

Penerapan Algoritma C4.5 untuk Optimalisasi Manajemen Stok Obat di Apotek Nafa Farma

Khairunnisa Amarullah^{1*}, Rini Astuti¹, Willy Prihartono¹, Ryan Hamonangan¹

¹Program Studi Teknik Informatika, STMIK IKMI Cirebon, Indonesia

*Email: ica021201@gmail.com

Info Artikel

Kata Kunci :

klasifikasi, manajemen stok, data mining, persediaan algoritma C4.5

Keywords :

classification, stock management, data mining, drug inventory, C4.5 algorithm

Tanggal Artikel

Dikirim : 11 Desember 2024

Direvisi : 2 Januari 2025

Diterima : 10 Februari 2025

Abstrak

Manajemen stok obat menjadi tantangan utama di apotek Nafa Farma untuk mencegah kelebihan atau kekurangan stok. Penelitian ini mengaplikasikan algoritma C4.5 sebagai metode klasifikasi untuk mendukung pengelolaan stok yang optimal. Data stok obat dari Januari sampai Desember 2023 dianalisis menggunakan pendekatan *Knowledge Discovery in Database* (KDD) dengan *software* RapidMiner. Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma C4.5 dapat meningkatkan efisiensi manajemen stok obat dengan akurasi 80,67% dan F1-score rata-rata 80,52% ini memberikan rekomendasi strategis untuk pengadaan obat. Obat kategori laku direkomendasikan untuk diutamakan dalam pengadaan, sementara obat tidak laku dapat dikurangi pembeliannya untuk menghindari pemborosan. Algoritma C4.5 efektif untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan stok obat.

Abstract

Drug stock management is a major challenge at Nafa Farma pharmacy to prevent excess or shortage of stock. This research applies the c4.5 algorithm as a classification method to support optimal stock management. Drug stock data from January to December 2023 was analyzed using a Knowledge Discovery in Database (KDD) approach with RapidMiner software. This study shows that the C4.5 algorithm can improve the efficiency of drug stock management with an accuracy of 80.67% and an average F1-score of 80.52%, providing strategic recommendations for drug procurement. Sellable category drugs are recommended to be prioritized in procurement, while unsellable drugs can be reduced in purchase to avoid waste. The C4.5 algorithm is effective in improving the efficiency of drug stock management.

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia bisnis terutama di bidang Farmasi, teknologi informasi ini mempunyai peran penting dalam pengelolaan stok serta persediaan barang. Pemanfaatan teknologi yang tepat dapat meningkatkan efisiensi operasional serta menghindari kekurangan atau kelebihan stok obat yang dapat berdampak pada pelayanan konsumen. Dari banyaknya algoritma yang diterapkan untuk klasifikasi dalam pengelolaan data salah satunya adalah algoritma C4.5 yang dikenal karena kemampuannya dalam pengambilan keputusan berdasarkan data historis [1].

Sistem manual yang digunakan sering kali tidak akurat dan memerlukan waktu yang lama dalam memprediksi kebutuhan stok obat [2]. Selain itu, adanya kesalahan dalam pengelolaan stok dapat mengakibatkan pemborosan, terutama jika obat-obatan yang sensitif terhadap masa kadaluarsa tidak terkelola dengan baik. Obat yang habis tanpa terdeteksi atau obat yang berlebihan dalam stok juga menjadi masalah umum. Dengan adanya sistem informasi pengolahan penjualan dan persediaan obat ini maka pegawai apotek dapat dengan mudah mengelola penjualan dan pembuatan laporan. Kajian lainnya oleh [3] penerapan algoritma C4.5 dalam memprediksi persediaan obat dengan akurasi 80%, ini menunjukkan bahwa algoritma C4.5 cukup efektif. Dengan menggunakan *software* Rapidminer, penelitian ini menghasilkan 12 aturan untuk memprediksi persediaan obat di apotek tersebut [4]. Penelitian ini menyajikan penerapan algoritma C4.5 dalam konteks prediksi stok obat di apotek. Meskipun algoritma C4.5 telah banyak digunakan di berbagai sektor, penerapannya untuk memprediksi ketersediaan obat, khususnya pada skala apotek, merupakan hal yang relatif inovatif. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa algoritma C4.5 mampu memberikan prediksi yang akurat, sehingga mendukung pengelolaan persediaan obat secara lebih efisien.[5]

Menganalisis efektivitas Algoritma C4.5 dalam *data mining* untuk memprediksi persediaan obat, khususnya dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi prediksi dibandingkan metode tradisional dan algoritma lain. Kajian ini mengisi kesenjangan pengetahuan terkait penerapan algoritma C4.5 sekaligus menjadi dasar pengembangan sistem prediksi persediaan disektor lain. Hasilnya diharapkan memberikan rekomendasi praktis untuk efisiensi manajemen stok serta mendukung transformasi sektor Kesehatan dan peningkatan kualitas pelayanan [6].

Dalam penelitian ini, akan menggunakan pendekatan *data mining* dengan menggunakan Algoritma C4.5 yang merupakan bentuk dari *Decision Tree* untuk klasifikasi persediaan obat. Metode ini dipilih karena sudah banyak dikenal dan digunakan untuk klasifikasi data yang memiliki atribut numerik dan kategorikal Selanjutnya, Algoritma C4.5 akan diterapkan untuk membangun pohon Keputusan yang menggambarkan pola penggunaan obat dan faktor yang mempengaruhi persediaan. Secara khusus, algoritma C4.5 *Decision Tree* menggunakan kriteria *split* yang memodifikasi yang dinamakan *Gain Ratio* dalam proses pemilihan split atribut. Dengan pendekatan ini, dapat memberikan Solusi yang efektif dan praktis untuk manajemen persediaan obat [7].

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengelolaan stok obat di apotek, khususnya dengan penerapan algoritma C4.5 dalam proses klasifikasi persediaan obat. Pemanfaatan teknologi *data mining* di sektor Kesehatan khususnya Farmasi akan semakin diakui sebagai metode yang efektif dan efisien untuk mengelola persediaan obat secara optimal. Penelitian ini juga akan membuka peluang baru bagi praktisi apotek untuk mengimplementasikan teknologi berbasis algoritma dalam mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dan cepat terkait persediaan obat [8][9]. Implikasi teknologi dari temuan ini juga bisa berdampak pada peningkatan pengembangan sistem informasi farmasi yang lebih *responsive*. Dengan demikian, penelitian ini memiliki potensi untuk memperluas penerapan teknologi klasifikasi di berbagai sektor, tidak hanya farmasi, melainkan juga sektorsektor lain yang membutuhkan pengelolaan stok secara efisien [10][11]. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis seberapa baik algoritma C4.5 dalam mengelola stok obat di apotek dan untuk memberikan solusi praktis untuk mengambil keputusan yang lebih efisien. Selain itu, penelitian ini juga akan memperluas wawasan akademis dan menunjukkan bagaimana teknologi klasifikasi dapat diterapkan di bidang farmasi dan bidang lainnya yang membutuhkan manajemen stok yang optimal.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini melalui pendekatan Knowledge Discovery in Database (KDD)[12], dimana proses *data mining* ini adalah peran yang sangat penting dalam menemukan pola informasi yang relevan dari data. Tahapan ini meliputi pemrosesan data, transformasi data, pemodelan, serta evaluasi dan interpretasi hasil.

2.1 Pemrosesan Data

Tahap pertama pada proses ini setelah melakukan observasi langsung ke Apotek Nafa Farma dan menelaah dokumen datanya untuk di analisis lebih lanjut. Data yang di peroleh sebanyak 500 data di tahun 2023 dari periode bulan Januari 2023 sampai Desember 2023.

Tabel 1. Dataset

NO	Nama Obat	Kategori	Jenis Obat	Satuan	Stok Awal	Stok Akhir
1.	Gabapentin	Antikonvulsan	Obat Keras	Kapsul	350	72
2.	Losartan	Antihipertensi	Obat Bebas	Tablet	351	34
3.	Montelukast	Anti Alergi	Obat Keras	Tablet	300	183
4.	Alprazolam	Benzodiazepine	Obat Keras	Tablet	340	255
5.	Sanmol	Analgesik	Obat Bebas	Tablet	350	300
6.	Zolpidem	Hipnotik	Obat Bebas	Tablet	350	300
7.	Cimetidine	Antasida	Obat Keras	Tablet	260	139
8.	Diazepam	Benzodiazepine	Obat Keras	Tablet	320	17
9.	Labetalol	Antihipertensi	Obat Keras	Tablet	340	93
.....						
500.	Folic Acid	Vitamin	Obat Bebas	Tablet	320	300

2.2 Transformasi Data

Mempersiapkan data untuk diproses menjadi bentuk data Numerik dengan atribut stok awal di kategorikan ke dalam kategori tertentu. Misalnya:

- jika atribut stok awal = < 200 ini di kategorikan “Sedikit”,
- jika stok awal = 200 – 350 di kategorika “Sedang”
- dan jika stok awal = > 350 di kategorikan “Banyak”.

Ini untuk memudahkan algoritma C4.5 untuk membuat keputusan. Dalam algoritma C4.5, proses konversi data numerik menjadi kategori dapat mempengaruhi hasil klasifikasi karena algoritma ini bekerja dengan menghitung information gain atau *gain ratio* untuk menentukan atribut terbaik dalam membagi data pada setiap *level*/pohon keputusan. Jika data numerik diubah menjadi kategori sebelum proses ini, algoritma kehilangan fleksibilitas dalam menentukan *threshold* optimal. *Threshold* dalam konteks Algoritma C4.5 adalah nilai batas yang digunakan untuk membagi data numerik menjadi dua kelompok atau kategori dalam proses pembuatan pohon keputusan. Nilai ini di pilih berdasarkan perhitungan *information gain* atau *gain ratio* untuk menentukan titik pemisahan terbaik yang memaksimalkan efisiensi kalsifikasi[13]. Transformasi data numerik menjadi kategori adalah Langkah praproses yang bertujuan untuk menyederhanakan data agar lebih mudah diolah oleh algoritma C4.5. dalam konteks ini, atribut stok awal dengan nilai numerik diubah menjadi beberapa kategori. Dampak terhadap hasil klasifikasi yaitu penyederhanaan model transformasi data numerik menjadi kategori menyederhanakan pembuatan pohon keputusan. Algoritma hanya bekerja dengan kategori yang telah ditentukan, sehingga mengurangi kompleksitas perhitungan.

2.3 Pemodelan

Selanjutnya setelah melakukan pengumpulan data serta tranformasi data, penelitian ini mengaplikasikan pemodelan algoritma C4.5 untuk klasifikasi persediaan obat, yang berperan penting dalam pengelolaan stok obat secara efisien. Dengan Menggunakan C4.5, diharapkan dapat diperoleh model klasifikasi yang akurat untuk mendukung pengambilan keputusan dalam manajemen logistik Farmasi.

Dalam pemodelan, penelitian ini memilih algoritma C4.5 untuk menghasilkan klasifikasi yang akurat dan mudah dipahami. Pemilihan algoritma ini didasarkan pada kemampuannya dalam mengelola data besar serta menghasilkan pohon keputusan yang jelas. Dengan penerapan C4.5, dapat memberikan model klasifikasi yang efektif untuk pengelolaan persediaan obat serta memprediksi obat mana yang dapat di *restocking* ulang dan obat mana yang dipertimbangkan dalam perencanaan

pengadaannya yang dapat memperbaiki pengelolaan stok dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam manajemen Farmasi.

2.4 Evaluasi dan Interpretasi Hasil

Setelah melewati beberapa tahapan proses algoritma C4.5, evaluasi dan interpretasi dilakukan untuk menilai kinerja model yang dihasilkan. Tahap ini melibatkan pengukuran akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* untuk memastikan bahwa model klasifikasi dapat memberikan hasil yang optimal [9].

Selanjutnya, pohon keputusan yang terbentuk dianalisis untuk memahami keputusan yang diambil oleh algoritma dan untuk memastikan bahwa hasil klasifikasi dapat diinterpretasikan dengan mudah [14]. Evaluasi ini penting untuk memastikan bahwa model dapat diandalkan dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan persediaan obat, serta memberikan informasi yang jelas bagi pengguna dalam menilai hasil prediksi yang dihasilkan oleh sistem.

1. Akurasi: Merupakan metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur seberapa baik model klasifikasi dalam memprediksi kategori persediaan obat secara keseluruhan. Akurasi menunjukkan jumlah yang benar terhadap total jumlah data yang diuji. Berikut rumus akurasi [15]: Dalam penelitian ini, data dibagi dengan rasio 70:30 untuk melatih dan menguji model klasifikasi. Rasio 70:30 ini memberikan proporsi yang seimbang antara data pelatihan dan pengujian. Dengan 70% data untuk pelatihan, model memiliki cukup data untuk mempelajari pola yang ada sehingga mampu membangun model yang stabil. Penggunaan 30% data sebagai pengujian memungkinkan evaluasi kemampuan model dalam menghadapi data baru yang belum pernah dilihat. Hal ini penting untuk memastikan model tidak hanya unggul dalam data pelatihan dan mampu menghindari *overfitting*.

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (1)$$

2. Presisi: Merupakan metrik evaluasi untuk mengukur sejauh mana prediksi positif yang dibuat oleh model yang akurat. Berikut rumus presisi [16].

$$Presisi = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

3. *Recall*: Merupakan metrik evaluasi model berhasil mengidentifikasi data positif yang sebenarnya. *Recall* menggambarkan seberapa baik algoritma C4.5 dalam mendeteksi obat yang memerlukan tindakan tertentu, seperti *restocking*. Berikut rumus *recall* [6]:

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

4. *F1-score*: Merupakan metrik evaluasi yang mengkombinasikan presisi dan *recall* menjadi satu nilai *harmonic*. *F1-score* sangat berguna ketika distribusi kelas tidak seimbang. Berikut rumus *F1-score*:

$$F1 - score = 2 \frac{Presisi \times Recall}{Presisi + Recall} \quad (4)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan Algoritma C4.5 yang digunakan untuk klasifikasi persediaan obat di Apotek Nafa Farma. Ini dapat dikategorikan berdasarkan kriteria tertentu yang mendukung pengelolaan stok.

3.1 Pemrosesan Data

Pada tahapan ini, setelah menelaah dokumen dari data tersebut, pemilihan algoritma C4.5 diawali dengan menentukan atribut akar dengan keputusan Tidak Laku dan Laku. Sebelum melakukan pemodelan terlebih dahulu proses selanjutnya yaitu memilih atribut data yang akan digunakan untuk pemodelan.

Tabel 2. Dataset sudah di seleksi

NO	Nama Obat	Jenis Obat	Satuan	Stok Awal	Stok Akhir	Kategori
1.	Gabapentin	Obat Keras	Kapsul	Banyak	sedikit	TL
2.	Losartan	Obat Bebas	Tablet	Banyak	sedikit	TL
3.	Montelukast	Obat keras	Tablet	Sedang	sedikit	TL
4.	Alprazolam	Obat Keras	Tablet	Sedang	sedang	L
5.	Sanmol	Obat Bebas	Tablet	Banyak	sedang	L
6.	Zolpidem	Obat bebas	Tablet	Banyak	sedang	L
7.	Cimetidine	Obat Keras	Tablet	Sedang	sedikit	L
8.	Diazepam	Obat Keras	Tablet	Sedang	sedikit	TL
9.	Labetalol	Obat Keras	Tablet	Sedang	sedikit	TL
.....						
500.	Folic Acid	Obat bebas	Tablet	Sedang	sedang	L

3.2 Transformasi Data

Setelah tahap pemrosesan data, tahapan selanjutnya yaitu mempersiapkan data mentah untuk diproses menjadi bentuk data yang siap di proses. Data numerik dengan atribut stok awal dikategorikan ke dalam kategori tertentu. Dalam algoritma C4.5, proses konversi data numerik menjadi kategori dapat mempengaruhi hasil klasifikasi karena algoritma ini bekerja dengan menghitung *information gain* atau *gain ratio* untuk menentukan atribut terbaik dalam membagi data pada setiap level pohon keputusan.

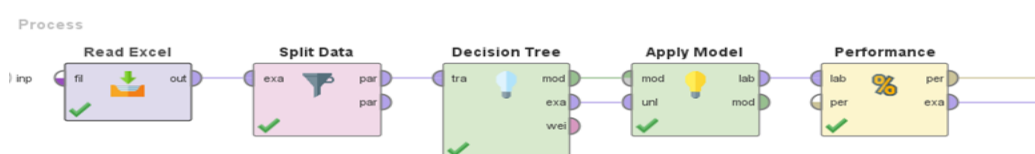
Tabel 3. Penjelasan Atribut

NO	Atribut	Penjelasan
1.	Nama Obat	Amoxcilin, Sanmol, dll
2.	Jenis Obat	Obat Keras, Obat Bebas
3.	Satuan	Kapsul, Tube, Cairan, Tablet
4.	Stok Awal	Jika stok awal = < 200 = Sedikit Jika stok awal = 200 – 350 = Sedang Jika stok awal = > 350 = Banyak
5.	Stok Akhir	Jika stok akhir = < 200 = Sedikit Jika stok akhir = 200 - 300 = Sedang
6.	TL	Tidak Laku

3.3 Pemodelan

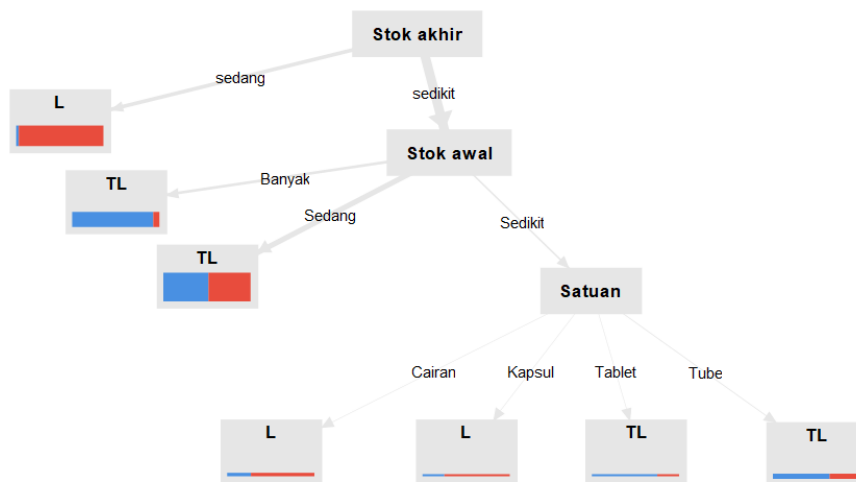
Setelah tahap transformasi data, tahapan selanjutnya yaitu pemodelan Algoritma C4.5 di *software* Rapidminer. Pada tahap ini, data yang telah dipersiapkan akan diproses untuk membentuk pohon keputusan. Dengan Rapidminer, proses ini menjadi lebih mudah karena tampilan yang sederhana dan fitur visualisasi yang jelas, sehingga setiap Langkah bisa di pantau dengan baik. Model yang dihasilkan kemudian diuji dengan data validasi untuk menilai kinerjanya, termasuk menghitung akurasi, presisi, recall, dan F1-score agar model dapat bekerja sesuai tujuan penelitian.

- Pemodelan Algoritma C4.5 pada RapidMiner.



Gambar 1. Pemodelan C4.5 RapidMiner

• *Decision Tree*



Gambar 2. Pohon Keputusan

Penjelasan dari Gambar 2. yaitu terdapat node satuan ketika stok awal sedikit, keputusan bergantung pada jenis satuan obat tersebut. Atribut “Satuan” terbagi ke dalam empat kategori:

- Cairan : Untuk satuan cairan, hasilnya adalah L = Laku
- Kapsul : Untuk satuan kapsul, hasilnya adalah TL = Tidak Laku
- Tablet : Untuk satuan tablet, hasilnya adalah TL = Tidak Laku
- Tube : Untuk satuan tube, hasilnya adalah TL = Tidak Laku

Pada Gambar 1 dan 2. Ini merupakan pemodelan Algoritma C4.5 di *software* RapidMiner untuk klasifikasi persediaan obat. Dengan keterangan Read Excel untuk mengimpor data dari file Excel untuk dianalisis lebih lanjut, selanjutnya tahap *split data* yaitu untuk membagi dua bagian utama yaitu *data training* dan *data testing* dengan pembagian 70:30, dengan jumlah data 500, 70% akan menghasilkan 350 *data training* dan 30% akan menghasilkan 150 *data testing* ini memberikan evaluasi performa yang stabil dan mengurangi risiko *overfitting*, selanjutnya tahapan *Decision tree* yaitu untuk membentuk pohon keputusan, lanjut *apply model* untuk memungkinkan prediksi atau klasifikasi pada data persediaan obat, dan performa classification untuk mengevaluasi akurasi, presisi, recall, dan F1-score.

Row No.	Kategori	prediction(K...	confidence(...	confidence(L	Nama Obat	Jenis Obat	Satuan	Stok awal	Stok akhir
1	TL	TL	0.944	0.056	Losartan	Obat Bebas	Tablet	Banyak	sedikit
2	TL	TL	0.944	0.056	Montelukast	Obat Keras	Tablet	Banyak	sedikit
3	L	L	0.023	0.977	Alprazolam	Obat Keras	Tablet	Banyak	sedang
4	L	L	0.023	0.977	Zolpidem	Obat Bebas	Tablet	Banyak	sedang
5	TL	TL	0.944	0.056	Labetalol	Obat Keras	Tablet	Banyak	sedikit
6	L	TL	0.500	0.500	Amlodipine	Obat Bebas	Cairan	Sedang	sedikit
7	L	L	0.023	0.977	Lidocaine	Obat Keras	Tablet	Banyak	sedang
8	L	L	0.023	0.977	Venlafaxine	Obat Bebas	tablet	Banyak	sedang
9	L	L	0.023	0.977	Cyclobenzapri...	Obat Bebas	Tablet	Banyak	sedang
10	TL	TL	0.944	0.056	Oxycodone	Obat Bebas	Cairan	Banyak	sedikit
11	TL	TL	0.500	0.500	Paracetamol	Obat Bebas	Cairan	Sedang	sedikit
12	TL	TL	0.944	0.056	Gabapentin	Obat Keras	Tablet	Banyak	sedikit
13	TL	TL	0.944	0.056	Xanax	Obat Keras	Cairan	Banyak	sedikit
14	TL	TL	0.944	0.056	Furosemide	Obat Bebas	Tube	Banyak	sedikit
15	TL	L	0.407	0.593	Meloxicam	Obat Bebas	Tube	Sedang	sedikit
16	L	L	0.407	0.593	Farxiga	Obat Bebas	Tube	Sedang	sedikit
17	L	L	0.023	0.977	Cimetidine	Obat Keras	Tube	Banyak	sedang
18	L	L	0.023	0.977	Hydrochlorothi...	Obat Keras	Kapsul	Sedang	sedang

ExampleSet (150 examples, 4 special attributes, 5 regular attributes)

MyASUS

Gambar 3. Hasil prediksi

Pada Gambar 3, ini adalah hasil prediksi persediaan obat Secara keseluruhan, kolom-kolom ini menyediakan informasi data atribut yang digunakan oleh model C4.5. Untuk membuat keputusan tentang kategori setiap obat. Kolom atribut lainnya seperti nama obat, jenis obat, satuan, stok awal, stok akhir berfungsi sebagai fitur atau variabel yang membantu model membuat pohon keputusan untuk klasifikasi. Variabel stok awal dan stok akhir memiliki pengaruh penting terhadap hasil klasifikasi, karena keduanya mencerminkan kondisi persediaan obat diawal dan di akhir periode. Algoritma C4.5 memiliki kekuatan yang menjadikannya salah satu metode yang sering digunakan dalam klasifikasi, termasuk untuk prediksi persediaan obat. Salah satu keunggulannya adalah kemudahan dalam memahami hasil yang dihasilkan oleh C4.5. Disusun secara logis dan jelas, sehingga setiap langkah keputusan dapat ditelusuri dengan mudah oleh pengguna. Algoritma C4.5 dapat memproses atribut seperti stok awal dan stok akhir dengan membagi nilai-nilai tersebut kedalam interval tertentu, yang sangat bermanfaat untuk mengelompokkan data stok berdasarkan batas yang relevan. Namun, C4.5 juga memiliki keterbatasan yang perlu diperhatikan, terutama ketika digunakan dalam skala besar. Kompleksitas komputasinya tergolong tinggi, sehingga memerlukan banyak sumber daya saat diterapkan pada *dataset* dengan ukuran besar atau atribut yang banyak. Hal ini bisa menjadi hambatan dalam sistem prediksi persediaan obat yang beroperasi dalam skala besar. Dalam penelitian mengenai prediksi berbasis klasifikasi, algoritma C4.5 kerap dibandingkan dengan Naive Bayes. Meskipun Naive Bayes dikenal cepat dan sederhana, efektivitasnya berkurang ketika ada keterkaitan antara atribut, karena algoritma ini mengandalkan asumsi independensi antar-variabel. Sebaliknya, C4.5 lebih adaptif karena dapat menangani hubungan antar-atribut secara implisit melalui struktur pohon keputusan. Kemampuan ini membuat C4.5 lebih relevan untuk memprediksi persediaan obat, yang sering melibatkan atribut yang saling berhubungan, seperti jenis obat, stok awal, dan stok akhir.

3.4 Evaluasi dan Interpretasi Hasil

Tahap selanjutnya adalah evaluasi dan interpretasi hasil dari proses algoritma C4.5. Proses evaluasi ini dilakukan dengan menilai kinerja model melalui beberapa metrik, yaitu akurasi, presisi, recall dan F1-score. Berdasarkan hasil PerformanceVector, algoritma berhasil mengklasifikasikan data dengan tingkat akurasi mencapai 80.67%.

accuracy: 80.67%

	true TL	true L	class precision
pred. TL	54	14	79.41%
pred. L	15	67	81.71%
class recall	78.26%	82.72%	

Gambar 4. Akurasi

PerformanceVector

```
PerformanceVector:
accuracy: 80.67%
ConfusionMatrix:
True:   TL      L
TL:      54      14
L:       15      67
```

Gambar 5. Performance Vector

Pada Gambar 3 dan 4, ditunjukkannya hasil dari akurasi Performance Vector dengan penjelasan true TL memprediksi TL benar 54, true L memprediksi L benar 67, False positive untuk TL atau kesalahan prediksi TL 14, false negativw untuk TL atau kesalahan prediksi L 15. Berikut penjelasan tentang akurasi, presisi, recall, dan F1-score:

1. Akurasi dengan mengukur persentase prediksi yang benar terhadap total prediksi:

$$akurasi = \frac{\text{Prediksi Benar}}{\text{Total Prediksi}} = \frac{54 + 67}{54 + 14 + 15 + 67} = \frac{121}{150} = 80.67\%$$

2. Presisi untuk setiap kelas menunjukkan ketepatan model dalam memprediksi kelas tertentu. Berikut presisi untuk TL dan presisi untuk L:

- Presisi untuk TL

$$\text{Presisi (TL)} = \frac{\text{True TL}}{\text{True TL} + \text{False Positive (TL)}} = \frac{54}{54 + 14} = \frac{54}{68} = 79.41\%$$

- Presisi untuk L

$$\text{Presisi (L)} = \frac{\text{True L}}{\text{True L} + \text{False Positive (L)}} = \frac{67}{67 + 15} = \frac{67}{82} = 81.71\%$$

3. Recall untuk setiap kelas ini menunjukkan seberapa banyak data yang benar-benar tidak laku teridentifikasi dengan benar oleh model. Misalnya, berapa persen dari obat yang tidak laku berhasil di klasifikasi oleh model:

- Recall untuk TL:

$$\text{Recall (TL)} = \frac{\text{True TL}}{\text{True TL} + \text{False Negative (TL)}} = \frac{54}{54 + 15} = \frac{54}{69} = 78.26\%$$

- Recall untuk L:

$$\text{Recall (L)} = \frac{\text{True L}}{\text{True L} + \text{False Negative (L)}} = \frac{67}{67 + 14} = 82.72\%$$

4. F1-score ini adalah kombinasi dari presisi dan recall yang menunjukkan seimbangnya kedua metrik tersebut dalam model.

- F1-score untuk TL:

$$F1 - \text{score (TL)} = 2 \times \frac{0.7941 \times 0.7826}{0.7941 + 0.7826} = 0.7883 \text{ atau } 78.83\%$$

- F1-score untuk L:

$$F1 - \text{score (L)} = 2 \times \frac{0.8171 \times 0.8272}{0.8171 + 0.8272} = 0.8221 \text{ atau } 82.21\%$$

- F1-score untuk TL : 75.38%
- F1-score untuk L : 70.04%

$$F1 - \text{score marco avarage} = \frac{78.83\% + 82.21\%}{2} = 80.52\%$$

Jadi, F1-score rata-rata adalah sekitar 80.52%.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menerapkan algoritma C4.5 untuk mendukung pengelolaan stok obat di Apotek Nafa Farma dengan menganalisis data persediaan obat sepanjang tahun 2023 menggunakan pendekatan *Knowledge Discovery in Database (KDD)*, menggunakan *software* RapidMiner. Hasil penelitian ini memberikan dasar bagi pengelolaan stok obat berbasis *data mining* yang lebih efisien. Dengan algoritma C4.5, pohon keputusan yang dihasilkan mampu mengelompokkan persediaan obat kedalam dua kategori, yaitu laku dan tidak laku dengan tingkat akurasi sebesar 80.67% dan rata-rata F1-score sebesar 80.52%. Hasil klasifikasi ini membantu apotek memprioritaskan pengadaan obat yang laku untuk menghindari pemborosan serta mengurangi jumlah stok obat yang tidak laku. Penelitian ini juga membuktikan bahwa algoritma C4.5 merupakan pendekatan yang efektif dan efisien dalam pengelolaan stok obat dan memberikan rekomendasi yang relevan untuk pengadaan obat dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat dalam manajemen Farmasi. Namun, penelitian ini dapat diperluas dengan menerapkan berbagai langkah strategis untuk memperdalam wawasan dan meningkatkan potensi aplikasinya. Salah satu langkah awal adalah mengeksplorasi algoritma lain seperti Random Forest, Gradient Boosting, atau Neural Networks untuk mengevaluasi perbandingan kinerja, terutama dalam aspek akurasi dan efisiensi pada dataset yang lebih besar. Algoritma ensemble seperti Random Forest memiliki kelebihan dalam mengolah data yang kompleks dan dapat memberikan sudut pandang baru dalam optimalisasi pengelolaan stok obat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Nuradha, A. riski Ramadani, H. Hazriani, and Y. Yuyun, "Penerapan Algoritma C4. 5 dalam Mengidentifikasi Karakteristik Pasien Beresiko Diabetes," *Pros. SISFOTEK*, pp. 325–331, 2023, [Online]. Available: <http://seminar.iaii.or.id/index.php/SISFOTEK/article/view/412>
- [2] Harsiti, Z. Muttaqin, and E. Srihartini, "Penerapan Metode Regresi Linier Sederhana Untuk Prediksi Persediaan Obat Jenis Tablet," *JSil (Jurnal Sist. Informasi)*, vol. 9, no. 1, pp. 12–16, 2022, doi: 10.30656/jsii.v9i1.4426.
- [3] D. E. Sinaga, A. P. Windarto, and R. A. Nasution, "Analisis Data Mining Algoritma Decision Tree Pada Prediksi Persediaan Obat (Studi Kasus : Apotek Franch Farma)," *KLIK Kaji. Ilm. Inform. dan Komput.*, vol. 2, no. 4, pp. 123–131, 2022, doi: 10.30865/klik.v2i4.328.
- [4] R. Nursyahfitri, A. N. Maharadja, R. A. Farissa, and Y. Umaidah, "Klasifikasi Penentuan Jenis Obat Menggunakan Algoritma Decision Tree," *J. Inform. Polinema*, vol. 7, no. 3, pp. 53–60, 2021, doi: 10.33795/jip.v7i3.629.
- [5] N. Ismiza, L. Rosnita, and B. Indah, "Implementation of Data Mining for Raw Material Stock Prediction in Clothing Production Using the C4 . 5 Algorithm Method," vol. 2, 2024.
- [6] S. Putri Awalina, R. Helilintar, and A. Bagus Setiawan, "Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Prediksi Penjualan Obat di Apotek Warujayeng," *INOTEK*, vol. 7, pp. 2549–7952, 2023.
- [7] Rovidatul, Y. Yunus, and G. W. Nurcahyo, "Perbandingan algoritma c4.5 dan naive bayes dalam prediksi kelulusan mahasiswa," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 193–199, 2023, doi: 10.37859/coscitech.v4i1.4755.
- [8] G. Perdana, A. Cahyo, and A. A. R. Awaludin, "Sistem Informasi Pengolahan Penjualan dan Persediaan Obat pada Apotek Fifa," *J. Ris. dan Apl. Mhs. Inform.*, vol. 4, no. 02, pp. 203–210, 2023, doi: 10.30998/jrami.v4i02.5395.
- [9] T. Salsabilla and S. Sulastri, "Implementasi Algoritma C4.5 Untuk Klasifikasi Produk Laris Sepeda Motor Honda Pada Cv Cendana Motor Cepiring," *Rabit J. Teknol. dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 7, no. 2, pp. 164–171, 2022, doi: 10.36341/rabit.v7i2.2489.
- [10] A. Ardiansyah, A. T. Zy, and A. Nugroho, "Implementasi Data Mining Algoritma Apriori Pada Sistem Persediaan Obat (Studi Kasus Klinik Pratama Keluarga Kesehatan)," *JISAMAR (Journal ...*, vol. 7, no. 3, pp. 777–788, 2023, doi: 10.52362/jisamar.v7i3.1163.
- [11] S. Mulyanda, S. Defit, and Sumijan, "Analisis Data Mining Menggunakan Algoritma C4.5 Untuk Prediksi Harga Pasar Mobil Bekas," *J. KomtekInfo*, vol. 10, no. 3, pp. 116–121, 2023, doi: 10.35134/komtekinfo.v10i3.427.
- [12] Y. Maulana, R. Winanjaya, and F. Rizki, "Penerapan Data Mining dengan Algoritma C.45 Dalam Memprediksi Penjualan Tempe," *Bull. Comput. Sci. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 53–58, 2022, doi: 10.47065/bulletincsr.v2i2.163.
- [13] D. Damayanti, "Implementasi Algoritma C4.5 Prediksi Produksi Komoditas Tanaman Perkebunan Berdasarkan Luas Lahan," *TIN Terap. Inform. Nusantara*, vol. 2, no. 10, pp. 571–579, 2022, doi: 10.47065/tin.v2i10.1026.
- [14] D. Fitriyani, M. Jajuli, and G. Garno, "Implementasi Algoritma K-Means Untuk Klasterisasi Dalam Pengelolaan Persediaan Obat (Studi Kasus : Apotek Naza)," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, pp. 2841–2848, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4921.
- [15] A. Iftitah and R. Setyadi, "Penerapan Algoritma C.45 Untuk Analisis Pengadaan Peralatan dan Mesin Kantor," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 4, no. 2, pp. 434–442, 2023, doi: 10.47065/josh.v4i2.2673.
- [16] F. A. Sianturi, M. Kumari, and E. Laian, "Implementasi Algoritma C4.5 Menentukan Pola Berangkatan Jamaah Haji," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 66–70, 2022, doi: 10.55338/saintek.v3i2.260.