

$$= (0,964799549) - ((23/100)*0) + ((77/100) * 0,737241377) = 0,397123688$$

3.3. Perhitungan *Entropy* dan *Gain*

Pada proses perhitungan node akar, untuk semua atribut dilakukan perhitungan *entropy* terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai *gain* tertinggi. Hasil perhitungan seluruh atribut diterangkan pada Tabel 3 proses untuk pembentukan pohon keputusan (*decision tree*) untuk *node* akar dengan menggunakan metode *Algoritma C4.5*.

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Entropy* dan *Gain* untuk *Node* Akar

Node	No	Variabel	Atribut	Nilai	Jumlah	Respon		Entropy	Gain
						Ya	Tidak		
1	Total Jawaban Koresponden				100	61	39	0.9648	
	1	Periode Penyewa	Lama Pelanggan						
			< 5 tahun	48	26	22	0.9950	0.013	
			>= 5 tahun	52	35	17	0.9118		
	2	Skala Penyewaan	Banyak Transaksi						
			<5 kali	68	32	36	0.9975	0.143	
			>= 5 kali	32	29	3	0.4489		
			Banyak Sewa Bus						
			<5 Unit	39	10	29	0.8213	0.252	
			>= 5 Unit	61	51	10	0.6436		
	3	Kepatuhan	Target Pemasn						
			Target	35	35	0	0	0.334	
			Tidak Target	65	26	39	0.9710		
			Setahun Terakhir						
			Aktif	67	46	21	0.8971	0.036	
			Tidak Aktif	33	15	18	0.9940		
			Pelunasan Langsung						
			Pernah	73	37	36	0.9999	0.099	
			Tidak Pernah	27	24	3	0.5033		
			4	Kesetiaan Penyewa	Melakukan Pembatalan				
	Pernah	21			15	6	0.86312	0.009	
	Tidak Pernah	79			45	33	0.98038		
	Total Sewa								
	< Rp 10Jt	23			0	23	0	0.397	
	>=Rp 10Jt	77			61	16	0.73724		
	Kelebihan Jam Sewa								
Pernah	27	18			9	0.9183	0.004		
Tidak Pernah	73	43	30	0.977					

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

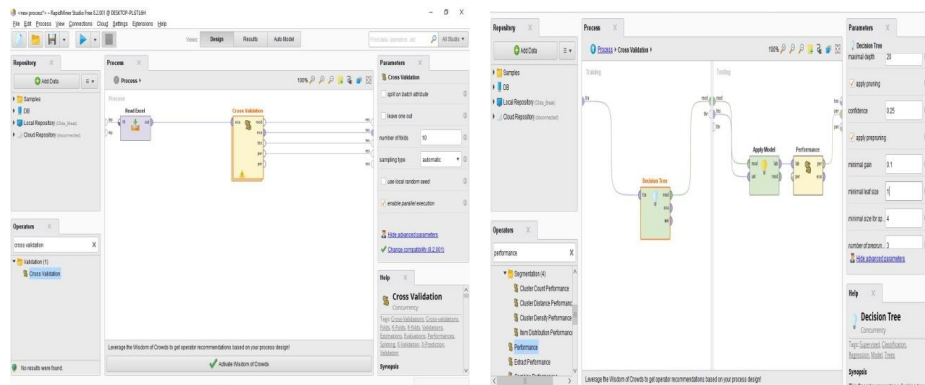
Dari hasil Tabel 3 setelah dihitung nilai *gain* setiap atribut, maka hasilnya adalah atribut “Total Sewa” memiliki nilai *gain* tertinggi dengan nilai sebesar 0,397123688. Maka “Total Sewa” menjadi *node* akar (*root*). Kemudian pada atribut “Total Sewa” dengan demikian nilai “< Rp 10jt” menjadi daun (*leaf*) dengan keputusan “Tidak Loyal” dikarenakan memiliki jumlah 0 pada respon “Ya” yang berarti “Loyal”. Hasil dapat dilihat pohon keputusan pada Gambar 2.

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

- a. IF Total Sewa = {< Rp 10 jt} THEN keputusan = Tidak Loyal.
- b. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Target} THEN Keputusan = Loyal
- c. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {<5 Unit} AND Kelebihan Jam Sewa = {Pernah} THEN Keputusan = Loyal
- d. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {<5 Unit} AND Kelebihan Jam Sewa = {Tidak Pernah} AND Melakukan Pembatalan = {Pernah} THEN Keputusan = Tidak Loyal
- e. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {<5 Unit} AND Kelebihan Jam Sewa = {Tidak Pernah} AND Melakukan Pembatalan = {Tidak Pernah} AND Setahun Terakhir = {Aktif} THEN Keputusan = Loyal
- f. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {<5 Unit} AND Kelebihan Jam Sewa = {Tidak Pernah} AND Melakukan Pembatalan = {Tidak Pernah} AND Setahun Terakhir = {Tidak Aktif} THEN Keputusan = Tidak Loyal
- g. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {>= 5 Unit} AND Kelebihan Jam Sewa = {Pernah} AND Lama Pelanggan = {< 5 Tahun} THEN Keputusan = Tidak Loyal
- h. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {>= 5 Unit} AND Kelebihan Jam Sewa = {Pernah} AND Lama Pelanggan = {< 5 Tahun} THEN Keputusan = Tidak Loyal
- i. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {>= 5 Unit} AND Kelebihan Jam Sewa = {Pernah} AND Lama Pelanggan = {>= 5 Tahun} AND Banyak Transaksi = {< 5 Kali} THEN Keputusan = Tidak Loyal
- j. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {>= 5 Unit} AND Kelebihan Jam Sewa = {Pernah} AND Lama Pelanggan = {>= 5 Tahun} AND Banyak Transaksi = {>5 Kali} THEN Keputusan = Loyal
- k. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {>= 5 Unit} AND Kelebihan Jam Sewa = {Tidak Pernah} AND Banyak Transaksi = {>= 5 Kali} THEN Keputusan = Loyal
- l. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {>= 5 Unit} AND Kelebihan Jam Sewa = {Tidak Pernah} AND Banyak Transaksi = {< 5 Kali} AND Melakukan Pembatalan = {Pernah} THEN Keputusan = Loyal
- m. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {>= 5 Unit} AND Kelebihan Jam Sewa =

- {Tidak Pernah} AND Banyak Transaksi = {< 5 Kali} AND Melakukan Pembatalan = {Tidak Pernah} AND Lama Pelanggan = {>= 5 Tahun} THEN Keputusan = Loyal
- n. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {>= 5 Unit} AND Kelebihan Jam Sewa = {Tidak Pernah} AND Banyak Transaksi = {< 5 Kali} AND Melakukan Pembatalan = {Tidak Pernah} AND Lama Pelanggan = {< 5 Tahun} THEN Keputusan = Tidak Loyal
- o. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Tidak Pernah} AND Kelebihan Jam Sewa = {Pernah} THEN Keputusan = Loyal
- p. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Tidak Pernah} AND Kelebihan Jam Sewa = {Tidak Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {< 5 Unit} THEN Keputusan = Loyal
- q. IF Total Sewa = {>= Rp10 jt} AND Target Pemasaran = {Tidak Target} AND Pelunasan Langsung = {Tidak Pernah} AND Kelebihan Jam Sewa = {Tidak Pernah} AND Banyak Sewa Bus = {>= 5 Unit} THEN Keputusan = Tidak Loyal.

Berikut pada Gambar 4 pengujian model menggunakan *RapidMiner*.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 4. Pengujian Algoritma C4.5 Dengan RapidMiner

Hasil Pengujian Model Algoritma C4.5 ditunjukkan pada Gambar 5.

	true loyal	false loyal	class precision
pred loyal	53	11	82.81%
pred false loyal	8	29	77.78%
class recall	86.89%	71.78%	

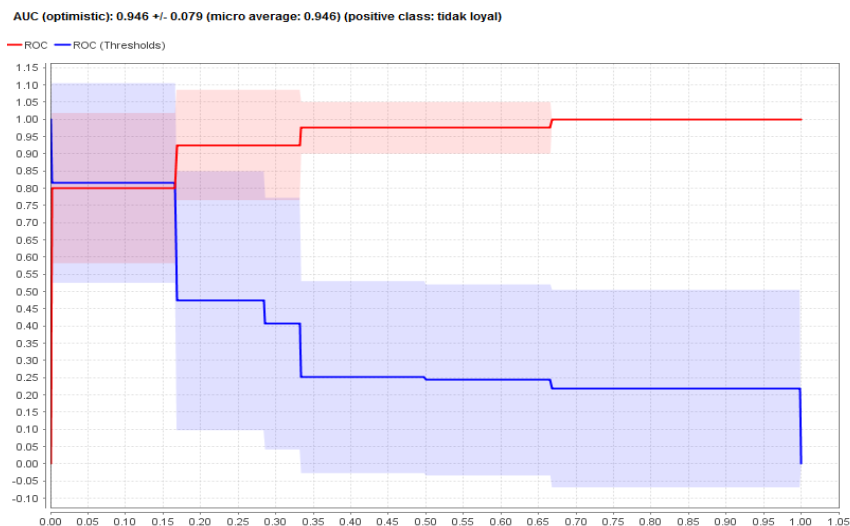
Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 5. Pengujian Algoritma C4.5 dengan RapidMiner

Jumlah *True Positive* (TP) adalah 28 *record* diklasifikasikan sebagai TIDAK LOYAL dan *False Negative* (FN) sebanyak 8 *record* diklasifikasikan sebagai TIDAK LOYAL tetapi LOYAL. Berikutnya 53 *record* untuk *True Negative* (TN), dan 11 *record* *False Positive* (FP). Berdasarkan gambar tersebut menunjukkan bahwa, tingkat akurasi dengan menggunakan algoritma C4.5 Classifier adalah sebesar 81% .

$$\begin{aligned}\text{Akurasi} &= (TN+TP) : (TN+FN+TP+FP) \\ &= (53+28) : (53+8+28+11) \\ &= 81 : 100 \\ &= 0,81\end{aligned}$$

Hasil perhitungan divisualisasikan dengan kurva ROC. Perbandingan kedua class bisa dilihat pada Gambar 6 yang merupakan kurva ROC untuk algoritma C45. Kurva ROC pada gambar mengekspresikan *confusion matrix* dari Gambar 6. Garis horizontal adalah false positives dan garis vertikal *true positives*. Menghasilkan nilai AUC (*Area Under Curve*) sebesar 1 dengan nilai akurasi klasifikasi cukup (*fair classification*).



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 6. Nilai AUC dalam Grafik ROC Algoritma C4.5 Classifier

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan *algoritma C4.5* sangat relevan dan dapat diimplementasikan dalam rekomendasi loyalitas konsumen di PT HIBA UTAMA. Hal ini dapat dilihat dari tingkat akurasi yang mencapai 81% dan recall sebesar 71,79% yang menunjukkan bahwa perhitungan yang dilakukan mampu memprediksi loyalitas konsumen dengan baik. Dengan menggunakan *algoritma C4.5*, penelitian mampu menentukan konsumen yang loyal berdasarkan atribut/variabel dengan nilai atribut yang dapat diterima sebagai konsumen yang loyal. Algoritma membantu dalam mengidentifikasi pola dan hubungan yang signifikan antara variabel-variabel yang relevan dengan tingkat loyalitas konsumen, sehingga memungkinkan untuk melakukan rekomendasi kepada konsumen

yang cenderung loyal dengan lebih akurat. Dengan demikian, penggunaan *algoritma C4.5* dapat menjadi alat yang efektif dalam pengambilan keputusan terkait strategi pemasaran dan manajemen pelanggan di PT HIBA UTAMA, dengan fokus pada meningkatkan loyalitas konsumen dan memberikan pengalaman yang lebih baik kepada mereka. Adapun saran-saran yang dapat disampaikan dalam pengembangan penelitian ini adalah untuk pengembangan penelitian di masa mendatang, disarankan untuk menjelajahi metode *Data Mining* lainnya. Terdapat banyak metode *Data Mining* yang dapat digunakan, seperti algoritma k-NN, Naive Bayes, atau *Support Vector Machines (SVM)*. Dengan mempertimbangkan metode-metode tersebut, penelitian dapat melibatkan perbandingan atau kombinasi dari beberapa metode untuk menggali informasi yang lebih kaya dan mendalam dari data yang ada.

Daftar Pustaka

- Aryani, D., & Rosinta, F. (2013). Pengaruh Kualitas Layanan Terhadap Kepuasan Pelanggan Dalam Membentuk Loyalitas Pelanggan McDonald's Basuki Rahmat Surabaya. *Calyptra : Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 17, 114–126. <https://journal.ubaya.ac.id/index.php/jimus/article/viewFile/495/471>
- Iriadi, N., & Nuraeni, N. (2016). Kajian Penerapan Metode Klasifikasi Data Mining *Algoritma C4.5* Untuk Prediksi Kelayakan Kredit Pada Bank Mayapada Jakarta. *Urnal Teknik Komputer AMIK BSI*, 11(1), 132–137. <https://doi.org/10.31294/jtk.v2i1.371>
- Khasanah, S. N. (2017). Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Penentuan Kelayakan Kredit. *Jurnal Techno Nusa Mandiri*, 14(1), 9–14.
- Makmulyani, D., Zahwa, N., & Mustika, W. P. (2018). Analisa Prediksi Loyalitas Pelanggan pada PT Sinar Niaga Sejahtera (SNS) Bekasi Dengan Metode C4.5. *Inti Nusa Mandiri*, 12(2), 29–34.
- Meliala, P. R. (2021). *Perbandingan Algoritma Machine Learning untuk Survivabilitas dan Biaya Pengobatan Pasien Kanker Paru-Paru di Taiwan* [Universitas Islam Indonesia]. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/37617%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/37617/19916038.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Purwaningsih, E. (2016). Seleksi Mobil Berdasarkan Fitur Dengan Komparasi Metode Klasifikasi Neural Network, Support Vector Machine, dan *Algoritma C4.5*. *Pilar Nusa Mandiri*, 12(2), 153–160. <https://doi.org/10.33480/pilar.v12i2.269>
- Santoso, T. B. (2014). Analisa dan Penerapan Metode C4.5 Untuk Prediksi Loyalitas Pelanggan. *Jurnal Ilmiah Teknik LIMIT'S*, 10(1), 33–36.
- Ubaedi, I., & Djaksana, Y. M. (2022). Optimasi *Algoritma C4.5* Menggunakan Metode Forward Selection dan Stratified Sampling Untuk Prediksi Kelayakan Kredit. *JSil (Jurnal Sistem Informasi)*, 9(1), 17–26. <https://doi.org/10.30656/jsii.v9i1.3505>
- Umam, K., Puspitasari, D., & Nurhadi, A. (2020). Penerapan *Algoritma C4.5* Untuk Prediksi Loyalitas Nasabah PT Erdika Elit Jakarta. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(1), 65. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i1.1652>

Wardani, N. W., & Ariasih, N. K. (2019). Analisa Komparasi Algoritma Decision Tree C4.5 dan Naïve Bayes untuk Prediksi Churn Berdasarkan Kelas Pelanggan Retail. *International Journal of Natural Science and Engineering*, 3(3), 103. <https://doi.org/10.23887/ijnse.v3i3.23113>