

SISTEM PREDIKSI PENJUALAN MENGGUNAKAN KOMBINASI METODE MONTE CARLO DAN DECISION TREE BERBASIS WEBSITE

Natasya Berliana Arifin

Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

Email: natasya.berliana.1903126@students.ac.um.id,

Asmianto

Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

Penulis korespondensi: asmianto.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Perdagangan merupakan salah satu sektor yang berkontribusi besar bagi pertumbuhan ekonomi nasional. Namun kurangnya pemahaman mengenai strategi pemasaran menyebabkan tidak sedikit pedagang yang mengalami kerugian. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat menyesuaikan dengan kegiatan manusia yang semakin modern. Berbagai permasalahan yang kompleks dapat dimodelkan dan disimulasikan terlebih dahulu sebelum diimplementasikan sehingga didapat hasil yang optimal. Salah satu strategi mencapai target penjualan adalah mempersiapkan stok barang, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya kekurangan ataupun kelebihan stok. Dalam mempersiapkan stok barang nilai prediksi dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan penjualan selanjutnya. Metode Monte Carlo dan *Decision Tree* adalah dua metode yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi, kedua metode ini juga sudah terbukti berhasil dalam menentukan prediksi. Secara umum pembuatan sistem prediksi ini terdiri dari beberapa langkah, diantaranya: pengumpulan data, perhitungan prediksi menggunakan kombinasi metode Monte Carlo dan *Decision Tree*, menghitung tingkat akurasi prediksi, membangun sistem prediksi berbasis *website*, dan melakukan evaluasi dan pengembangan sistem. Penggunaan sistem prediksi sudah banyak dilakukan dan terbukti hasil akurasi yang tinggi. Hasil prediksi penjualan yang didapatkan dari proses simulasi pada sistem prediksi berbasis *website* menggunakan kombinasi metode Monte Carlo dan *Decision Tree* yang dikembangkan dengan metode waterfall untuk tahun penjualan 2017, 2020, dan 2021 memiliki tingkat akurasi MAPE pada range 93,7%-94,8% dan berdasarkan *Confusion Matrix* presentasi akurasi pada range 83%-100%. Dengan demikian, sistem prediksi berbasis *website* ini dapat diterapkan untuk memprediksi penjualan pada masa yang akan datang dan dapat dimanfaatkan oleh para pedagang untuk mengambil keputusan yang terbaik dalam mempersiapkan stok barang.

Kata Kunci: Prediksi, Monte Carlo, *Decision Tree*, *Waterfall*, *Website*.

Abstract

Trade is one sector that contributes greatly to national economic growth. However, the lack of understanding of marketing strategies causes many traders to experience losses. The rapid development of information and communication technology adapts to increasingly modern human activities. Various complex problems can be modelled and simulated before being implemented so that optimal results are obtained. One strategy to achieve sales targets is to prepare stock of goods, this is done to avoid shortages or excess stock. In preparing the stock of goods, the predicted value can be used as a reference to determine further sales. The Monte Carlo method and the Decision Tree are two methods that can be used to make predictions, these two methods have also proven successful in making predictions. In general, making this prediction system consists of several steps, including: collecting data, calculating predictions using a combination of Monte Carlo and Decision Tree methods, calculating the level of prediction accuracy, building a website-based prediction system, and evaluating and developing the system. The use of predictive systems has been widely carried out and proven results of high accuracy. The sales prediction results obtained from the simulation process on a website-based prediction system using a combination of the Monte Carlo and Decision Tree methods developed using the waterfall method to know sales for 2017, 2020 and 2021 have a MAPE accuracy level in the range of 93.69% -94.86 % and based on the Confusion Matrix presentation accuracy in the range of 83.3% -100%. Thus, this website-based prediction system can be applied to predict future sales and can be used by traders to make the best decisions in preparing stock goods.

Keywords: Prediction, Monte Carlo, *Decision Tree*, *Waterfall*, *Website*.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi kini senantiasa mengalami peningkatan pesat pada pemanfaatannya yang semakin menyesuaikan dengan kegiatan manusia yang semakin modern. Berbagai permasalahan yang kompleks dapat diselesaikan dengan cara sederhana. Setiap masalah dapat dimodelkan dan disimulasikan terlebih dahulu sebelum diimplementasikan sehingga didapat hasil yang optimal. Optimalisasi adalah tahapan yang dapat dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal dengan waktu efisien (Sucipto *et al.*, 2017).

Model merupakan gambaran dari sesuatu, objek, atau benda dalam tatanan yang lebih sederhana (Hutahaean, 2018). Simulasi merupakan tahapan kuantitatif yang menggambarkan sebuah sistem dengan mengembangkan sebuah model dari sistem tersebut dan melakukan sederet uji coba untuk memperkirakan perilaku sistem pada kurun waktu tertentu (Hutahaean, 2018). Model simulasi adalah model yang merepresentasikan kaitan antara sebab dan akibat dalam suatu sistem pada model komputer yang dapat merepresentasikan perilaku yang mungkin terjadi pada sistem nyatanya (Hutahaean, 2018).

Sektor perdagangan merupakan salah satu sektor yang berkontribusi besar bagi pertumbuhan ekonomi nasional Indonesia. Namun kurangnya pengetahuan mengenai strategi pemasaran, tidak sedikit masyarakat yang mengalami kerugian. Dalam mencapai hasil yang optimal diperlukan sebuah strategi untuk mencapai target penjualan. Salah satunya mempersiapkan stok barang, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya kekurangan ataupun kelebihan stok. Dalam mempersiapkan stok barang nilai prediksi dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan penjualan selanjutnya. Monte Carlo adalah salah satu metode peramalan yang digunakan untuk memprediksi kemungkinan dimasa yang akan datang dengan menganalisa, memecahkan, dan mengoptimalkan berbagai masalah matematika dan lainnya melalui sejumlah bilangan acak. Simulasi Monte Carlo merupakan berbagai metode sampling statistik yang dimanfaatkan untuk memprediksi pemecahan masalah-masalah kuantitatif (Hutahaean, 2018). Simulasi Monte Carlo juga

menghasilkan nilai probabilitistik yang mendukung konsep nilai harapan/ *Expected Monetary Value (EMV)* pada metode *Decision Tree* dimana salah satu komponennya adalah berupa peluang atau probabilitas terjadinya suatu peristiwa. *Decision Tree* merupakan suatu grafik yang mempresentasikan proses pengambilan keputusan yang mencakup alternatif solusi, *state of nature* dan probabilitasnya serta *outcome* dari masing-masing alternatif (Hayati, 2020). Sehingga kedua metode ini dapat dikombinasikan untuk mendapatkan hasil prediksi yang optimal.

KAJIAN TEORI

Pada penelitian Hayati (2019) menggunakan metode Monte Carlo untuk memprediksi penjualan produk herbal di Toko Herbal An-Nabawi didapatkan tingkat akurasi prediksi untuk pendapatan penjualan sebesar 87,91%. Pada tahun yang sama penelitian Manurung & Santony (2019) menggunakan metode Monte Carlo untuk Simulasi Pengadaan Barang yang dikembangkan berupa aplikasi program berbasis web dengan bahasa pemrograman *PHP* pada PT. Rizano Cipta Mandiri Padang menghasilkan tingkat akurasi prediksi sebesar 93%. Selanjutnya pada penelitian Dewanti, dkk. (2022) memanfaatkan metode *Decision Tree* yang dikembangkan dengan model *Waterfall* menggunakan bahasa pemrograman *PHP* dan database *My SQL* untuk membangun sistem prediksi persediaan obat di apotek dengan dengan tingkat akurasi prediksi sebesar 89%. Penelitian ini akan menerapkan metode simulasi Monte Carlo yang akan dikombinasikan dengan metode *Decision Tree* berbasis *website* serta dikembangkan dengan *model waterfall* untuk mencapai hasil prediksi yang lebih optimal. Penelitian ini menggunakan data sekunder dari Badan Pusat Statistik yaitu data indeks harga kumulatif ekspor kendaraan pribadi Indonesia yang diasumsikan sebagai data penjualan. Data penjualan tersebut digunakan sebagai sampel data uji coba keakuratan sistem prediksi. Diharapkan sistem prediksi berbasis *website* yang dibangun pada skripsi ini dapat menjadi alat analisis data penjualan yang efektif bagi pedagang untuk memprediksi penjualan periode selanjutnya.

METODE

Metode atau langkah-langkah penyelesaian yang pertama dilakukan yaitu mengumpulkan data. Langkah selanjutnya adalah perhitungan manual prediksi penjualan menggunakan kombinasi metode Monte Carlo dan *Decision Tree* menggunakan *excel*. Perhitungan manual mencakup beberapa proses seperti melakukan beberapa simulasi Monte Carlo, melakukan perhitungan nilai harapan/ *Expected Monetary Value (EMV)* berdasarkan metode *Decision Tree* untuk setiap hasil simulasi Monte Carlo. Langkah selanjutnya yaitu menghitung tingkat akurasi setiap percobaan dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* untuk menetapkan hasil prediksi yang optimal. Langkah selanjutnya menghitung keakuratan sistem prediksi yang dibangun menggunakan *Confusion Matrix*. Langkah terakhir yaitu membangun aplikasi berbasis website untuk mengolah data dengan metode Monte Carlo dan *Decision Tree* dengan menggunakan bahasa pemrograman *PHP*, *JavaScript* dan database *My SQLi*.

Metode Monte Carlo terdiri dari lima tahap, yaitu:

1. Menghitung distribusi probabilitas data penjualan.

Menghitung distribusi probabilitas dari setiap data penjualan dengan rumus

$$P(V_i) = \frac{V_i}{S}$$

Dimana,

$P(V_i)$: Distribusi probabilitas data penjualan ke i

V_i : Data penjualan ke i

S : Jumlah seluruh data penjualan

2. Menghitung distribusi probabilitas kumulatif data penjualan.

Menghitung distribusi probabilitas kumulatif dari setiap data penjualan dengan rumus

$$PK(V_i) = P(V_i) + P(V_{i-1})$$

Dimana,

$PK(V_i)$: Distribusi probabilitas kumulatif data penjualan ke i

$P(V_i)$: Distribusi probabilitas data penjualan ke i

$P(V_{i-1})$: Distribusi probabilitas data penjualan ke $i-1$

3. Menentukan interval bilangan acak.

Interval bilangan acak digunakan sebagai pembatas dari nilai antara variabel satu dengan variabel lain sekaligus sebagai nilai acuan hasil

simulasi. Nilai bilangan acak terbagi menjadi nilai batas awal dan nilai batas akhir. Cara menentukan nilai interval bilangan acak adalah sebagai berikut:

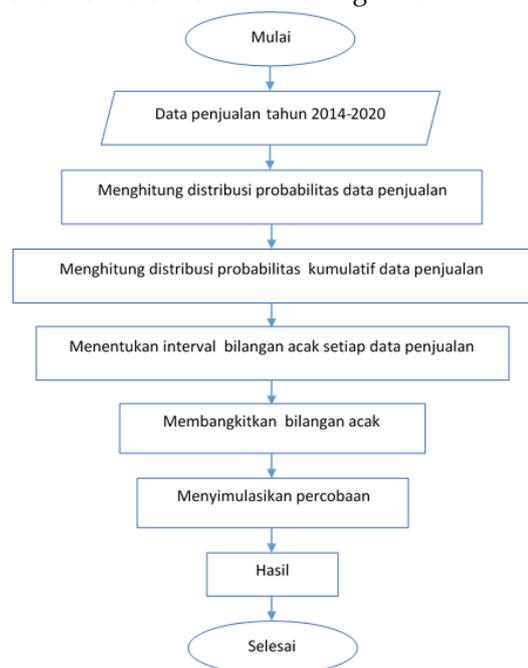
- a. Interval bilangan acak untuk data penjualan pertama:
Interval bawah = 0
Interval atas = $PK(V_i)$
- b. Interval bilangan acak untuk data penjualan kedua dan seterusnya:
Interval bawah = $PK(V_{i-1}) + 0.000000001$
Interval atas = $PK(V_i)$

4. Membangkitkan 12 bilangan acak.

- a. Membangkitkan bilangan acak pada excel dilakukan menggunakan rumus =*RANDBETWEEN*(0,1000000000) lalu mengalikan bilangan acak dengan 1/1000000000
- b. Membangkitkan bilangan acak pada bahasa pemrograman *PHP* dengan variabel \$*rand_num* = *rand*(0,*pow*(10,15))

5. Mencocokkan data penjualan berdasarkan bilangan acak yang dibangkitkan pada langkah 4 sesuai interval bilangan acak yang telah ditentukan pada langkah 3.

Data penjualan yang didapat pada langkah 5 merupakan hasil prediksi penjualan 12 bulan dalam satu tahun berdasarkan metode Monte Carlo. Adapun flowchart prediksi penjualan menggunakan metode Monte Carlo adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Flowchart Langkah-Langkah Prediksi dengan Metode Monte Carlo

Metode *Decision Tree* terdiri dari dua tahap, yaitu:

1. Menghitung nilai harapan/ *Expected Monetary Value (EMV)* dari hasil prediksi penjualan menggunakan metode Monte Carlo.

Persamaan untuk menghitung nilai harapan/ *Expected Monetary Value (EMV)* adalah sebagai berikut:

$$EMV(A_t) = \sum_{i=1}^n V_i * P(V_i)$$

Dengan:

- A_t : Prediksi ke t
- n : Jumlah bulan dalam 1 tahun
- V_i : Data penjualan ke i
- $P(V_i)$: Probabilitas data penjualan ke i

2. Membandingkan nilai harapan/ *Expected Monetary Value (EMV)* dari setiap percobaan prediksi Monte Carlo menggunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* untuk menetapkan nilai harapan/ *Expected Monetary Value (EMV)* terbaik. Adapun rumus menghitung MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \frac{|x - y|}{x}\right) 100}{n}$$

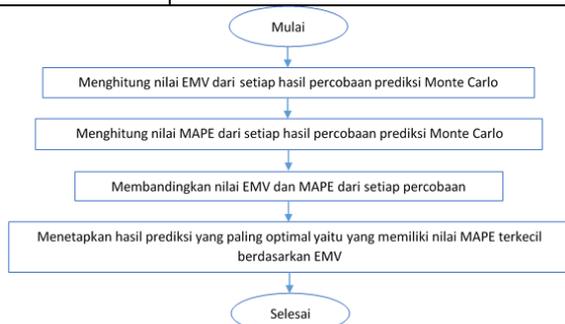
Dimana :

- x : Nilai data penjualan aktual ke i
- y : Nilai prediksi data penjualan ke i
- n : Jumlah bulan dalam 1 tahun

Menurut Mayadewi dan Rosely (2019) analisis hasil *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* adalah sebagai berikut:

Table 1. Range Nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Range MAPE	Arti Nilai
<10%	Kemampuan model peramalan sangat baik
10% - 20%	Kemampuan model peramalan baik
20% - 50%	Kemampuan model peramalan layak
>50%	Kemampuan model peramalan buruk



Gambar 2 Flowchart Langkah-Langkah Prediksi dengan Metode Decision Tree

Lebih mudahnya pada gambar 2 dijelaskan alur *flowchart* prediksi penjualan menggunakan metode Decision Tree.

Menurut Anarki, dkk. (2022) *Waterfall* merupakan suatu metode yang dimanfaatkan dalam pengembangan perangkat lunak. Metode ini diperkenalkan dan dikembangkan dalam penelitian yang berjudul "*Managing The Development of Large Software System*" tahun 1970 oleh Dr. Winston W. Royce. Adapun tahapan metode *waterfall* adalah sebagai berikut:

1. Requirement

Pada tahap ini peneliti akan melakukan studi literatur dengan mencari sumber jurnal/artikel terpercaya mengenai sistem prediksi menggunakan metode Monte Carlo dan pemilihan alternatif menggunakan metode Decision Tree. Selanjutnya pengambilan data penjualan yang akan digunakan dalam penelitian ini dari sumber resmi *open data* bps.go.id.

Adapun spesifikasi *device* yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari *hardware* dan *software* yang digunakan sebagai berikut:

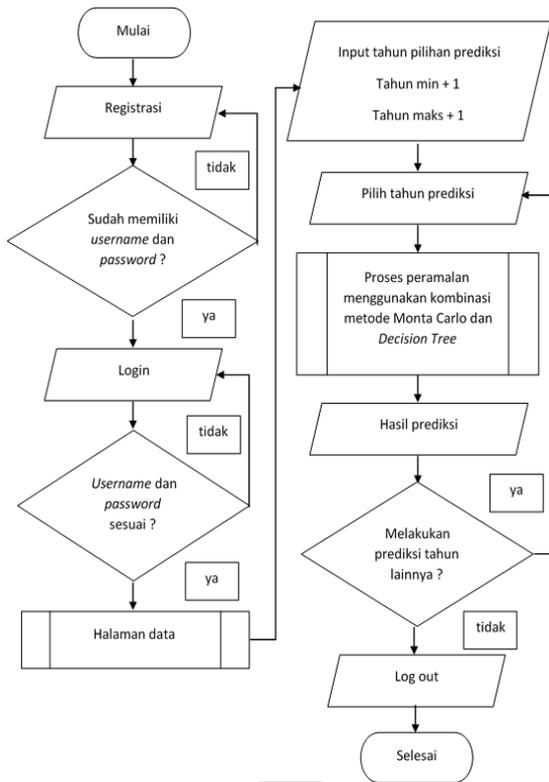
- a. Perangkat keras (*Hardware*):
 - Processor : AMD A-87410 APU with AMD Radeon R5 Graphics
 - Memory : 4096MB RAM
 - Storage : 512GB (SSD)
- b. Perangkat lunak (*Software*):
 - Sistem Operasi : Windows 10
 - Browser : Google Chrome
 - Bahasa Pemrograman : JavaScript, PHP
 - Database : SQLi
 - Software* lain : Visual Studio Code, Xampp, Bootstrap

2. Design

Pada tahap ini dilakukan perancangan desain untuk sistem prediksi dan software.

a. Flowchart

Flowchart merupakan bentuk representasi dari arus logika dari data penjualan yang akan diproses dalam program. Adapun *flowchart* sistem prediksi penjualan menggunakan metode Monte Carlo dan *Decision Tree* dari awal sampai akhir sebagai berikut:



Pada gambar 3, flowchart a merupakan flowchart keseluruhan sistem. Untuk lebih jelasnya halaman data dijelaskan pada flowchart b. Sedangkan proses peramalan menggunakan kombinasi metode Monte Carlo dan Decision Tree lebih jelasnya dipaparkan pada gambar 1 dan 2.

b. Desain Interface

Desain interface yang dibuat dalam program sistem prediksi ini terdiri dari halaman registrasi, halaman login, halaman data, dan halaman prediksi. Berikut merupakan contoh desain wireframe:



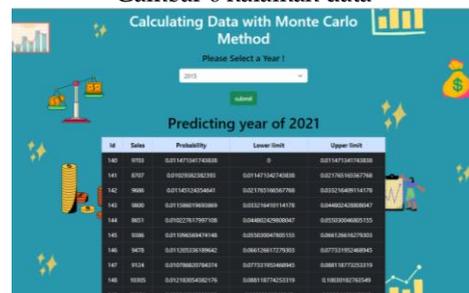
Gambar 4 halaman registrasi



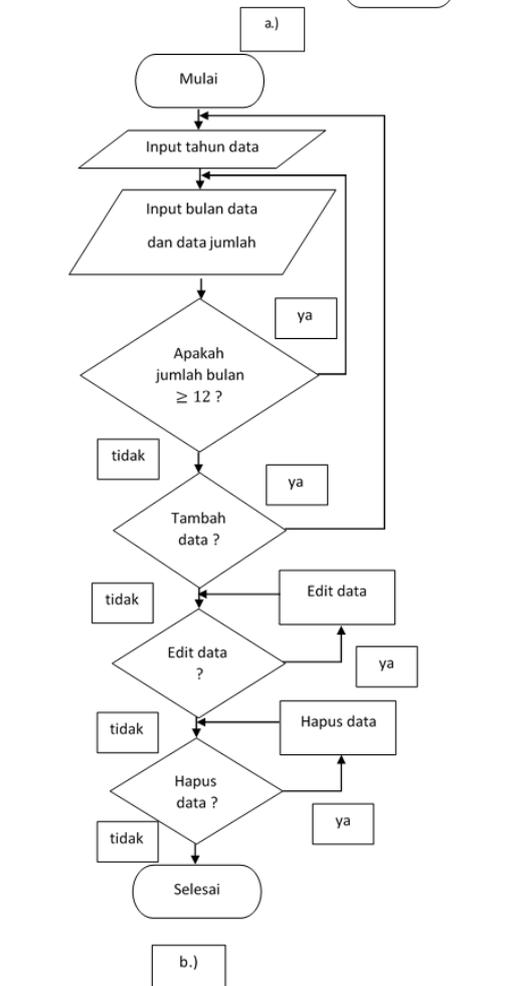
Gambar 5 halaman login



Gambar 6 halaman data



Gambar 7 halaman prediksi



Gambar 3 Flowchart Sistem Prediksi Penjualan Menggunakan Kombinasi Metode Monte Carlo dan Decision Tree

3. Implementation

Pada tahap ini dilakukan pembuatan aplikasi sistem prediksi menggunakan bahasa pemrograman

PHP dan Visual Studio Code untuk membangun website serta My SQLi sebagai database sistem.

Data input pada penelitian sistem prediksi penjualan ini adalah data penjualan minimal 1 tahun, yaitu 12 bulan dalam satuan unit. Sedangkan output yang dihasilkan pada sistem prediksi penjualan ini adalah data prediksi penjualan 12 bulan berdasarkan tahun yang dipilih serta grafik data penjualan dan hasil prediksi. Adapun ketentuan tahun yang dapat dipilih berdasarkan tahun data penjualan yang diinput adalah tahun terkecil ditambah 1 sampai dengan tahun terbesar ditambah 1.

4. Verification/Testing

Pada tahap ini dilakukan pengujian website sistem prediksi yang telah dibuat dan akan dilihat apakah website yang sudah berjalan memiliki masalah atau tidak. Untuk proses pengujian pada penelitian ini menggunakan black box testing.

Perhitungan akurasi sistem prediksi yang dibangun menggunakan Confusion Matrix. Untuk meningkatkan perhitungan akurasi maka data dikelompokkan berdasarkan kelas dataset. Pada penelitian Abdelmoez ,dkk. (2012) prediksi perbaikan bug pada model prediksi menggunakan naïve bayes menggunakan pengelompokkan kelas dataset. Data set dibagi menjadi 4 bagian yang sama berdasarkan kuartil. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

- Mengurutkan data penjualan dari nilai terkecil hingga terbesar
- Menetapkan data penjualan urutan pertama sebagai nilai minimum
- Menghitung quartil data penjualan sesuai rumus kuartil menurut Hutahaean (2018) sebagai berikut:

$$letak Q_b = \frac{b(m + 1)}{4}$$

$$Q_b = bb + (letak Q_b - bb) ((letak Q_b + 1) - letak Q_b)$$

Dimana:

- letak Q_b : Letak kuartil ke b
- Q_b : Kuartil ke b
- bb : Pembulatan kebawah letak Q_b
- m : Frekuensi data penjualan

- Menetapkan data penjualan urutan terakhir sebagai nilai maksimal

Setelah membentuk dataset maka selanjutnya perhitungan keakuratan menggunakan Confusion

Matrix. Adapun tabel Confusion Matrix adalah sebagai berikut:

bagian berdasarkan nilai kuartil. Adapun kategori waktu perbaikan bug yaitu cepat, lambat, sangat cepat, tidak sangat cepat, tidak sangat lambat, dan sangat lambat. Maka pada penelitian ini dataset akan dibagi menjadi 4 bagian yang sama berdasarkan kuartil. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

Table 2. Nilai Confusion Matrix

		Hasil Prediksi	
		True	False
Data Aktual	True	True Positive	True Negative
	False	False Positive	False Negative

Menurut Azhari,dkk. (2021) ada tiga nilai dijadikan alat ukur kemampuan klasifikasi sistem yang dibangun. Yang pertama presisi, yaitu nilai ketepatan informasi data benar yang diberikan sistem antara terklasifikasi benar atau salah. Yang kedua sensitivitas, yaitu nilai keberhasilan sistem untuk menunjukkan antara data benar yang terklasifikasi benar dan data salah yang terklasifikasi salah. Yang terakhir akurasi, yaitu nilai rasio data yang terklasifikasi benar dalam pengujian atau tingkat kedekatan antara nilai prediksi dan nilai aktual. Adapun rumus perhitungan akurasi, presisi, dan sensitivitas berdasarkan Confusion Matrix adalah sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FN + FP} \times 100\%$$

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\%$$

$$Sensitivitas = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\%$$

Dimana,

TP: True Positive adalah jumlah data benar yang terklasifikasi benar pada sistem

TN: True Negative adalah jumlah data salah yang terklasifikasi benar pada sistem

FN: False Negative adalah jumlah data benar yang terklasifikasi salah pada sistem

FP: False Positive adalah jumlah data salah yang terklasifikasi salah pada sistem

Pada penelitian Mayadewi dan Rosely (2015) melakukan perbandingan algoritma ID3, CHAID, dan Naïve Bayes menggunakan RapidMiner menghasilkan bahwa sistem rekomendasi dikatakan baik jika memiliki nilai presisi dan recall yang tinggi. Sedangkan pada penelitian Nurlala (2020) ada beberapa tingkat diagnosa untuk akurasi, yaitu:

Akurasi bernilai 90%-100% : *Exellent classification*
 Akurasi bernilai 80%-90% : *Good classification*
 Akurasi bernilai 70%-80% : *Fair classification*
 Akurasi bernilai 60%-70% : *Poor classification*
 Akurasi bernilai 50%-60% : *Failur classification*

5. *Maintenance*

Pada tahap ini akan dilakukan pemeliharaan dan penyempurnaan sistem yang telah dibuat. Namun pada penelitian ini tahap ini tidak dilakukan atau dihilangkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan data:

Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan data indeks harga ekspor kendaraan pribadi Indonesia tahun 2014 sampai dengan tahun 2021 dari *website* Badan Pusat Statistik yang diasumsikan sebagai data penjualan. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data penjualan perbulan selama 7 tahun.

Table 3 Data Penjualan Tahun 2014-2017

Bulan	2014	2015	2016	2017
Januari	97.03	97.78	91.08	102.10
Februari	87.07	98.60	91.24	97.88
Maret	96.86	98.92	97.79	98.77
April	98.00	98.08	102.58	96.43
Mei	86.51	99.70	101.75	95.52
Juni	93.86	90.85	94.54	94.72
Juli	94.78	100.00	105.63	101.61
Agustus	91.24	96.45	100.96	98.69
September	103.05	94.15	103.51	100.09
Oktober	101.86	97.79	109.17	106.04
November	103.31	93.11	98.54	96.54
Desember	97.35	98.60	100.99	98.03

Table 4 Data Penjualan Tahun 2018-2021

Bulan	2018	2019	2020	2021
Januari	100.00	105.05	104.69	110.42
Februari	100.00	105.08	103.87	104.08
Maret	100.00	105.96	107.23	110.55
April	100.00	108.06	110.18	115.55
Mei	100.00	109.05	108.22	114.12
Juni	100.00	106.42	113.48	107.11
Juli	100.00	108.02	106.94	113.42
Agustus	100.00	105.40	103.61	110.23
September	100.00	104.86	101.48	110.37
Oktober	100.00	109.58	111.40	116.81
November	100.00	101.62	105.30	112.96
Desember	100.00	104.93	108.89	112.73

Tahap Perhitungan Kombinasi Metode Simulasi Monte Carlo dan Decision Tree pada Excel:

Pada tahap perhitungan data pada penelitian ini menggunakan toleransi perhitungan sebesar 10^{-7} . Adapun langkah langkah perhitungan sistem prediksi menggunakan kombinasi metode Monte

Carlo dan Decision Tree pada excel adalah sebagai berikut:

Langkah 1: Menghitung distribusi probabilitas setiap data penjualan.

$$P(V_1) = \frac{V_1}{S} = \frac{97.03}{8458.47} = 0.011471342$$

$$P(V_2) = \frac{V_2}{S} = \frac{87.07}{8458.47} = 0.010293824$$

Langkah 2: Menghitung distribusi probabilitas kumulatif setiap data penjualan.

$$PK(V_1) = P(V_1) + P(V_{1-1}) = 0.011471342 + 0 = 0.011471342$$

$$PK(V_2) = P(V_2) + P(V_{2-1}) = 0.010293824 - 0 = 0.011471342$$

Langkah 3: Menentukan interval bawah dan interval atas bilangan acak setiap data penjualan

Data penjualan ke 1:
 Interval bawah = 0
 Interval bawah = $PK(V_i) = PK(V_1) = 0.011471342$

Data penjualan ke 2:
 Interval bawah = $PK(V_{i-1}) + 0.000000001 = 0.011471343$
 Interval atas = $PK(V_i) = PK(V_2) = 0.021765166$

Langkah 4: Membangkitkan 12 bilangan acak menggunakan rumus = $RANDBETWEEN(0,1000000000)$ lalu dikali dengan $1/1000000000$

Langkah 5: Mencocokkan data penjualan berdasarkan bilangan acak yang dibangkitkan pada langkah 4 sesuai interval bilangan acak yang telah ditentukan pada langkah 3.

Langkah 6: Menghitung nilai *Expected Monetary Value (EMV)*

Lebih jelasnya langkah 4, 5, dan 6 dapat dilihat pada tabel 5 berikut:

Table 5. Percobaan Ke-1 Prediksi Penjualan Tahun 2021 Berdasarkan Data Penjualan Tahun 2014 Sampai Dengan 2020

No	Bilangan Acak	Data Penjualan (V_i)	Distribusi Probabilitas $P(V_i)$	EMV ($V_i * P(V_i)$)
1	0.405077352	10099	0.011939512	120.5771268
2	0.060728873	9386	0.011096569	104.1524011
3	0.57454988	10000	0.011822469	118.2246908
4	0.658697099	10000	0.011822469	118.2246908
5	0.215790789	10000	0.011822469	118.2246908
6	0.198341931	9085	0.010740713	97.57937901
7	0.362315668	10096	0.011935965	120.5055004
8	0.082868982	9124	0.010786821	98.41895284

9	0.282773777	9180	0.010767905	98.84936637
10	0.475209074	9472	0.011198243	106.0697549
11	0.692813089	10000	0.011822469	118.2246908
12	0.46794212	9552	0.011292822	107.8690401

$$EMV(A_i) = \sum_{i=1}^{12} V_i * P(V_i) = 1326.920285$$

Sehingga dari tabel 5 didapat total nilai harapan/ *Expected Monetary Value (EMV)* pada percobaan ke-1 untuk prediksi penjualan tahun 2021 adalah sebesar 1326.920285. Selanjutnya dilakukan 9 kali pengulangan langkah 4, 5 dan 6 untuk mendapatkan nilai EMV yang akan digunakan sebagai perbandingan. Didapat nilai harapan/ *Expected Monetary Value (EMV)* dari 10 kali percobaan adalah sebagai berikut:

Table 6. Nilai Total EMV Percobaan Prediksi Penjualan Tahun 2021

Percobaan	Nilai total EMV
Ke-1	1326.920285
Ke-2	1475.592912
Ke-3	1511.101036
Ke-4	1387.242478
Ke-5	1484.10223
Ke-6	1465.84075
Ke-7	1527.542205
Ke-8	1452.89252
Ke-9	1483.33083
Ke-10	1439.944166

Langkah 7: Menentukan nilai EMV terbaik sebagai nilai prediksi yang paling optimal. Dari 10 kali percobaan.

Dari tabel 6 nilai tertinggi dari total nilai harapan/ *Expected Monetary Value (EMV)* didapat pada percobaan ke-7 dan terendah pada percobaan ke-4. Untuk menentukan nilai harapan/ *Expected Monetary Value (EMV)* terbaik maka dilakukan perhitungan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* untuk setiap percobaan. Adapun perhitungan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebagai berikut:

Table 7 Nilai prediksi dan Data Aktual Penjualan 2021

Bulan	Nilai aktual data penjualan tahun 2021 (x)	Nilai prediksi penjualan tahun 2021 (y)
Januari	11042	10530
Februari	10408	10822
Maret	11055	9645
April	11555	10889
Mei	11412	9892
Juni	10711	10530
Juli	11342	10486
Agustus	11023	9124

September	11037	10822
Oktober	11681	10148
November	11296	10604
Desember	11273	10000

Table 8 Perhitungan MAPE hasil prediksi penjualan tahun 2021

Bulan	x - y	x - y	$\frac{ x - y }{x}$
Januari	512	512	0.046368
Februari	-414	414	0.039777
Maret	1410	1410	0.127544
April	666	666	0.057637
Mei	1520	1520	0.133193
Juni	181	181	0.016899
Juli	856	856	0.075472
Agustus	1899	1899	0.172276
September	215	215	0.01948
Oktober	1533	1533	0.131239
November	692	692	0.061261
Desember	1273	1273	0.112925
$\sum_{i=1}^{12} \frac{ x - y }{x}$			0.99407

$$MAPE = \frac{(\sum_{i=1}^{12} \frac{|x-y|}{x}) * 100}{12}$$

$$MAPE = \frac{0.99407 * 100}{12}$$

$$MAPE = \frac{12}{99.407\%}$$

$$MAPE = 8.2839\%$$

$$Akurasi = 100\% - 8.2839\% = 91.72\%$$

Sehingga untuk 10 percobaan lainnya didapat nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* masing-masing percobaan pada tabel berikut:

Table 9. Nilai MAPE dan Akurasi Percobaan prediksi penjualan tahun 2021

Percobaan	Nilai EMV	MAPE	Akurasi
Ke-1	1326.920285	13.30024%	86.70%
Ke-2	1475.592912	8.636248%	91.36%
Ke-3	1511.101036	8.148579%	91.85%
Ke-4	1387.242478	11.45861%	88.54%
Ke-5	1484.10223	8.290506%	91.71%
Ke-6	1465.84075	8.838117%	90.28%
Ke-7	1527.542205	7.210414%	92.8%
Ke-8	1452.89252	9.9135%	90.09%
Ke-9	1483.33083	9.126542%	90.87%
Ke-10	1439.944166	10.81904%	89.18%

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dari tabel 9 didapatkan bahwa semakin tinggi nilai harapan/ *Expected Monetary Value (EMV)* maka semakin rendah nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* atau semakin baik kemampuan peramalan. Sehingga

ditetapkan percobaan ke-7 sebagai hasil prediksi yang paling optimal dengan persentase keakuratan hasil prediksi adalah 92,8%.

Tahap Perhitungan Keakuratan Hasil Prediksi pada Excel:

Dalam penelitian ini perhitungan tingkat akurasi hasil prediksi penjualan menggunakan kombinasi metode Monte Carlo dan Decision Tree menggunakan *Confusion Matrix*. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengelompokkan dataset berdasarkan kuartil, adapun langkah-langkah pengelompokan dataset berdasarkan kuartil sebagai berikut:

Langkah 1: Mengurutkan data penjualan dari nilai terkecil hingga terbesar

Langkah 2: Menetapkan data penjualan urutan pertama sebagai nilai minimum

Data ke 1 = 8651

Langkah 3: Menghitung kuartil 1:

$$\text{Letak } Q1 = \frac{1(84+1)}{4} = 21.25$$

$$Q1 = \text{data ke } 21 + 0.25(\text{data ke } 22 - \text{data ke } 21)$$

$$Q1 = 9779 + 0.25(9779 - 9779) = 9779$$

Langkah 4: Menghitung kuartil 2:

$$\text{Letak } Q2 = \frac{2(84+1)}{4} = 42.5$$

$$Q1 = \text{data ke } 42 + 0.5(\text{data ke } 43 - \text{data ke } 42)$$

$$Q1 = 10000 + 0.5(10000 - 10000) = 10000$$

Langkah 5: Menghitung kuartil 3:

$$\text{Letak } Q3 = \frac{3(84+1)}{4} = 63.75$$

$$Q1 = \text{data ke } 63 + 0.75(\text{data ke } 64 - \text{data ke } 63)$$

$$Q1 = 10486 + 0.75(10493 - 10486) = 10491.25$$

Langkah 6: Menetapkan data penjualan urutan terakhir sebagai nilai maksimum

Data ke 84 = 11348

Sehingga didapat kelas dataset adalah sebagai berikut:

Table 10. Pengelompokan Dataset

Kelas	Nilai
Nilai Minimum	8651

Q1	9779
Q2	10000
Q3	10491.25
Nilai Maksimum	11348

Setelah pengelompokan dataset berdasarkan nilai kuartil pada tabel 10, maka didapat interval permintaan berdasarkan pengelompokan dataset adalah sebagai berikut:

Table 11. Interval dari Nilai Dataset

Kelas	Interval
Nilai Minimum - Q1	$8651 \leq x < 9779$
Q1 - Q2	$9780 \leq x < 10000$
Q2 - Q3	$10001 \leq x < 10491.25$
Q3 - Nilai Maksimum	$10492.25 \leq x < 11348$

Berdasarkan tabel confusion Matrix didapatkan nilai data sebagai berikut:

Table 12 Nilai Data Berdasarkan Confusion Matrix

Bulan	Nilai Aktual Data Penjualan Tahun 2021	Nilai Prediksi Penjualan Tahun 2021	Nilai
Januari	11042	10563	TP
Februari	10408	10486	TP
Maret	11055	10508	TP
April	11555	9472	TN
Mei	11412	10530	TN
Juni	10711	10822	TP
Juli	11342	10802	TP
Agustus	11023	9877	FP
September	11037	10604	TP
Oktober	11681	9860	TN
November	11296	9854	FP
Desember	11273	11018	TP

Pada tabel 12 didapat data hasil prediksi berjumlah *True Positive* (TP) sebanyak 7, *False Positive* (FP) sebanyak 2, dan *True Negative* (TN) sebanyak 3. Maka dapat dihitung nilai akurasi, presisi, dan sensitivitas berdasarkan *Confusion Matrix* adalah sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{7 + 3}{12} \times 100\% = 83.3\%$$

$$\text{Presisi} = \frac{7}{9} \times 100\% = 77.8\%$$

$$\text{Sensitivitas} = \frac{7}{7} \times 100\% = 100\%$$

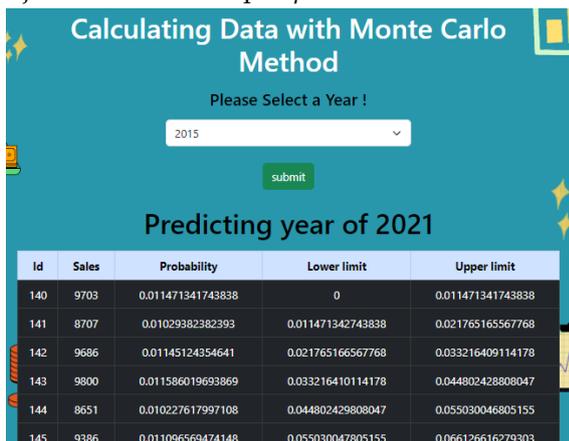
Dari hasil pengujian *Confusion Matrix* maka didapatkan kesimpulan bahwa 83.3% data dapat terklasifikasi dengan benar oleh sistem, 100% data kategori positif dapat terklasifikasi dengan benar oleh sistem, dan 77.8% data benar benar relevan

terhadap perintah. Berdasarkan hasil data yang dapat diklasifikasikan dengan benar oleh sistem, maka sistem termasuk dalam kategori *good classification*.

Tahap Membangun Aplikasi Website Menggunakan Metode Monte Carlo dan *Decision Tree*:

Implementation

Pada tahap ini akan dibangun *website* sistem prediksi penjualan menggunakan kombinasi metode Monte Carlo dengan 1000 kali percobaan dan pemilihan alternatif prediksi paling optimal menggunakan metode *Decision Tree*. Berikut merupakan tampilan *website* sistem prediksi penjualan setelah tahap *implementation*:



Gambar 8 Perhitungan Distribusi Probabilitas, Batas Bawah, dan Batas Atas pada Website



Gambar 9 percobaan monte carlo dengan bilangan acak percobaan 1 pada excel

Berdasarkan gambar 8 dan 9 didapatkan kesesuaian antara perhitungan pada *website* dan *excel* yang ditampilkan pada tabel 5 sehingga perhitungan pada *website* yang dibangun sudah sesuai.

Verification/Testing

Hasil pengujian *blackbox testing* yang diterapkan pada website ditunjukkan pada tabel berikut:

Table 13 blackbox testing

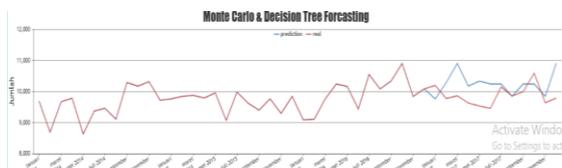
No	Test	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Sebelum melakukan login melakukan registrasi terlebih dahulu	Jika belum melakukan registrasi maka login gagal	✓
2	Menginput <i>username</i> dan <i>password</i> yang sesuai pada halaman registrasi	Jika <i>username</i> dan <i>password</i> yang tidak sesuai maka login gagal	✓
3	Menginput data penjualan minimal 1 tahun, yaitu 12 bulan dalam satuan unit	Data penjualan tersimpan dalam sistem	✓
4	Melakukan perhitungan metode Monte Carlo - Probabilitas data penjualan - Interval bilangan acak setiap data penjualan - Mencocokkan data penjualan berdasarkan bilangan acak	Melakukan perhitungan sesuai perhitungan manual pada excel	✓
5	Melakukan perhitungan metode <i>Decision Tree</i> - Perhitungan EMV data penjualan - Perhitungan MAPE data penjualan	Menampilkan hasil perhitungan sesuai perhitungan manual pada excel	✓
6	Menentukan tahun prediksi	Menampilkan pilihan tahun	✓

	yang dipilih berdasarkan tahun data penjualan yang diinput	prediksi yaitu tahun minimal ditambah 1 sampai dengan tahun maksimal ditambah 1	
10	Menampilkan hasil prediksi	Menampilkan hasil prediksi - data penjualan 12 bulan berdasarkan tahun yang dipilih - grafik data penjualan - grafik hasil prediksi	✓

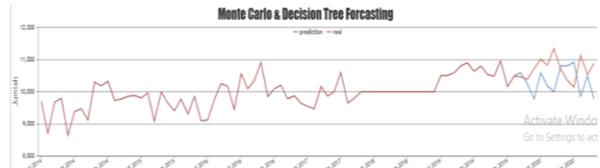
Berdasarkan beberapa test uji coba yang dilakukan dalam *blackbox testing* pada tabel 13 menunjukkan bahwa sistem yang dibuat telah berjalan dengan baik sesuai rencana awal. Selanjutnya dilakukan beberapa percobaan prediksi pada tahun berbeda yaitu tahun 2017, 2020, dan 2021 didapatkan hasil prediksi adalah sebagai berikut:

Table 14 percobaan prediksi untuk tahun 2017, 2020, dan 2021

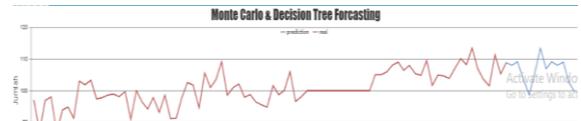
Bulan	2017	2020	2021
Januari	9779	10596	10802
Februari	10305	10258	10917
Maret	10917	9778	10351
April	10186	10596	9860
Mei	10351	10186	10563
Juni	10258	10000	11348
Juli	10258	10806	10694
Agustus	9860	10806	10917
September	10258	10917	10802
Oktober	10258	9854	10905
November	9860	10493	10258
Desember	10917	9779	9970



Gambar 10 Grafik percobaan prediksi tahun 2017 menggunakan data penjualan tahun 2014 - 2020



Gambar 11 Grafik Percobaan Prediksi tahun 2020 menggunakan data tahun 2014-2020



Gambar 12 Grafik Percobaan Prediksi Tahun 2021 Menggunakan Data Penjualan Tahun 2014 - 2020

Berdasarkan percobaan prediksi pada *website* didapatkan perhitungan akurasi berdasarkan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dan *Confusion Matrix* sebagai berikut:

Table 15 Perhitungan akurasi berdasarkan MAPE dan Confusion Matrix

Predi -ksi	MAPE		Confusion Matrix		
	Eror	Akura -si	Akura -si	Presi -si	Sensitif -itas
2017	5.2%	94.8%	100%	100%	100%
2020	6.1%	93.9%	100%	100%	100%
2021	6.3%	93.7%	83%	71%	100%

Didapatkan akurasi prediksi tahun 2017, 2020, dan 2021 pada tabel 15 berdasarkan *MAPE* pada range 93.7%-94.8% menunjukkan kemampuan sistem sangat baik. Sedangkan berdasarkan *Confusion Matriks* didapatkan tingkat akurasi pada range 83%-100% menunjukkan sistem pada kategori *good-excellent clasification*.

Berdasarkan grafik prediksi yang ditampilkan pada halaman hasil prediksi menunjukkan bahwa jika tahun data penjualan yang diinput merupakan tahun 2014 - 2020 maka:

- Jika tahun prediksi yang dipilih tahun 2017 maka grafik yang ditampilkan adalah grafik prediksi penjualan dan grafik data penjualan tahun awal sampai dengan tahun prediksi
- Jika tahun prediksi yang dipilih tahun 2020 maka grafik yang ditampilkan adalah grafik prediksi penjualan dan grafik data penjualan tahun awal sampai dengan tahun akhir
- Jika tahun prediksi yang dipilih tahun 2021 maka grafik yang ditampilkan adalah grafik prediksi penjualan dan grafik data penjualan tahun awal

sampai dengan tahun akhir

PENUTUP

Berdasarkan hasil uji coba sistem prediksi penjualan menggunakan kombinasi metode Monte Carlo dan *Decision Tree* berbasis website untuk tahun 2017, 2020, dan 2021 didapatkan tingkat akurasi *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* pada range sebesar 93.68%-94.85%. Tingkat presentasi eror sistem prediksi berada pada range di bawah 10% menunjukkan kemampuan sistem prediksi sangat baik. Sedangkan, berdasarkan *Confusion Matrix* didapatkan presentasi akurasi 83%-100% yang menunjukkan bahwa sistem prediksi memiliki tingkat akurasi yang berada pada kategori *good-excellent classification* serta memiliki ketepatan dan keberhasilan dalam memberikan informasi secara benar yang tinggi.

Kelebihan sistem prediksi yang dibuat dalam penelitian ini adalah telah dikembangkan dalam bentuk aplikasi program berbasis website yang memudahkan proses prediksi penjualan. Sistem prediksi ini juga menggunakan kombinasi dua metode yaitu metode Monte Carlo untuk membuat 1000 prediksi penjualan dan *Decision Tree* untuk memilih alternatif hasil prediksi yang memiliki eror paling kecil sehingga hasil yang didapatkan lebih optimal. Selain itu, sistem prediksi ini dapat memprediksi tahun penjualan berdasarkan tahun data penjualan yang diinput yaitu tahun minimal data penjualan ditambah 1 sampai dengan tahun penjualan maksimal ditambah 1. Adapun *output* dari sistem prediksi ini merupakan hasil prediksi berdasarkan tahun yang dipilih sebanyak 12 bulan dalam satu tahun beserta grafik data penjualan dan hasil prediksi. Oleh karena itu, sistem prediksi penjualan menggunakan kombinasi metode Monte Carlo dan *Decision Tree* berbasis website dapat direkomendasikan untuk membantu pedagang dalam memprediksi penjualan dan mempersiapkan stok barang agar terhindar dari kerugian akibat kelebihan ataupun kekurangan stok barang.

Berdasarkan uji coba yang dilakukan, saran yang dapat dilakukan untuk mengembangkan dan memperbaiki penelitian ini kedepannya adalah penelitian dapat menggunakan data dengan jumlah yang lebih lengkap dan rentang waktu yang lebih lama sehingga memungkinkan menghasilkan prediksi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmoez, W., Kholief, M., & Elsalmy, F. M. (2012). Bug fix-time prediction model using naïve bayes classifier. In *2012 22nd International Conference on Computer Theory and Applications (ICCTA)* (pp. 167-172). IEEE.
<https://dx.doi.org/10.1109/ICCTA.2012.6523564>
- Anarki, Dinky Andean, Yuda Syahidin, and Erix Gunawan. 2022. "Perancangan Sistem informasi Pembuatan Surat Visum Et Repertum di RSUD Soreang dengan Menggunakan Microsoft Visual Studio 2010." *Cerdika: Jurnal Ilmiah Indonesia* 432-442.
- Apri M, Aldo D, & Hariselmi, "Simulasi Monte Carlo untuk Memprediksi Jumlah Kunjungan Pasien." Vol 7(2), *Jurnal Sistem Informasi dan Manajemen*. 2019, pp. 32-46.
<https://dx.doi.org/10.47024/js.v7i2.176>
- Azhari, M., Situmorang, Z., & Rosnelly, R. (2021). Perbandingan Akurasi, Recall, dan Presisi Klasifikasi pada Algoritma C4. 5, Random Forest, SVM dan Naive Bayes. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(2), 640-651.
<https://dx.doi.org/10.30865/mib.v5i2.2937>
- Dewanti, F. P., Setiyowati, S., & Harjanto, S. (2022). Prediksi Persediaan Obat Untuk Proses Penjualan Menggunakan Metode Decision Tree Pada Apotek. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIKOMSiN)*, 10(1), 25-33.
<https://dx.doi.org/10.30646/tikomsin.v10i1.604>
- Hayati, N. (2020). Optimalisasi Prediksi Penjualan Produk Herbal Menggunakan Metode Monte Carlo dalam Meningkatkan Transaksi. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 117-122.
<https://dx.doi.org/10.37034/infeb.v2i4.54>
- Hutahaean H.D, "Analisa Simulasi Monte Carlo untuk Memprediksi Tingkat Kehadiran Mahasiswa dalam Perkuliahan." Vol 3(1), *Journal Of Informatic Pelita Nusantara*. 2018, pp. 41- 45.
- Kirana, M. C., Wibowo, A., & Affan, R. Y. (2010). Aplikasi Pengolah Data Statistik. *JURNAL INTEGRASI*, 2(2), 100-103.
- Manurung, K. H., & Santony, J. (2019). Simulasi Pengadaan Barang Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 1(3), 7-11.
<https://dx.doi.org/10.35134/jsisfotek.v1i3.3>
- Mayadewi, P., & Rosely, E. (2015). Prediksi Nilai Proyek Akhir Mahasiswa Menggunakan Algoritma Klasifikasi Data Mining. In *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia* (Vol. 2, No. 4).
- Nabillah, I., & Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *Journal of Information System*, 5(2), 250-255.
<https://dx.doi.org/10.33633/joins.v5i2.3900>
- Nurlaela, D. (2020). Penerapan Adaboost Untuk Meningkatkan Akurasi Naïve Bayes Pada Prediksi Pendapatan Penjualan Film. *Inti Nusa*

Mandiri, 14(2), 181-188.
<https://dx.doi.org/10.33480/inti.v14i2.1220>

Sucipto, S., Indriati, R., & Hariawan, F. B. (2017). Desain Database Untuk Optimalisasi Sistem Prediksi Transaksi Penjualan. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 2(2), 88-93.
<https://dx.doi.org/10.29100/jipi.v2i2.367>