

Integrasi Naïve Bayes dalam Sistem Klasifikasi Permintaan Pakan Ayam: Strategi Data-Driven untuk Efisiensi Stok

Anggi Malinda ^{1,*}, Suhirman ²

¹ Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia

² Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia

* Corresponding: anggimalinda1811@gmail.com

Copyright: © 2025 by the authors

Received: 13 Oktober 2025 | Revised: 30 Oktober 2025 | Accepted: 2 Desember 2025 | Published: 10 Desember 2025

Abstrak

Fluktuasi permintaan pakan ayam yang sering terjadi menyebabkan ketidakseimbangan stok dan pemborosan biaya operasional. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pendukung keputusan (SPK) *end-to-end* berbasis algoritma *Naïve Bayes* untuk mengklasifikasikan pola permintaan pakan dan menyajikan rekomendasi distribusi melalui dashboard interaktif. Integrasi sistem ini merupakan sebuah inovasi yang jarang diterapkan dalam agribisnis pakan ayam di Indonesia. Jenis penelitian yang digunakan adalah *System Development Research*. Data historis penjualan perusahaan selama satu tahun terakhir (meliputi variabel tanggal/bulan, nama produk, dan jumlah penjualan) dimanfaatkan sebagai input utama. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan model pengembangan *waterfall*, yang meliputi tahapan pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian. Pemodelan *Naïve Bayes* dilakukan melalui tahapan preprocessing data, pelatihan model (80%), dan pengujian (20%). Hasil temuan kami berupa SPK berbasis dashboard interaktif yang siap digunakan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan stok. Pengujian sistem menunjukkan bahwa arsitektur *end-to-end* yang dikembangkan berhasil diimplementasikan, dengan tingkat akurasi klasifikasi mencapai 99%. Analisis membuktikan model *Naïve Bayes* menunjukkan keandalan tinggi dalam klasifikasi tiga kategori permintaan ('Rendah', 'Sedang', 'Tinggi'), dibuktikan dengan nilai *precision*, *recall*, dan *F1-score* di atas 97% untuk semua kategori. Sistem ini dapat digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan yang efektif dan praktis

Kata kunci: *machine learning*; *naïve bayes*; peramalan permintaan; sistem pendukung keputusan; strategi *data-driven*.

Abstract

Frequent fluctuations in chicken feed demand cause stock imbalances and operational cost wastage. This study aims to develop an end-to-end decision support system (DSS) based on the Naïve Bayes algorithm to classify feed demand patterns and provide distribution recommendations through an interactive dashboard. The integration of this system is an innovation that is rarely applied in the chicken feed agribusiness in Indonesia. The type of research used is System Development Research. The company's historical sales data for the past year (covering the variables of date/month, product name, and sales volume) was used as the main input. The system was developed using the Waterfall development model, which includes the stages of data collection, system design, implementation, and testing. Naïve Bayes modelling was carried out through the stages of data preprocessing, model training (80%), and testing (20%). Our findings are in the form of an interactive dashboard-based DSS that is ready to be used to improve stock management efficiency. System testing shows that the developed end-to-end architecture has been successfully implemented, with a classification accuracy rate of 99%. Analysis proves that the Naïve Bayes model shows high reliability in classifying three demand categories ('Low', 'Medium', 'High'), as evidenced by precision, recall, and F1-score values



above 97% for all categories. This system can be used as an effective and practical decision-making tool.

Keywords: data-driven strategies; decision support systems; demand forecasting; machine learning; naïve bayes

PENDAHULUAN

Fluktuasi permintaan yang tinggi dalam rantai pasok industri pakan ternak di Indonesia menciptakan tantangan krusial terkait efisiensi persediaan (*inventory efficiency*). Di Indonesia, industri pakan ternak memiliki peran strategis karena proporsi pengeluaran pakan mencapai lebih dari 60% dari total biaya produksi (Shaffitri et al., 2024). Penjualan pakan ternak dipengaruhi oleh kondisi iklim. Pada wilayah yang mengalami kekeringan atau curah hujan tidak memadai, ketersediaan hijauan berkurang, memicu lonjakan permintaan pakan komersial (Nebri et al., 2024). Permintaan yang signifikan ini menciptakan risiko kerugian ganda berupa kekurangan atau kelebihan stok, yang dapat membebani perusahaan dan meningkatkan biaya penyimpanan (Fernando & Pratiwi, 2025). Hal ini krusial, sebab *demand forecasting* merupakan isu sentral dalam menjalankan manajemen operasi yang efisien, bertujuan untuk mengoptimalkan stok, mengurangi biaya, serta meningkatkan laba dan loyalitas pelanggan (Ayu et al., 2023). Peningkatan kualitas prediksi permintaan bahan baku penting dilakukan karena mampu memperkuat kinerja operasional perusahaan dalam memenuhi seluruh kebutuhan secara tepat waktu (Nurmumpuni et al., 2025).

Oleh karena itu, pengambilan keputusan operasional mendesak perlunya sistem informasi yang cerdas dan berbasis data (*data-driven*), yang memungkinkan analisis pola secara *real-time* (Kumar et al., 2025). Permasalahan volatilitas permintaan ini secara nyata dihadapi oleh CV. Felicia Yukent Pratama. Penelitian-penelitian sebelumnya terkait manajemen stok pakan umumnya masih terbatas pada model statistik sederhana atau prediksi berbasis *time-series* tanpa menawarkan solusi *end-to-end* yang mengintegrasikan model prediktif ke dalam sistem pendukung keputusan yang interaktif.

Pemilihan algoritma *Naïve Bayes* sangat rasional mengingat efisiensi komputasi tinggi dan performa yang stabil pada data kategorikal (Peretz et al., 2024), sehingga relevan untuk aplikasi prediksi permintaan produk agribisnis. Secara teoritis, metode ini berfungsi sebagai alat klasifikasi yang efektif, dan *Naive Bayes* terbukti menjadi yang paling efektif di antara algoritma populer lainnya seperti *SVM*, *Decision Tree*, dan *K-NN* (Sheth et al., 2023), dan telah didemonstrasikan keberhasilannya dalam membangun sistem pendukung keputusan berbasis web (Sudrajat et al., 2022). *Naïve Bayes* terbukti mampu menganalisa data untuk pengambilan keputusan di berbagai sektor meskipun sistem tersebut masih memerlukan pengembangan lanjutan. Penelitian Zulkifli et al. (2022) mencapai akurasi 80% dalam memprediksi persediaan bahan baku mebel, sementara Hidayat et al. (2023) yang mencapai tingkat akurasi 97,04% di industri mebel. Namun, akurasi prediksi sangat bergantung pada kualitas, penyelarasan, dan keseimbangan *dataset* yang digunakan menunjukkan bahwa peningkatan kuantitas dan variabilitas data merupakan kebutuhan mendasar untuk hasil yang lebih *robust* (Munthohar et al., 2024).

Beberapa temuan dari penelitian sebelumnya terkait prediksi permintaan dalam rantai pasok seringkali memiliki beberapa keterbatasan signifikan yang menghambat implementasi operasional yang nyata. Studi terdahulu cenderung berfokus berlebihan pada akurasi statistik model tanpa mempertimbangkan aspek implementasi *end-to-end* yang sesungguhnya. Kebanyakan studi tidak memiliki mekanisme yang memadai untuk menerjemahkan hasil prediksi menjadi aksi bisnis konkret, seperti rekomendasi distribusi stok yang aplikatif. Selain itu, kondisi data dalam penelitian sebelumnya seringkali mengabaikan penanganan ketidakseimbangan data (*imbalanced data*), di mana *classifier* cenderung memilih kelas

mayoritas dan mengabaikan kelas minoritas, sehingga berpotensi menimbulkan bias pada hasil prediksi. (Romadhoni et al., 2025). Validasi seringkali terbatas pada pengujian model statistik, padahal integrasi platform yang lebih kompleks sangat penting untuk aplikasi praktis yang mampu memberikan hasil yang lebih cepat dan menghemat waktu dalam penentuan keputusan (Slam et al., 2024),

Tren riset global menunjukkan pergeseran ke *Data-Driven Decision Making* (Feizabadi, 2022), di mana *platform Decision Support System* (DSS) harus mampu memanfaatkan data mentah dan mengubahnya menjadi *knowledge* untuk mendukung keputusan strategis (Hamoud et al., 2021). Meskipun kecerdasan buatan (AI) dan *machine learning* semakin sentral untuk membangun sistem logistik yang tangguh dan berkelanjutan dengan memungkinkan manajemen gangguan yang proaktif (Ajide, 2025). di mana sistem harus mampu memberikan hasil yang lebih cepat dan menghemat waktu dalam menentukan keputusan (Sudrajat et al., 2022). Pendekatan ini semakin berkembang untuk menghasilkan rekomendasi yang aplikatif (Sheikhhoshkar et al., 2025). Meskipun demikian, aplikasinya pada manajemen stok pakan ternak di Indonesia masih sangat terbatas. Keterbatasan ini mengidentifikasi kebutuhan untuk mengembangkan Sistem Klasifikasi Permintaan dan Rekomendasi Stok *end-to-end*, yang tidak hanya akurat secara statistik, tetapi juga *actionable* dan komprehensif.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem klasifikasi permintaan dan rekomendasi stok *end-to-end* menggunakan algoritma *Naïve Bayes* untuk meningkatkan efisiensi persediaan pakan ayam CV. Felicia Yukent Pratama. Hasil temuan kami berupaya menguji kinerja *Naïve Bayes* dalam mengklasifikasikan pola permintaan *time-series* agribisnis dan menghasilkan mekanisme rekomendasi stok yang *actionable*. Kebaruan terletak pada pengembangan *framework* klasifikasi *end-to-end* yang secara otomatis menghasilkan rekomendasi stok yang dapat diimplementasikan. Selain itu, sistem ini bertujuan mengoptimalkan modal kerja, mengurangi risiko kerugian (*stockout* atau kelebihan stok), dan menyediakan wawasan tren permintaan untuk mendukung pengambilan keputusan strategis perusahaan.

METODE

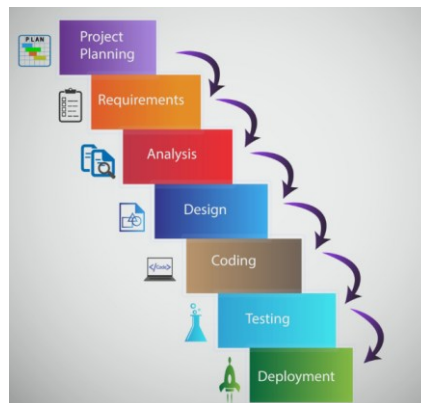
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *System Development Research*, meliputi tahapan pengumpulan data, analisis, hingga implementasi sistem (Syahroni, 2022). Model pengembangan yang dipilih adalah *Waterfall* termodifikasi untuk memastikan sistematis yang terukur dan terbagi menjadi beberapa tahapan utama: Analisis Kebutuhan, Perancangan Sistem, Implementasi, dan Pengujian (lihat gambar 1). Tahap Analisis Kebutuhan mencakup pengumpulan dan validasi data historis penjualan pakan ayam CV. Felicia Yukent Pratama selama satu tahun terakhir (Maret 2024 – Maret 2025). Data ini meliputi variabel tanggal/bulan, nama produk, dan jumlah penjualan, yang menjadi dasar utama pengembangan sistem.

Selanjutnya, pada tahap perancangan sistem, dilakukan perancangan arsitektur *end-to-end* Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dan perancangan model klasifikasi. Dalam perancangan model, dilakukan diskritisasi data penjualan menggunakan *Quantile-Based Discretization* untuk mengubah nilai numerik (jumlah penjualan) menjadi variabel kategori, mengklasifikasikannya menjadi tiga kelas permintaan: Rendah, Sedang, dan Tinggi. Algoritma *Naïve Bayes* dipilih pada tahap ini sebagai mesin klasifikasi utama untuk memprediksi kategori permintaan di masa depan.

Pada tahap Implementasi dan Pengujian, *dataset* dibagi menjadi 80% data *training* dan 20% data *testing* (*Holdout Validation*). Batas kuantil (Q1 dan Q2) dihitung eksklusif dari data *training* kemudian diterapkan pada data *testing* untuk menghindari *data leakage*. Pendekatan ini mengatasi *imbalance ratio* sekaligus memastikan distribusi kelas yang seimbang. Model *Naïve Bayes* dilatih dan diuji untuk mengevaluasi kinerja klasifikasi (*akurasi*, *precision*, *recall*,

F1-score) serta validitas fungsionalitas sistem *end-to-end* yang menghasilkan rekomendasi stok.

Algoritma *Naïve Bayes* dipilih sebagai mesin klasifikasi utama karena pertimbangan metodologis yang menekankan efisiensi komputasi dan interpretabilitas data. Dengan kompleksitas waktu $O(n)$, model ini sesuai untuk sistem real-time yang menuntut respons cepat. Selain itu, asumsi independensi fitur memungkinkan penerapan efektif pada klasifikasi multikelas dalam analisis data transaksional penjualan. Implementasi dilakukan menggunakan Python dengan scikit-learn untuk menjamin replikabilitas, sedangkan alur pengembangan sistem mengikuti tahapan *waterfall* termodifikasi dari analisis hingga pengujian, sebagaimana divisualisasikan pada gambar 1.



Gambar. 1 Model *waterfall*

Hasil perhitungan *probabilitas* ini kemudian digunakan dalam *Teorema Bayes* untuk menentukan prediksi kelas permintaan akhir. Proses klasifikasi mengikuti pada persamaan (1), di mana C adalah kelas permintaan, X adalah fitur input, $P(C|X)$ adalah *probabilitas posterior*, $P(X|C)$ adalah *likelihood*, dan $P(C)$ adalah *prior probability*. Untuk fitur *numerik*, *likelihood* dihitung menggunakan distribusi *Gaussian* dengan parameter *mean* dan *standar deviasi* yang diestimasi dari data *training*.

$$P(C|X) = \frac{P(X|C) \cdot P(C)}{P(X)} \quad (1)$$

Sistem dikembangkan dengan arsitektur *end-to-end* yang mencakup modul input data, preprocessing, prediksi permintaan, rekomendasi stok, riwayat prediksi, visualisasi, dan pelaporan. Validasi model dilakukan melalui berbagai metrik *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, serta *Receiver Operating Characteristic* (ROC) dan *Area Under Curve* (AUC) untuk memperoleh evaluasi performa yang komprehensif dan memastikan generalisasi model melalui konsistensi hasil training–testing. Selain itu, pengujian sistem dilakukan menggunakan *black box testing* dan pengujian unit pada setiap modul utama untuk memverifikasi ketepatan fungsi. *Framework Flask* dipilih untuk proses deployment karena sifatnya yang ringan dan kompatibel dengan ekosistem Python (Izzathohir & Yulianton, 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini menggunakan 42.896 data historis penjualan yang mencakup variabel utama tanggal penjualan, nama produk, jumlah, harga jual, dan sub total. Data mentah ditransformasikan secara ekstensif untuk menghasilkan *input* yang efisien bagi model klasifikasi. Hasil transformasi meliputi ekstraksi fitur di mana kolom *non-esensial* dieliminasi,

dan kolom tanggal direduksi menjadi fitur Bulan sebagai representasi musiman. Variabel Jumlah dihomogenisasi menjadi gram Jumlah_Numerik, dan Nama Produk diubah menjadi fitur numerik Produk_Encoded. Akhirnya, Jumlah_Numerik dikelompokkan berdasarkan kuantil untuk menciptakan tiga kelas target: Rendah, Sedang, dan Tinggi. Perbedaan struktural antara data mentah dan data yang telah diolah dapat dilihat pada gambar 2 dan 3.

No	Tanggal penjualan	Nama Produk	jumlah	harga	harga jual	Sub Total
1	29 Februari 2024	BOOSTER	1 Ons	Rp.860	Rp.505.000	Rp.505.000
2	03 Maret 2024	sreyahijauons	20 Ons	Rp.0	Rp.1.000	Rp.20.000
3	03 Maret 2024	dedak kasar	20 Kg	Rp.2.400	Rp.3.800	Rp.76.000
4	03 Maret 2024	booster ons	20 Ons	Rp.980	Rp.1.100	Rp.22.000
5	03 Maret 2024	br 1 ons	12 Ons	Rp.1.040	Rp.1.200	Rp.14.400
6	03 Maret 2024	po2ons	10 Ons	Rp.900	Rp.1.050	Rp.10.500
7	03 Maret 2024	dedak kasar	5 Kg	Rp.2.400	Rp.3.800	Rp.19.000
8	03 Maret 2024	dedak kasar	5 Kg	Rp.2.400	Rp.3.800	Rp.19.000
9	03 Maret 2024	kompltons	50 Ons	Rp.760	Rp.1.000	Rp.50.000

Gambar 2. Data historis penjualan

TANGGAL PENJUALAN	NAMA PRODUK	JUMLAH	HARGA MODAL	HARGA JUAL	SUB TOTAL	JUMLAH_NUMERIK	PRODUK_ENCODED	BULAN
2024-02-29	BOOSTER	1 Ons	Rp.860	Rp.505.000	Rp.505.000	100.0	11	2.0
2024-03-03	sreyahijauons	20 Ons	Rp.0	Rp.1.000	Rp.20.000	2000.0	72	3.0
2024-03-03	dedak kasar	20 Kg	Rp.2.400	Rp.3.800	Rp.76.000	20000.0	46	3.0
2024-03-03	booster ons	20 Ons	Rp.980	Rp.1.100	Rp.22.000	2000.0	40	3.0
2024-03-03	br 1 ons	12 Ons	Rp.1.040	Rp.1.200	Rp.14.400	1200.0	42	3.0

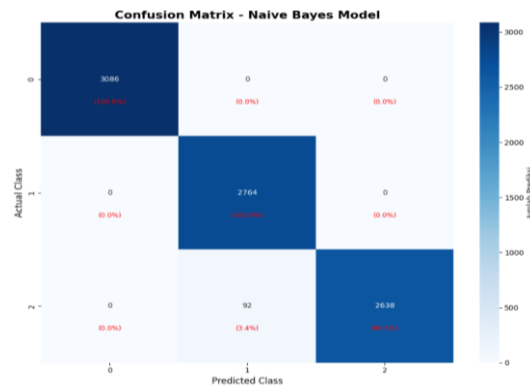
Gambar 3. Data setelah di *preprocessing*

Pemrosesan data dilaksanakan untuk menata ulang data, menyiapkannya untuk pelatihan model klasifikasi *Naïve bayes*, dan diakhiri dengan penentuan kelas target. Distribusi kelas pada *Dataset* menunjukkan keseimbangan yang sangat baik (kelas 0/rendah = 36%; kelas 1/sedang = 32%; kelas 2/tinggi = 32%). Rasio distribusi maksimal 1,13:1 mengindikasikan tidak ada *class imbalance* signifikan, sehingga tidak diperlukan teknik *resampling* tambahan. Untuk memastikan keandalan, dilakukan *10-fold cross validation* yang menghasilkan akurasi rata-rata 98,88% pm 0,09%. Stabilitas model dikonfirmasi oleh standar deviasi yang sangat rendah (0,0009) dan *Confidence Interval* 95% yang ketat (98,71% - 99,06%). Selain itu, uji signifikansi statistik (*one-sample t-test*) menghasilkan *t-statistic* = 2217,04 dengan *p-value* < 0,001, membuktikan bahwa model *Naïve Bayes* signifikan secara statistik lebih baik dibandingkan *random classifier* (akurasi 33,33%). Kinerja model pada data uji (8.580 data) menunjukkan hasil optimal: akurasi keseluruhan 98,93% dengan *training accuracy* 98,84%. Perbedaan minimal (+0,09%) ini menegaskan tidak terjadi *overfitting* dan model memiliki kemampuan generalisasi yang kuat tabel 1.

Tabel 1. *Classification report*

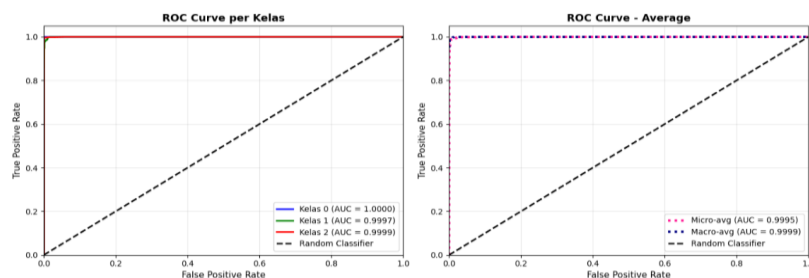
Kelas	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>	<i>Support</i>
0 (Rendah)	100%	100%	100%	3086
1 (Sedang)	97%	100%	98%	2764
2 (Tinggi)	100%	97%	98%	2730
<i>Macro Avg</i>	99%	99%	99%	8580
<i>Weighted Avg</i>	99%	99%	99%	8580
<i>Accuracy</i>	-	-	99%	8580

Guna mendapatkan gambaran yang lebih detail mengenai kinerja model di setiap kelas, analisis dilakukan melalui *confusion matrix*. *Confusion matrix* merupakan metode evaluasi model klasifikasi yang disajikan dalam bentuk tabel matriks untuk membandingkan hasil prediksi sistem dengan data aktual, sehingga memberikan gambaran detail mengenai prediksi yang benar dan salah untuk setiap kelas, sebagaimana divisualisasikan pada gambar 4.



Gambar. 4 Confusion matrix

Hasil evaluasi pada 8.580 data uji menunjukkan bahwa model mencapai akurasi 98,93%, dengan hanya 92 kesalahan klasifikasi yang seluruhnya berasal dari kelas permintaan tinggi yang teridentifikasi sebagai sedang. Meskipun proporsinya kecil (3,37% dari kelas tinggi), kesalahan ini berpotensi menimbulkan risiko *understocking*, sehingga disarankan penambahan *safety stock* 5–10% untuk segmen permintaan sedang dan tinggi. Dominasi nilai *true positive* pada ketiga kelas memperkuat validitas model. Selain itu, hasil pada gambar 5 adalah nilai AUC yang sangat tinggi pada seluruh kelas (1,0000; 0,9997; 0,9999) serta *macro-average* AUC 0,9999 dan *micro-average* AUC 0,9995 menunjukkan kemampuan diskriminatif model yang hampir sempurna pada berbagai threshold klasifikasi.



Gambar. 5 Kurva roc

Guna memahami kontribusi setiap fitur dalam klasifikasi, dilakukan analisis *variance* pada *Gaussian Naïve bayes*. *Variance* yang lebih kecil mengindikasikan fitur tersebut lebih penting dalam membedakan kelas. Fitur Jumlah_Numerik menunjukkan *variance* sangat rendah pada Kelas 0 (0,0002) dan Kelas 1 (0,0006), membuktikan fitur volume historis sangat penting untuk membedakan permintaan rendah dan sedang. Sebaliknya, *variance* tinggi pada Kelas 2 (2,8495) menunjukkan variabilitas volume yang lebih besar pada produk permintaan tinggi. Sementara itu, fitur Produk_Encoded memiliki *variance* lebih tinggi pada Kelas 0 (1,3271) namun menurun pada Kelas 2 (0,6171), mengindikasikan bahwa jenis produk tertentu lebih konsisten dalam kategori permintaan tinggi. Fitur Bulan memiliki *variance* relatif stabil (0,98-1,02) di semua kelas. Temuan ini memberikan *insight* bahwa strategi stok sebaiknya memprioritaskan analisis volume historis untuk produk permintaan rendah-sedang, dan karakteristik produk untuk permintaan tinggi.

Setelah model divalidasi dengan akurasi tinggi, model diintegrasikan ke dalam antarmuka sistem yang dirancang untuk mempermudah manajemen dalam mengakses dan menafsirkan hasil prediksi. Evaluasi kinerja menunjukkan bahwa sistem mampu memproses 42.000 data dalam rata-rata 0,847 detik, dengan throughput 50.641 prediksi per detik, sehingga memenuhi kebutuhan analisis real-time. Antarmuka menyediakan dua opsi analisis—prediksi

keseluruhan dan prediksi berdasarkan bulan yang ditampilkan melalui tabel rekap dan visualisasi grafik untuk memudahkan identifikasi pola permintaan produk.



Gambar. 6 Halaman Prediksi

Tabel 2. Hasil *black box testing*

Skenario	Input	Output yang Diharapkan	Output Aktual	Status
Validasi Input Data	File CSV dengan format yang valid (kolom produk, tanggal, penjualan)	Data berhasil dimuat dan <i>preview</i> ditampilkan di antarmuka.	Data berhasil dimuat, <i>preview</i> ditampilkan dengan benar.	Berhasil
Penanganan Input Format Salah	File selain CSV (misalnya, <i>.txt</i> atau <i>.pdf</i>)	Notifikasi: 'Format file tidak valid' muncul dan sistem tidak crash.	Notifikasi <i>error</i> muncul dengan pesan yang sesuai.	Berhasil
Proses Klasifikasi Model	Dataset tervalidasi	Klasifikasi 3 kelas (Rendah, Sedang, Tinggi)	Prediksi berhasil dengan akurasi 98.93%	Berhasil
Generasi Rekomendasi Stok	Hasil prediksi dari <i>Naïve Bayes</i> (kategori: Rendah, Sedang, Tinggi).	Tampilan rekomendasi stok yang <i>actionable</i> berdasarkan kategori klasifikasi.	Rekomendasi akurat sesuai kategori permintaan	Berhasil
Fitur Akses Histori	ID prediksi yang valid setelah proses simpan.	Data historis prediksi sebelumnya (termasuk tanggal dan hasil) ditampilkan secara lengkap.	Data muncul dengan lengkap dan akurat di halaman arsip histori.	Berhasil
Ekspor Laporan Fungsional	Data hasil prediksi dan rekomendasi yang sudah final.	File <i>.xlsx</i> terunduh dan dapat dibuka dengan baik (kompatibel MS Excel).	File Excel valid, data lengkap, dan kompatibel dengan sistem manajemen perusahaan.	Berhasil

Hasil prediksi disajikan pada halaman tersendiri (gambar 6) yang menampilkan ringkasan eksekutif mengenai produk dengan permintaan dan penjualan tertinggi. Sistem juga menyediakan tabel detail berisi total volume dan frekuensi transaksi untuk mendukung keputusan restok berbasis hasil klasifikasi *Naïve Bayes*. Fitur histori prediksi memungkinkan penyimpanan dan penelusuran rekam jejak prediksi tanpa perlu melakukan proses ulang. Selain itu, sistem secara otomatis menghasilkan rekomendasi stok berdasarkan kategori permintaan—penambahan signifikan, penambahan moderat, atau pengurangan/pertahankan stok. Fitur

ekspor laporan dalam format Excel (gambar 7) disediakan untuk memfasilitasi integrasi dengan sistem manajemen perusahaan.



Gambar. 7 Rekomendasi Stok

Validasi fungsionalitas sistem dilakukan secara komprehensif menggunakan *black box testing*. Pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi seluruh fitur dari perspektif pengguna, mencakup skenario klasifikasi, *dashboard*, histori, dan unduh laporan. Hasil pengujian Tabel 2 menunjukkan bahwa seluruh fungsionalitas sistem bekerja dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan yang telah didefinisikan pada tahap analisis, sehingga sistem siap diimplementasikan untuk mendukung keputusan operasional CV. Felicia Yukent Pratama.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Naïve Bayes* mampu mencapai akurasi 98,93% dan konsistensi training–testing yang sangat tinggi (selisih $<0,1\%$), sehingga mengindikasikan generalisasi yang kuat dan tidak adanya *overfitting*. Temuan ini menegaskan bahwa asumsi conditional independence pada *Naïve Bayes* memiliki kesesuaian struktural dengan karakteristik data penjualan perusahaan yang relatif homogen dan memiliki korelasi antar fitur yang rendah. Variabel Jumlah_Numerik terbukti menjadi prediktor dominan, terutama pada kelas permintaan rendah dan sedang, sementara fitur Produk_Encoded menjadi pembeda kuat pada kelas permintaan tinggi. Pola ini memperlihatkan bahwa *Naïve Bayes* tidak hanya bekerja secara statistik, tetapi juga mencerminkan logika permintaan produk agribisnis yang dipengaruhi oleh diferensiasi produk dan pola musiman.

Selain performa statistik, kekuatan model semakin tervalidasi melalui analisis ROC–AUC yang menunjukkan nilai hampir sempurna (0,9995–1,0000). Hal ini mengindikasikan bahwa model memiliki kemampuan diskriminatif yang sangat baik pada berbagai threshold prediksi, yang jarang dicapai pada domain data penjualan yang bersifat fluktuatif. Temuan kami dibandingkan dengan temuan sebelumnya menunjukkan performa yang lebih baik pada bidang agribisnis (Nebri et al., 2024; Nurmumpuni et al., 2025) maupun pada konteks stok komoditas (Hidayat et al., 2023; Munthohar et al., 2024), yang rata-rata menghasilkan akurasi 80–97%. Dominasi performa ini tidak hanya menegaskan kontribusi model, tetapi juga menekankan efektivitas strategi *preprocessing*, khususnya *Quantile-Based Discretization* yang mampu menghasilkan proporsi kelas yang seimbang dan menghindari bias mayoritas.

Kontribusi dari hasil temuan kami, hadir pada integrasi model ke dalam sistem SPK *end-to-end*. Sebagian besar penelitian sebelumnya berhenti pada tahap model prediktif tanpa menerjemahkan hasil klasifikasi ke dalam aksi operasional. Melalui integrasi modul klasifikasi, rekomendasi stok real-time, riwayat prediksi, hingga ekspor laporan, penelitian ini memperluas fungsi prediksi menjadi *actionable insight* yang dapat langsung digunakan oleh manajemen perusahaan. Pendekatan ini sejalan dengan arah global *Data-Driven Decision Making* dan *decision intelligence* (Feizabadi, 2022; Sheikhhoshkar et al., 2025), yakni bagaimana sistem

pendukung keputusan tidak hanya akurat tetapi juga mampu mengubah data menjadi rekomendasi kebijakan yang operasional.

Hasil analisis kesalahan juga memberikan nilai ilmiah penting. Sebanyak 92 kesalahan prediksi terjadi pada kelas permintaan tinggi yang diklasifikasikan sebagai sedang. Meskipun proporsinya kecil (1,07%), hasil ini menunjukkan implikasi operasional berupa potensi understocking dan lost sales. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan rekomendasi *safety stock* 5–10% sebagai strategi mitigasi berbasis bukti. Pendekatan ini memperlihatkan bahwa penelitian tidak hanya fokus pada akurasi model tetapi juga pada dampak operasional, sehingga memperkuat nilai aplikatif riset.

Sistem SPK menunjukkan efisiensi tinggi dengan kemampuan memproses lebih dari 50.000 prediksi per detik, sehingga layak untuk kebutuhan pengambilan keputusan cepat dan lingkungan UMKM yang memiliki keterbatasan infrastruktur. Namun, penggunaan dataset tunggal membatasi validitas eksternal dan kemampuan generalisasi model. Selain itu, tidak diintegrasikannya variabel eksternal seperti kondisi cuaca, harga bahan baku, promosi, dan dinamika pasar membatasi robustitas prediksi. Integrasi variabel kontekstual tersebut direkomendasikan untuk meningkatkan adaptivitas model terhadap fluktuasi permintaan agribisnis.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma *Naïve Bayes* sangat efektif untuk klasifikasi permintaan pakan ayam, dibuktikan dengan akurasi 99% dan kesesuaian asumsi model dengan pola data time-series. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada pengembangan arsitektur end-to-end yang mengintegrasikan model ke dalam sistem pendukung keputusan berbasis web dengan rekomendasi stok real-time, sehingga hasil prediksi dapat langsung dioperasionalkan. Secara praktis, sistem mendukung perencanaan stok berbasis data, sementara secara teoretis memperkaya pemahaman mengenai penerapan model probabilistik sederhana dalam konteks agribisnis yang dinamis. Keterbatasan penelitian muncul dari penggunaan dataset tunggal, sehingga diperlukan validasi pada data lintas perusahaan, penambahan variabel eksternal, dan perbandingan dengan model hibrida untuk meningkatkan generalisasi dan ketahanan prediksi.

REFERENSI

- Ajide, S. O. (2025). Data-driven approaches for supply chain resilience: a review of predictive analytics, optimization, and risk modeling. *International Journal of Engineering Technology Research & Management*, 9(9), 240–260.
- Ayu, I., SF, A. F., & Fahamsyah, M. H. (2023). Metode Demand Forecasting dalam menjalankan manajemen operasi pada industri manufaktur Demand Forecasting method in carrying out operations management in the manufacturing industry. *EKOMABIS: Jurnal Ekonomi Manajemen Bisnis*, 3(2), 127–136. <https://doi.org/10.37366/ekomabis.v3i02.286>
- Feizabadi, J. (2022). Machine learning demand forecasting and supply chain performance. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 25(2), 1–25. <https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1803246>
- Fernando, P., & Pratiwi, M. P. (2025). Penerapan Metode Fifo (First In First Out) dalam Merancang Sistem Pergudangan Berbasis Web. *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, 12(4), 72–81.
- Hamoud, A. K., Hussein, M. K., Alhilfi, Z., & Sabr, R. H. (2021). Implementing data-driven decision support system based on independent educational data mart. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 11(6), 5301–5314. <https://doi.org/10.11591/ijece.v11i6.pp5301-5314>
- Hidayat, M. T., Suarna, N., & Rahaningsih, N. (2023). Implementasi Algoritma *Naïve Bayes*

- Untuk Prediksi Persediaan Barang Pt. Dilmoni Citra Mebel Indonesia. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 693–699. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.6310>
- Izzathohir, K. M., & Yulianton, H. (2024). Sistem Aplikasi Penjualan Gula Aren Berbasis Web Menggunakan Framework Flask. *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, 8(1), 163–169. <https://doi.org/10.35870/jtik.v8i1.1332>
- Kumar, P., Javeed, D., Islam, A. K. M. N., & Robert, X. (2025). DeepSecure : A computational design science approach for interpretable threat hunting in cybersecurity decision making. *Decision Support Systems*, 188(114351), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2024.114351>
- Munthohar, A. D. A., Pribadi, T., & Sulistiawan, A. (2024). Penerapan Metode Naive Bayes Untuk Prediksi Stok Barang Bangunan Di Toko Bangunan Rejo Mulyo. *Multidisciplinary Applications of Quantum Information Science (Al-Mantiq)*, 4(1), 1–7.
- Nebri, M. A., Moussaid, A., & Bouikhalene, B. (2024). Forecasting livestock feed sales using machine learning techniques: an analysis of the Moroccan market. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 35(2), 1139–1150. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v35.i2.pp1139-1150>
- Nurmumpuni, D. A., Farisy, F. S., & Putri, N. M. (2025). Implementasi Naïve Bayes Dalam Memprediksi Permintaan Bahan Baku Di PT. Miyasaka Indonesia. *IKRAM: Jurnal Ilmu Komputer Al Muslim*, 4(1), 23–29.
- Peretz, O., Koren, M., & Koren, O. (2024). Engineering Applications of Artificial Intelligence Naive Bayes classifier – An ensemble procedure for recall and precision enrichment. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 136(108972), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.108972>
- Romadhoni, M. N., Anisa, N., & Winarsih, S. (2025). Kinerja Naive Bayes dan SVM pada Data Survei Tidak Seimbang: Studi Klasifikasi Kepuasan Masyarakat. *Edumatic : Jurnal Pendidikan Informatika*, 9(2), 382–391. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v9i2.30185>
- Shaffitri, L. R., Wahida, Perdana, R. P., Ilham, N., & Suryana, E. A. (2024). Implementasi kebijakan usaha pakan untuk mendukung pengembangan industri perunggasan. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 22(1), 1–15. <https://doi.org/10.21082/akp.v22n1.2024.1-15>
- Sheikhhoshkar, M., El-haouzi, H. B., Aubry, A., Hamzeh, F., & Rahimian, F. (2025). A data-driven and knowledge-based decision support system for optimized construction planning and control. *Automation in Construction*, 173(106066), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106066>
- Sheth, V., Tripathi, U., & Sharma, A. (2023). A Comparative Analysis of Machine Learning Algorithms for Classification Purpose. *Procedia Computer Science*, 215(2022), 422–431. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.044>
- Slam, B. E., Irawan, F., Efranda, N., & Herikson, R. (2024). Implementasi machine learning untuk klasifikasi. *JIP Jurnal Informatika Polinema*, 11(3), 305–310. <https://doi.org/10.33795/jip.v11i3.7298>
- Sudrajat, A., Mulyani, N., & Marpaung, N. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kelayakan Penangguhan Kredit Nasabah menggunakan Naïve Bayes. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 6(2), 205–214. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v6i2.6298>
- Syahroni, M. I. (2022). Prosedur Penelitian Kuantitatif. *Jurnal Al-Mustafa*, 2(3), 43–56. <https://doi.org/10.62552/ejam.v2i3.50>
- Zulkifli, Asmawati.S, & Irianti, A. (2022). Penerapan Algoritma Naive Bayes dalam Memprediksi Persediaan Bahan Mebel (Studi Kasus Mebel Usaha Bersama Palipi Soreang). *Journal of Computer and Information System (J-CIS)*, 5(1), 57–64. <https://doi.org/10.31605/jcis.v5i1.1360>