

Peningkatan efisiensi produksi melalui penerapan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati, Batu

Endah Septa Sintiya, Sely Ruli Amanda, Farida Ulfa, Dian Hanifudin Subhi, Deasy Sandhya Elya Ikawati, Adeviaan Fairuz Pratama, Luqman Affandi

Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang, Kota Malang, Indonesia

Penulis korespondensi : Endah Septa Sintiya

E-mail : e.septa@polinema.ac.id

Diterima: 18 Agustus 2025 | Direvisi: 04 September 2025 Disetujui: 06 September 2025 | Online: 17 September 2025

© Penulis 2025

Abstrak

Pabrik Tahu Melati di Batu menghadapi permasalahan inefisiensi produksi akibat ketiadaan sistem yang memadai untuk meramalkan kebutuhan bahan baku kacang kedelai, yang berpotensi menimbulkan kerugian operasional. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan efisiensi produksi melalui perancangan dan penerapan sistem informasi peramalan berbasis website. Mitra sasaran adalah pemilik dan staf Pabrik Tahu Melati. Metode pelaksanaan menggunakan waterfall meliputi analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi pengembangan aplikasi web dan model *Double Exponential Smoothing* di dalamnya, verifikasi, hingga pemeliharaan dengan pelatihan dan pendampingan. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan: secara kualitatif, mitra kini mampu mengoptimalkan manajemen persediaan dan membuat keputusan berbasis data. Secara kuantitatif, ketepatan pembelian bahan baku meningkat dari 60% menjadi 95%, frekuensi masalah stok menurun dari 5 kali menjadi 1 kali per bulan, dan staf operasional kini mampu mengoperasikan sistem dengan tingkat pemahaman yang naik dari rata-rata 1,75 menjadi 4,25. Hasil Kuesioner kepuasan mitra menunjukkan skor 3,2 dari 4 atau 80% puas dengan pelaksanaan pengabdian ini.

Kata kunci: efisiensi produksi; sistem informasi peramalan; *double exponential smoothing*; pengambilan keputusan berbasis data; UMKM.

Abstract

The Melati Tofu Factory in Batu faces production inefficiency due to the absence of a system capable of anticipating soybean raw material requirements, which has the potential to cause operational losses. This community service activity aims to improve production efficiency through the design and implementation of a web-based forecasting information system. The target partners are the owners and staff of the Melati Tofu Factory. The implementation follows the waterfall method, covering requirement analysis, system design, web application development incorporating the Double Exponential Smoothing model, verification, and maintenance, along with training and mentoring. The results of the activity indicate significant improvements: qualitatively, the partners are now able to optimize inventory management and make data-driven decisions. Quantitatively, the accuracy of raw material purchases increased from 60% to 95%, the frequency of stock-related issues decreased from five times to once per month, and operational staff are now able to operate the system, with the average level of understanding increasing from 1.75 to 4.25. The partner satisfaction questionnaire results show an average score of 3.2 out of 4, indicating that 80% of the partners are satisfied with the outcomes of this community service.

Keywords: production efficiency; forecasting information system; double exponential smoothing; data-driven decision-making; MSME.

PENDAHULUAN

Kacang kedelai (*Glycine max*) merupakan salah satu komoditas pangan penting di Indonesia, berfungsi sebagai sumber utama protein nabati dalam berbagai produk makanan, salah satunya adalah tahu. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, Indonesia mengalami masalah serius terkait ketersediaan stok kedelai. Indonesia mengalami kekurangan stok kacang kedelai yang signifikan, yang mengakibatkan ketergantungan pada impor dari negara lain. Selama lima tahun terakhir, impor kedelai di Indonesia menunjukkan fluktuasi yang signifikan. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) dalam laporannya yang berjudul "Import Kedelai menurut Negara Asal Utama, 2017-2024", impor kedelai yang dilakukan Indonesia mencapai 2,47 juta ton pada tahun 2020. Sementara itu tiga tahun setelahnya jumlah impor kedelai masing-masing mencapai 2,48, 2,32, dan 2,27 juta ton. Jumlah ini mengalami peningkatan drastis pada tahun 2024, yakni mencapai 2,67 juta ton (BPS, 2025). Di sisi lain, produksi lokal kacang kedelai terus mengalami penurunan. Produksi kedelai tahun 2018 sebanyak 982,598 ton. Sedangkan pada tahun 2019 produksi kedelai sebanyak 424,189 ton. Salah satu penyebab rendahnya produksi kedelai nasional adalah luas lahan panen yang terus menyusut dari 660,8 ribu ha pada 2010 menjadi 285,3 ribu ha pada 2019 atau terjadi penyusutan sebesar 56% dalam kurun waktu tersebut (Zainuddin et al., 2022). Selain itu, produktivitas kedelai di tingkat petani juga masih tergolong rendah dibandingkan potensi optimalnya, yang semakin memperburuk defisit pasokan (Ismail et al., 2017). Akibatnya, produksi lokal tidak mampu memenuhi kebutuhan nasional yang pada tahun 2023 diperkirakan mencapai 2,8 juta ton (Sri, 2023).

Kesenjangan pasokan ini menciptakan lingkungan bisnis yang tidak stabil, ditandai dengan volatilitas harga yang tinggi di pasar domestik. Studi oleh (Muharromah & Atiza, 2024) menunjukkan bahwa fluktuasi harga kedelai impor secara langsung memengaruhi biaya produksi dan profitabilitas pengrajin tempe di tingkat lokal. Ketidakpastian ini menjadi beban berat bagi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) seperti Pabrik Tahu Melati di Batu. Mitra menghadapi permasalahan operasional krusial karena manajemen persediaan masih dilakukan secara konvensional, mengandalkan intuisi dan catatan sederhana. Praktik semacam ini sangat rentan terhadap kesalahan estimasi dan merefleksikan tantangan umum yang dihadapi UMKM di Indonesia, yaitu rendahnya adopsi teknologi untuk manajemen operasional. Dalam penelitian (Sitompul et al., 2025), transformasi digital oleh UMKM menghadapi berbagai tantangan, seperti rendahnya literasi digital, keterbatasan sumber daya finansial, infrastruktur digital yang belum merata, dan dukungan regulasi yang kurang memadai. Ketiadaan sistem peramalan yang sistematis menyebabkan kesulitan dalam merencanakan pembelian bahan baku, yang berujung pada inefisiensi produksi serta risiko kelebihan stok (*overstock*) atau kekurangan stok (*stockout*). Kondisi ini sejalan dengan penelitian (Rahman & Nursyamsiah, 2023) yang menunjukkan bahwa pengendalian persediaan yang tidak efektif berpengaruh negatif terhadap kinerja dan profitabilitas UMKM.

Penerapan teknologi informasi melalui sistem peramalan (*forecasting*) menawarkan solusi strategis untuk mengatasi masalah ketidakpastian ini. Peramalan permintaan yang akurat merupakan fondasi dari manajemen rantai pasok yang efisien dan dapat meningkatkan kinerja UMKM secara signifikan (Nurdina et al., 2022). Hal ini sejalan dengan temuan bahwa sistem informasi seperti sistem informasi akuntansi mampu meningkatkan kualitas dan kecepatan pengambilan keputusan manajerial di tingkat UMKM (Firman & Sriningsih, 2025). Kemampuan ini berpotensi mengubah paradigma operasional UMKM menuju pertumbuhan yang berkelanjutan di era digital (Mujiburrahman & Firdaus, 2024). Implementasi sistem informasi yang tepat guna terbukti dapat meningkatkan kualitas perencanaan, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan pada akhirnya meningkatkan daya saing usaha di tengah kondisi pasar yang dinamis (Jannah & Firdaus, 2024).

Kegiatan pengabdian ini hadir sebagai respon atas permasalahan yang dihadapi oleh Pabrik Tahu Melati. Melalui pengenalan dan penerapan teknologi informasi yang sesuai, diharapkan dapat memberikan solusi praktis bagi mitra untuk mengatasi tantangan dalam manajemen persediaan. Dengan adanya sistem perencanaan yang lebih baik, diharapkan pabrik dapat mengurangi risiko kerugian akibat ketidakpastian pasokan bahan baku dan meningkatkan efisiensi operasional secara

Peningkatan efisiensi produksi melalui penerapan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati, Batu

keseluruhan. Oleh karena itu, tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai yang efektif guna meningkatkan efisiensi produksi dan mengoptimalkan manajemen persediaan di Pabrik Tahu Melati, Batu.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dalam rentang waktu delapan bulan, mulai dari Maret hingga Oktober 2025. Lokasi utama pelaksanaan kegiatan adalah di Pabrik Tahu Melati, yang beralamatkan di Jl. Melati No. 11 Pesanggrahan, Kecamatan Batu, Kota Batu. Mitra sasaran dalam kegiatan ini adalah pemilik usaha beserta seluruh staf yang terlibat langsung dalam proses produksi dan manajemen persediaan. Total peserta yang terlibat secara aktif dalam seluruh rangkaian kegiatan berjumlah 5 orang, terdiri dari 1 orang pemilik dan 4 orang staf operasional. Keterlibatan penuh dari mitra menjadi kunci keberhasilan, karena seluruh proses mulai dari analisis kebutuhan, pengumpulan data historis, hingga pelatihan dan evaluasi sistem dilakukan secara kolaboratif.

Metode peramalan yang digunakan untuk membangun model prediksi kebutuhan kacang kedelai adalah *Double Exponential Smoothing* (DES). Metode ini dipilih berdasarkan analisis awal data historis yang menunjukkan adanya pola tren, yaitu kecenderungan penggunaan bahan baku yang meningkat atau menurun seiring berjalannya waktu. Metode *Double Exponential Smoothing* merupakan metode peramalan yang cukup baik untuk peramalan jangka panjang, jangka menengah maupun jangka pendek, terutama pada tingkat operasional suatu bentuk usaha (Tarigan, 2023). Metode ini memiliki dua parameter, yaitu α dan β . Perhitungannya dilakukan dengan cara menentukan konstanta α dan β , memilih nilai dalam rentang 0–1, dan membandingkan kesalahan untuk menemukan hasil prakiraan yang paling akurat. Nilai kesalahan yang lebih rendah menghasilkan perkiraan yang lebih tepat (Sari & Andarwati, 2024). Keunggulan DES telah divalidasi dalam berbagai konteks, seperti untuk memprediksi penjualan produk (Tarigan, 2023) dan meramalkan produksi komoditas pangan (PRASETIA et al., 2022).

Pembangunan model *machine learning* untuk peramalan ini dilakukan melalui serangkaian tahapan sistematis yang diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Pembangunan Model Peramalan

Pengumpulan dan Pra-pemrosesan Data

Tahap awal adalah pengumpulan data historis penggunaan kacang kedelai harian dari Pabrik Tahu Melati selama periode satu tahun (Januari – Desember 2024). Data ini menjadi dataset utama untuk melatih model. Contoh format data yang digunakan disajikan pada Tabel 1. Selanjutnya, dilakukan pra-pemrosesan untuk memastikan kualitas data. Langkah ini mencakup penanganan data yang hilang (*missing values*), yang mungkin terjadi karena pencatatan tidak lengkap, dengan menggunakan metode interpolasi linier untuk mengisi kekosongan data secara logis.

Tabel 1. Contoh Data Historis Penggunaan Kacang Kedelai

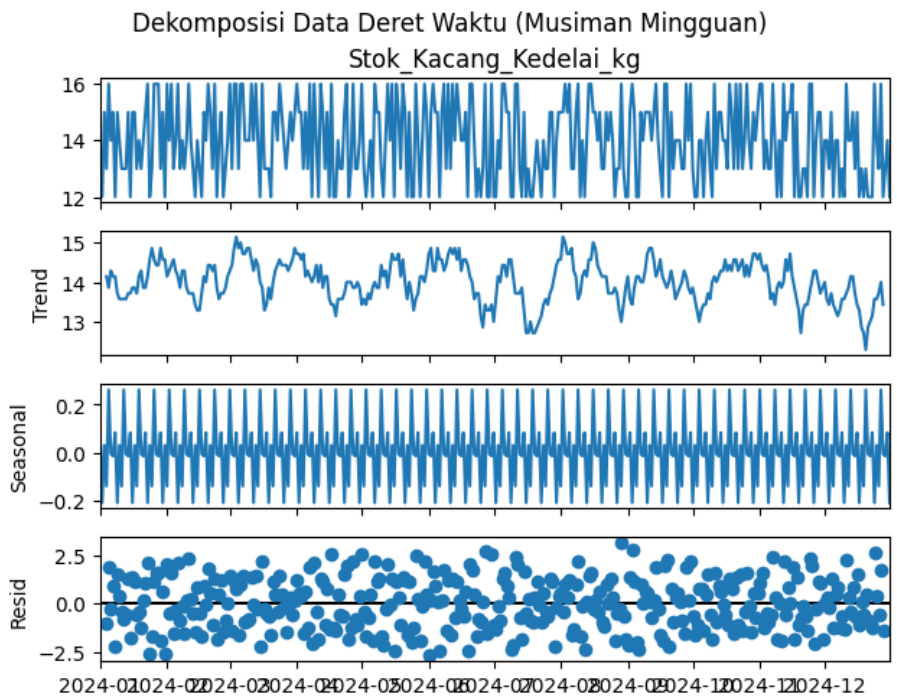
Tanggal	Stok Kacang Kedelai (kg)
1/1/2024	14
1/2/2024	12
1/3/2024	15
1/4/2024	13
1/5/2024	16
1/6/2024	14

Peningkatan efisiensi produksi melalui penerapan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati, Batu

Tanggal	Stok Kacang Kedelai (kg)
1/7/2024	15
1/8/2024	12
1/9/2024	15

Analisis Data Eksploratif (EDA)

Sebelum melatih model, dilakukan analisis untuk memahami karakteristik dan pola data. Dekomposisi deret waktu digunakan untuk memvisualisasikan tiga komponen utama data: tren (kecenderungan jangka panjang), musiman (*seasonality*, pola berulang dalam periode tertentu), dan sisaan (*residual*, fluktuasi acak). Hasil dekomposisi ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Dekomposisi Data Penggunaan Kedelai Harian.

Berdasarkan hasil dekomposisi tersebut, dapat diketahui karakteristik data historis yang digunakan. Secara spesifik, panel Trend menunjukkan bahwa data memiliki komponen tren yang dinamis dan tidak datar, dengan fluktuasi yang signifikan sepanjang periode waktu. Keberadaan tren inilah yang menjadi justifikasi teknis utama untuk memilih metode *Double Exponential Smoothing* (DES), karena metode tersebut dirancang khusus untuk menangani data dengan perubahan level dan tren dari waktu ke waktu, suatu karakteristik yang tidak dapat ditangkap secara efektif oleh metode peramalan yang lebih sederhana seperti *Single Exponential Smoothing*. Selain itu, panel Seasonal juga mengidentifikasi adanya pola musiman mingguan yang kuat dan berulang secara teratur, yang mengindikasikan adanya siklus dalam penggunaan kacang kedelai setiap tujuh hari. Lebih lanjut, panel Resid menunjukkan bahwa sisaan atau galat tersebar secara acak di sekitar garis nol tanpa membentuk pola yang jelas, yang mengindikasikan bahwa proses dekomposisi telah berhasil menangkap sebagian besar informasi struktural dari data, menyisakan fluktuasi acak yang wajar.

Pelatihan dan Validasi Model

Setelah data diproses dan dianalisis, langkah selanjutnya adalah melatih dan memvalidasi model peramalan. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa model yang dibangun memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan mampu melakukan generalisasi dengan baik pada data baru. Tahapan ini dimulai dengan membagi dataset menjadi dua bagian, yaitu 80% sebagai data latih (*training data*) yang

Peningkatan efisiensi produksi melalui penerapan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati, Batu

digunakan untuk melatih model, dan 20% sisanya sebagai data uji (*testing data*) untuk memvalidasi performanya. Sebelum pelatihan final, dilakukan proses optimasi model untuk menemukan konfigurasi hiperparameter terbaik. Proses ini secara sistematis menguji berbagai kombinasi jenis tren (aditif dan multiplikatif) dan periode musiman (7, 14, dan 30 hari). Hasil optimasi menunjukkan bahwa konfigurasi terbaik adalah dengan menggunakan tren aditif, musiman aditif, dan periode musiman 7 hari, yang menghasilkan nilai RMSE terendah sebesar 1.41.

Dengan menggunakan konfigurasi terbaik tersebut, model *Double Exponential Smoothing* (DES) dilatih secara eksklusif menggunakan data latih. Setelah proses pelatihan selesai, kinerja dan akurasi model dievaluasi secara kuantitatif pada data uji. Akurasi model diukur menggunakan tiga metrik evaluasi standar. Mean Absolute Error (MAE) digunakan untuk mengukur rata-rata selisih absolut antara nilai aktual dan ramalan dalam satuan kilogram (kg). Selanjutnya, Root Mean Squared Error (RMSE) dihitung untuk mengukur simpangan galat dengan memberikan bobot lebih pada kesalahan besar. Untuk interpretasi yang lebih intuitif, Mean Absolute Percentage Error (MAPE) juga digunakan untuk mengukur rata-rata persentase galat. Hasil evaluasi model pada data uji menunjukkan performa yang sangat baik dengan nilai MAE sebesar 1.20 kg, RMSE sebesar 1.41 kg, dan MAPE sebesar 8.82%. Nilai MAPE di bawah 10% ini mengindikasikan bahwa model memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan dapat diandalkan untuk peramalan kebutuhan kedelai.

Selain evaluasi kuantitatif, dilakukan juga analisis kualitatif dengan membuat tabel perbandingan antara nilai penggunaan kedelai aktual dengan hasil ramalan model pada setiap titik waktu di data uji, seperti yang dicontohkan pada Tabel 2. Tabel ini memungkinkan analisis mendalam terhadap kinerja model dari hari ke hari, tidak hanya sebagai rata-rata. Kolom "Selisih" menunjukkan galat prediksi, yang mana nilai positif (misalnya pada 10/19/2024) mengindikasikan *under-prediction* (ramalan lebih rendah dari aktual), sedangkan nilai negatif (misalnya pada 10/20/2024) mengindikasikan *over-prediction* (ramalan lebih tinggi dari aktual). Analisis ini memberikan pemahaman mendalam bagi mitra mengenai kecenderungan galat yang mungkin dibuat oleh sistem, sehingga mereka dapat membuat penyesuaian keputusan jika diperlukan.

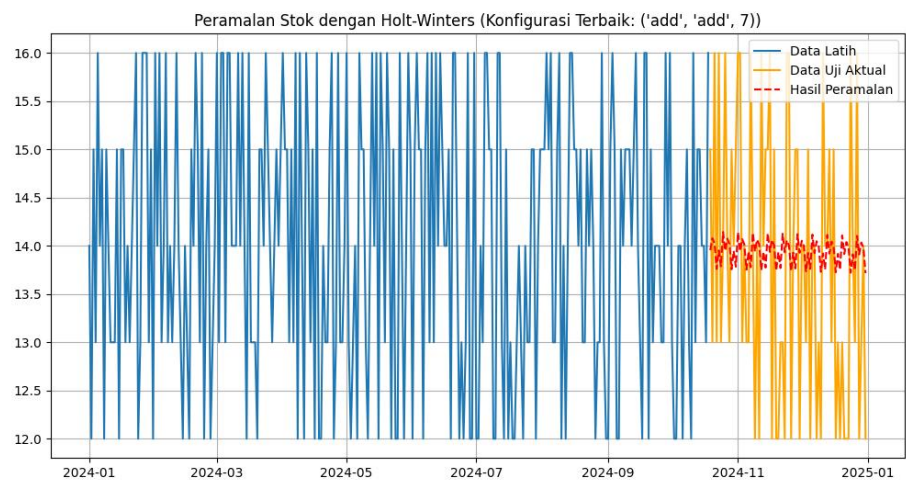
Tabel 2. Contoh Perbandingan Detail Hasil Peramalan vs Data Aktual

Tanggal	Stok Aktual	Stok Ramalan	Selisih	Selisih (%)
10/19/2024	15	13.95	1.05	6.97
10/20/2024	13	14.08	-1.08	-8.3
10/21/2024	16	14.02	1.98	12.35
10/22/2024	13	13.76	-0.76	-5.86
10/23/2024	16	13.95	2.05	12.8
10/24/2024	13	13.79	-0.79	-6.06
10/25/2024	14	14.14	-0.14	-1.02
10/26/2024	16	13.95	2.05	12.81
10/27/2024	14	14.07	-0.07	-0.53
10/28/2024	13	14.02	-1.02	-7.84
10/29/2024	15	13.76	1.24	8.29
10/30/2024	14	13.95	0.05	0.38

Untuk melengkapi evaluasi, hasil peramalan juga divisualisasikan dalam bentuk grafik. Grafik ini secara jelas menunjukkan bahwa model tidak mencoba mereplikasi fluktuasi harian yang sangat tinggi pada data aktual. Sebaliknya, garis 'Hasil Peramalan' (merah putus-putus) bergerak jauh lebih stabil di sekitar nilai rata-rata, yang merupakan perilaku ideal dari sebuah model peramalan yang baik, yaitu kemampuannya untuk menyaring *noise* (fluktuasi acak) dan menangkap tendensi sentral atau garis dasar dari data. Kedekatan antara garis peramalan dengan pusat pergerakan data aktual secara visual mengonfirmasi hasil evaluasi kuantitatif yang menunjukkan galat (*error*) yang rendah. Secara keseluruhan, Gambar 3 memberikan bukti visual yang kuat bahwa model peramalan yang dibangun

Peningkatan efisiensi produksi melalui penerapan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati, Batu

berhasil mengidentifikasi pola inti dari data historis dan mampu menghasilkan prediksi yang akurat dan stabil untuk periode mendatang.



Gambar 3. Grafik Perbandingan antara Data Aktual dan Hasil Peramalan pada Periode Uji.

Pelatihan Model Final dan Implementasi

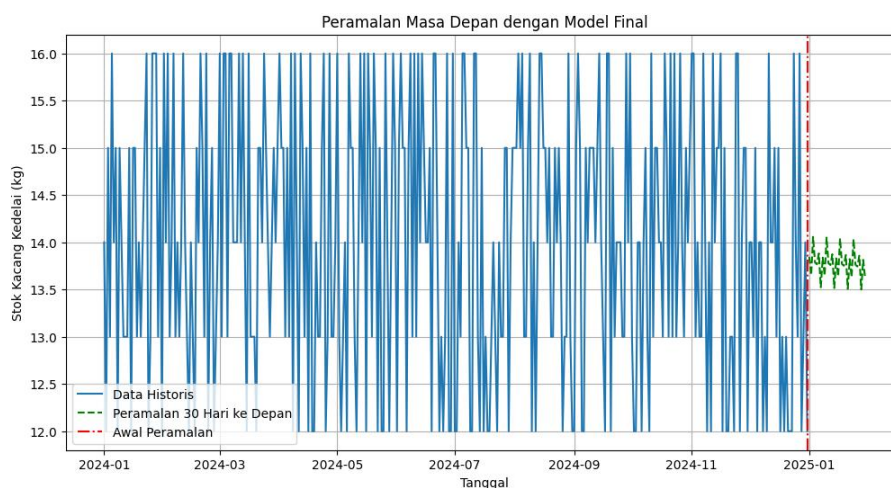
Setelah model divalidasi dan terbukti akurat pada data uji, langkah terakhir dalam pembangunan teknis adalah menyiapkan model untuk penggunaan nyata (*deployment*). Praktik terbaik dalam *machine learning* untuk peramalan adalah melatih ulang model dengan menggunakan keseluruhan data historis yang tersedia. Tujuan dari langkah ini adalah untuk memaksimalkan "pengetahuan" model dengan membiarkannya belajar dari semua pola dan informasi yang ada di dalam data, sehingga mampu menghasilkan peramalan masa depan yang paling informatif dan andal.

Model final yang telah dilatih ini kemudian digunakan untuk menghasilkan peramalan kebutuhan kacang kedelai untuk periode waktu tertentu, yaitu 7, 14, atau 30 hari ke depan, yang merupakan *output* yang akan digunakan oleh mitra dalam perencanaan produksi. Hasil peramalan ini disajikan dalam format tabel yang jelas dan mudah dibaca, seperti dicontohkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Contoh Hasil Peramalan Kebutuhan Kedelai	
Tanggal	Stok Kacang Kedelai (kg)
1/1/2025	13.85
1/2/2025	13.65
1/3/2025	14.06
1/4/2025	13.79
1/5/2025	13.77
1/6/2025	13.88
1/7/2025	13.52
1/8/2025	13.84
1/9/2025	13.65
1/10/2025	14.05

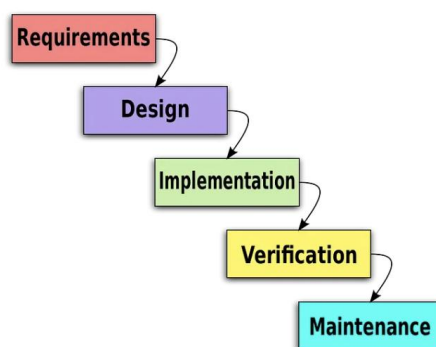
Untuk memberikan gambaran visual yang jelas kepada mitra mengenai proyeksi kebutuhan di masa mendatang, hasil peramalan ini juga divisualisasikan dalam sebuah grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4. Grafik ini menampilkan seluruh data historis yang digunakan untuk melatih model (garis biru) dan hasil peramalan untuk 30 hari ke depan (garis hijau putus-putus). Garis vertikal merah menandai titik akhir data historis dan menjadi awal periode peramalan, sehingga memberikan visualisasi yang intuitif mengenai proyeksi kebutuhan stok di masa depan berdasarkan pola masa lalu.

Peningkatan efisiensi produksi melalui penerapan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati, Batu



Gambar 4. Grafik Peramalan Kebutuhan Kedelai dengan Model Final.

Tahap akhir dari pembangunan model adalah implementasi teknis. Model yang telah dilatih secara final kemudian disimpan ke dalam sebuah file dengan format .pkl menggunakan pustaka pickle dari Python. File ini berfungsi sebagai "otak" dari fitur peramalan yang kemudian diintegrasikan ke dalam *backend* sistem informasi berbasis web. Dengan demikian, setiap kali pengguna meminta peramalan baru melalui antarmuka web, sistem akan memuat model ini untuk menghasilkan prediksi secara *real-time*.



Gambar 5. Alur pengembangan sistem.

Setelah model peramalan telah diuji dan siap digunakan maka tahap selanjutnya yaitu pengembangan sistem informasi menggunakan *waterfall method* yang telah disesuaikan dengan konteks pengembangan sistem pada UKM ditunjukkan pada Gambar 5. Dalam pengembangan sistem ini, analisis kebutuhan dilakukan secara partisipatif dengan melibatkan langsung staf UKM sebagai sumber informasi utama, sehingga kebutuhan yang diidentifikasi lebih relevan dan sesuai dengan kondisi lapangan. Tahap pengujian dilaksanakan melalui uji coba nyata di lingkungan UKM, bukan sekadar pengujian teknis, sehingga dapat mengevaluasi kinerja sistem secara praktis dan memastikan kebermanfaatannya bagi operasional sehari-hari. Selain itu, bagikan *maintenance* dilakukan dokumentasi dan pelatihan diberikan sebagai bagian integral untuk mendukung keberlanjutan sistem, memastikan staf UKM mampu mengoperasikan dan memelihara sistem secara mandiri setelah kegiatan pengabdian selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini menyajikan hasil dari pelaksanaan pengembangan sistem serta analisis terhadap temuan yang diperoleh selama proses pengujian dan implementasi di UKM. Hasil yang ditampilkan mencakup evaluasi sistem, kinerja peramalan, dan respons pengguna terhadap antarmuka. Selain itu, pembahasan difokuskan pada interpretasi temuan, perbandingan dengan literatur atau standar yang

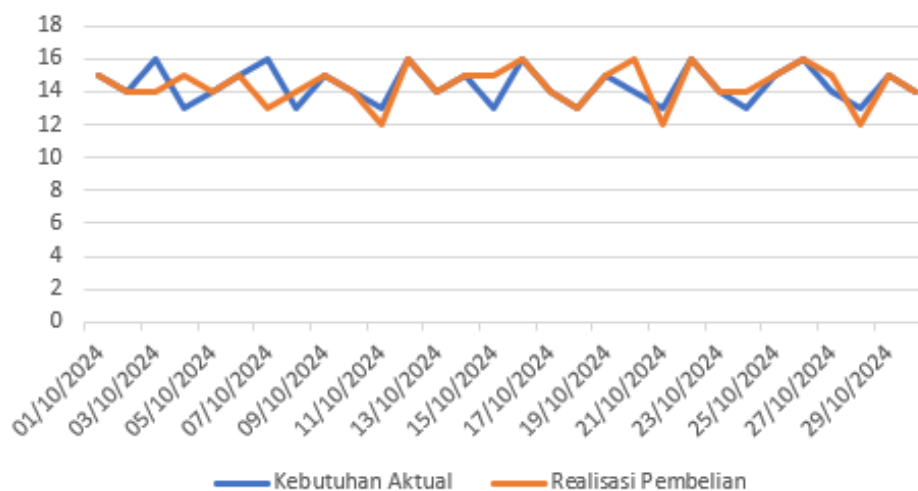
Peningkatan efisiensi produksi melalui penerapan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati, Batu

relevan, serta implikasi praktis bagi operasional UKM. Hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas sistem, kelebihan dan keterbatasannya, serta saran perbaikan untuk pengembangan lebih lanjut. Langkah yang dilakukan sesuai dengan tahapan metode pengembangan sistem berbasis *waterfall* sebagai berikut.

1. Requirements

Sebelum kegiatan ini dilaksanakan, proses perencanaan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati sepenuhnya bergantung pada metode manual dan intuisi pemilik, yang seringkali menyebabkan ketidakakuratan dalam pembelian stok. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan mengenai teknik peramalan dan ketiadaan alat bantu teknologi yang memadai. Kendala yang dihadapi disampaikan saat penulis melakukan observasi ke lokasi mitra.

Kontribusi utama dari kegiatan ini adalah membuktikan bahwa metode peramalan sederhana berbasis *Double Exponential Smoothing* (DES) dapat diintegrasikan dalam sistem informasi web untuk UKM, menghasilkan efisiensi operasional yang signifikan. Hasil utama dari kegiatan pengabdian ini adalah keberhasilan implementasi sistem informasi peramalan dan peningkatan kapabilitas mitra dalam pengambilan keputusan berbasis data. Pada Gambar 6 terdapat contoh data yang dihimpun untuk dianalisa.



Gambar 6. Grafik perbandingan kebutuhan dan pembelian stok.

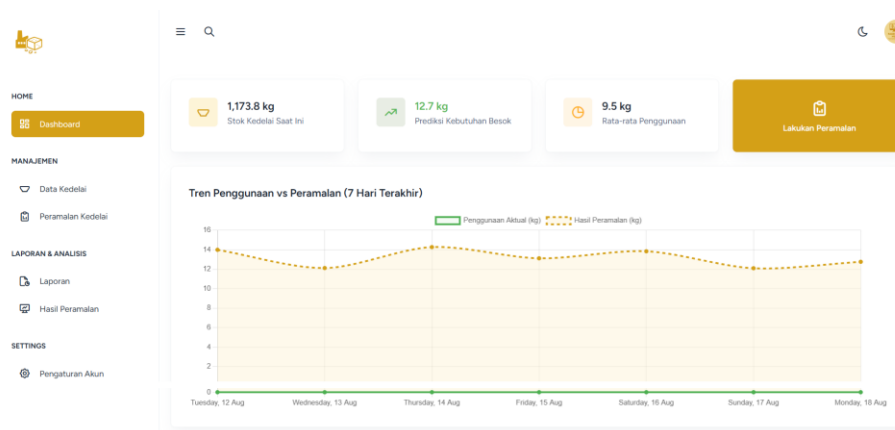
Data pra-implementasi diperoleh dari catatan manual Pabrik Tahu Melati selama Oktober–Desember 2024. Dari hasil pencatatan pada bulan Oktober 2024 selama 30 hari, tercatat 18 hari (60%) dengan ketepatan pembelian sesuai kebutuhan aktual, sedangkan 12 hari (40%) mengalami mismatch. Dari jumlah tersebut, terdapat 5 kasus mismatch signifikan yang mengakibatkan kondisi stockout maupun overstock serius, yaitu pada tanggal 3, 7, 15, 20, dan 28 Oktober. Pola serupa juga ditemukan pada bulan November dan Desember 2024, sehingga secara keseluruhan dari 90 hari observasi, hanya 54 hari (60%) yang sesuai kebutuhan, sementara 36 hari (40%) mengalami mismatch, dengan rata-rata 5 kasus stockout/overstock per bulan.

2. Design

Aplikasi peramalan berbasis web yang desain khusus untuk kebutuhan Pabrik Tahu Melati. Aplikasi ini dikembangkan dengan antarmuka yang sederhana dan sudah melalui wawancara dan konsultasi dengan pihak mitra.

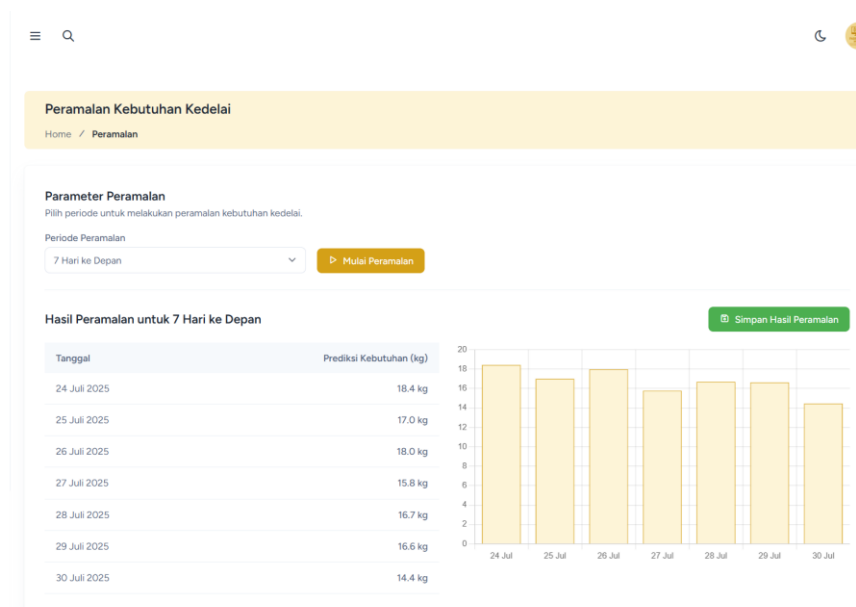
Tampilan antarmuka utama aplikasi dapat dilihat pada Gambar 7 yang menampilkan fitur-fitur inti seperti input data penggunaan harian, visualisasi data historis, dan tombol untuk menjalankan proses peramalan.

Peningkatan efisiensi produksi melalui penerapan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati, Batu



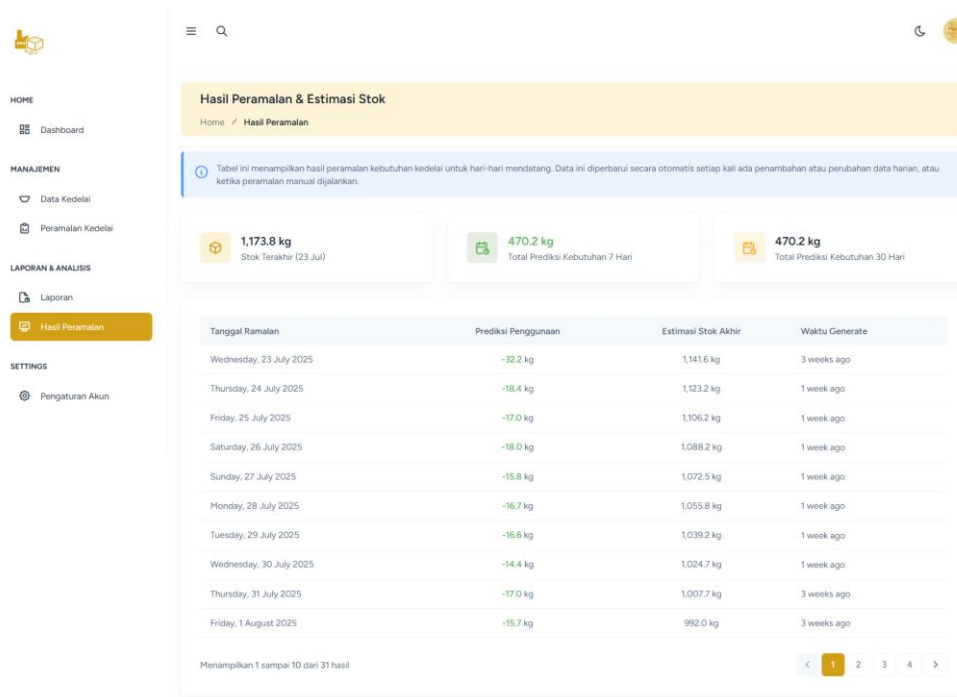
Gambar 7. Halaman Dashboard.

Ketika pengguna menekan tombol mulai peramalan, sistem akan menampilkan halaman hasil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Halaman ini menyajikan prediksi kebutuhan kacang kedelai untuk periode waktu ke depan dalam format tabel yang mudah dibaca, serta grafik yang memvisualisasikan data historis dan tren peramalan di masa depan, memberikan pandangan strategis bagi pemilik untuk perencanaan jangka pendek.



Gambar 8. Halaman Peramalan Kebutuhan Kedelai.

Hasil peramalan dan estimasi stok yang sudah disimpan juga dapat dilihat pada menu Hasil Peramalan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9. Fitur ini berguna untuk memberikan kemudahan pengguna dalam melihat estimasi kebutuhan kacang kedelai dan sisa stok pada waktu tertentu, sehingga memudahkan pengambilan keputusan terkait pengadaan stok kacang kedelai.



Gambar 9. Hasil Peramalan dan Estimasi Stok.

3. Implementation

Sistem yang dikembangkan berbasis website yang dirancang untuk mendukung pengelolaan stok kedelai dan peramalan kebutuhan bahan baku pada UKM. Sistem dapat diakses melalui komputer maupun smartphone di alamat <https://tahu-melati.rakit.digital/> dengan spesifikasi sistem sebagai berikut:

1. Platform Sistem

- Web-based: Dapat diakses melalui browser desktop maupun mobile.
- Database: MySQL untuk penyimpanan data stok, transaksi, dan hasil prediksi.
- Backend: Python (Flask) digunakan untuk logika bisnis dan integrasi model peramalan.
- Frontend: Laravel framework untuk tampilan dan interaksi pengguna.

2. Fitur Utama

- Pencatatan Stok Harian: Memungkinkan input stok kedelai masuk dan keluar secara harian.
- Peramalan Otomatis: Menggunakan model *Double Exponential Smoothing* (DES) untuk memprediksi kebutuhan bahan baku dalam jangka 7, 14, dan 30 hari ke depan.
- Dashboard Visualisasi: Menyajikan grafik tren stok dan hasil prediksi secara interaktif.
- Laporan: Mengunduh laporan stok dan prediksi dalam format PDF atau Excel.

3. Infrastruktur Sistem

- a) Server Aplikasi
 - Sistem berjalan di server VPS untuk mendukung akses 24/7.
- b) Database Server
 - MySQL menyimpan seluruh data stok, transaksi, dan hasil prediksi.
 - Mendukung backup otomatis harian untuk keamanan data.
- c) Application Layer
 - Backend: Python (Flask) mengelola logika bisnis dan integrasi model peramalan (*Double Exponential Smoothing* (DES)).
 - Peramalan: Menggunakan library Python seperti statsmodels dan pandas.
 - Keamanan: Autentikasi berbasis peran (admin/staf).
- d) Client Layer (User Access)
 - Akses melalui browser desktop/laptop/smartphone.
 - Dashboard interaktif menggunakan Laravel framework.

Peningkatan efisiensi produksi melalui penerapan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati, Batu

e) Keamanan & Reliability

- o Autentikasi login menggunakan username & password.
- o Enkripsi data sensitif melalui HTTPS.
- o Fitur restore & recovery untuk menangani kegagalan sistem.

Implementasi sistem didokumentasikan pada buku panduan yang sudah diserahkan kepada mitra pengabdian.

4. Verification

Proses verifikasi pada sistem yang dikembangkan guna memastikan bahwa seluruh fungsi dan fitur berjalan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Verifikasi dilakukan tidak hanya dari sisi teknis, tetapi juga dari perspektif pengguna untuk mengevaluasi akurasi peramalan, dan kemudahan penggunaan. Metode pengujian yang diterapkan, metrik evaluasi yang digunakan, serta temuan hasil verifikasi yang menjadi dasar untuk menilai efektivitas dan kesesuaian sistem dalam mendukung operasional UKM.

Evaluasi dalam kegiatan pengabdian ini difokuskan pada dua aspek utama, yaitu peningkatan kapabilitas staf dan akurasi model peramalan. Akurasi model diukur menggunakan tiga metrik evaluasi standar, yaitu Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Squared Error (RMSE), dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). MAE digunakan untuk mengukur rata-rata selisih absolut antara nilai aktual dan hasil ramalan dalam satuan kilogram, RMSE memberikan penekanan lebih pada kesalahan besar, sedangkan MAPE menyajikan tingkat kesalahan dalam bentuk persentase sehingga lebih mudah diinterpretasikan. Hasil evaluasi pada data uji menunjukkan nilai MAE sebesar 1,20 kg, RMSE sebesar 1,41 kg, dan MAPE sebesar 8,82%. Nilai MAPE yang berada di bawah 10% mengindikasikan tingkat akurasi yang tinggi dan reliabilitas model dalam peramalan kebutuhan kedelai.

Tahap pertama untuk konfirmasi sistem dengan memberikan pemahaman melalui kegiatan pelatihan untuk mitra. Dokumentasi pada Gambar 10 menunjukkan kegiatan bersama mitra pengabdian selama sesi pelatihan dan praktik langsung penggunaan aplikasi.



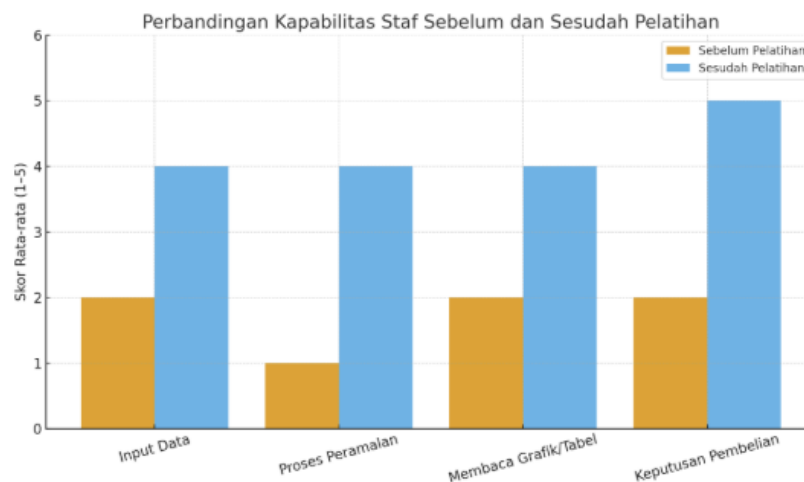
Gambar 10. Proses Pelatihan dan Pendampingan Penggunaan Sistem Peramalan.

Meskipun pelatihan hanya melibatkan dua staf operasional di pabrik mitra, generalisasi ke konteks UKM lebih luas dapat dibenarkan karena beberapa alasan. Pertama, sistem yang dikembangkan bersifat ringan, berbasis web, dan *low-cost*, sehingga sesuai dengan karakteristik umum UKM pangan rumah tangga di Indonesia. Kedua, intervensi dirancang dengan pendekatan socio-technical: sistem tidak hanya menyediakan algoritma peramalan, tetapi juga dilengkapi SOP input data, role-based access, serta pelatihan yang dapat direplikasi di UKM lain. Ketiga, artefak yang dihasilkan (arsitektur sistem, manual book, dan rubrik kapabilitas staf) bersifat generik sehingga dapat diadopsi lintas-UKM dengan penyesuaian minimal.

Untuk mengetahui aspek kapabilitas staf, pengukuran dilakukan melalui *pre-post test* terstruktur dengan rubrik penilaian skala 1–5 pada empat keterampilan utama, yaitu (a) melakukan input data, (b)

Peningkatan efisiensi produksi melalui penerapan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati, Batu

menjalankan proses peramalan, (c) membaca grafik dan tabel hasil peramalan, serta (d) mengambil keputusan pembelian berbasis output sistem. Berikut grafik pada Gambar 11 yang menunjukkan kapabilitas staf sebelum dan sesudah pelatihan penggunaan sistem ini.



Gambar 11. Grafik perbandingan kapabilitas staf.

Peningkatan ini dapat diukur melalui evaluasi kuantitatif *pre-post test* terstruktur dengan rubrik penilaian skala 1–5 untuk menunjukkan sebelum dan sesudah implementasi sistem. Evaluasi menunjukkan peningkatan kapabilitas staf yang signifikan pada seluruh aspek. Skor rata-rata input data naik dari 2 menjadi 4, proses peramalan dari 1 menjadi 4, membaca grafik/tabel dari 2 menjadi 4, dan pengambilan keputusan dari 2 menjadi 5. Secara keseluruhan, skor rata-rata meningkat dari 1,75 (rendah) menjadi 4,25 (baik–sangat baik), menegaskan bahwa pelatihan dan pendampingan efektif dalam meningkatkan keterampilan teknis serta pengambilan keputusan berbasis data di UMKM mitra.

Validasi data juga telah dilakukan secara berlapis, yaitu (a) pengumpulan data dari tiga sumber utama berupa nota pemasok (pembelian), dan catatan penggunaan harian staf produksi (kebutuhan aktual) (b) verifikasi oleh pemilik, staf gudang, dan staf produksi; (c) standarisasi format data dalam satuan kilogram (kg) dan tanggal; serta (d) audit acak terhadap 10 entri yang dikonfirmasi kembali ke bukti fisik transaksi. Hasil validasi menunjukkan konsistensi, sehingga temuan ini dapat dianggap representatif sebagai kondisi dasar sebelum implementasi sistem peramalan.

Tabel 4. Contoh Hasil Evaluasi acak 10 entri pada Januari 2025

Hari	Stok Aktual (kg)	Peramalan DES (kg)	Error (kg)	% Error	Pembelian
1	13.85	13.10	0.75	5,41%	Tepat
2	13.65	14.10	0.45	3,30%	Tepat
3	14.06	13.00	1.06	7,54%	Tepat
4	13.79	14.50	0.71	5,15%	Tepat
5	13.77	12.80	0.97	7,05%	Tepat
6	13.88	13.50	0.38	2,74%	Tepat
7	13.52	14.80	1.28	9,47%	Tepat
8	13.84	13.10	0.74	5,35%	Tepat
9	13.65	16.00	2.35	17,20%	Tidak Tepat
10	14.05	14.90	0.85	6,05%	Tepat

Pada Tabel 4 menunjukkan audit acak 10 entri pada Januari 2025. Sistem peramalan berbasis *Double Exponential Smoothing* dievaluasi selama periode Januari–Maret 2025 (90 hari operasional)

Peningkatan efisiensi produksi melalui penerapan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati, Batu

dengan pendekatan teknis dan operasional. Pada aspek teknis, akurasi model diukur menggunakan nilai MAPE yang berada di bawah 10% mengindikasikan bahwa model dapat digunakan. Sementara itu, pada aspek operasional, dilakukan pencatatan harian atas kebutuhan aktual dan realisasi pembelian. Dari total 90 hari pengamatan, tercatat 86 hari (95%) pembelian tepat sesuai kebutuhan dan hanya 4 hari (5%) mengalami mismatch, dengan rata-rata kasus *stockout* atau *overstock* menurun drastis menjadi satu kali per bulan.

5. Maintenance

Untuk menjaga keberlanjutan, pemilik usaha dan satu staf ditetapkan sebagai *local champion* yang mendapat pelatihan lebih intensif agar mampu menjadi rujukan bagi anggota tim lain serta mengawal kedisiplinan pencatatan. Proses input data dibuat sederhana melalui panduan pada *manual book* dan *checklist* harian yang hanya memerlukan waktu sekitar tiga menit, dengan sistem otomatis yang membantu mendeteksi kesalahan, data ganda, atau data yang hilang.

Manual Book penggunaan sistem telah diserahkan berisikan seluruh kode program dan panduan penggunaan diserahkan secara lengkap, termasuk langkah instalasi dan tutorial lengkap, serta disepakati jadwal pemeliharaan triwulanan berupa pencadangan dan uji pemulihan data. Antarmuka sistem dirancang sederhana dan ramah pengguna, dilengkapi petunjuk singkat di layar, tombol yang mudah dipahami, dan catatan aktivitas. Selain itu, kepatuhan penggunaan nantinya dapat dipantau melalui dashboard sederhana yang menunjukkan kelengkapan input harian, dengan pengingat via WhatsApp secara manual pada triwulan pertama.

Penulis juga mengajukan survey kepuasan mitra atas kegiatan pengabdian ini dan mendapat respon yang positif dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kuesioner Kepuasan Mitra Pengabdian Kepada Masyarakat (PPM)

No.	PERNYATAAN	SS	S	TS	STS
1.	Kegiatan PPM yang dilaksanakan memberikan solusi atas masalah yang dihadapi mitra	√			
2.	Anggota tim yang terlibat dalam kegiatan PPM aktif dalam memberikan bantuan		√		
3.	Frekuensi pendampingan yang dilakukan oleh tim PPM dirasakan sudah sesuai		√		
4.	Terjadi peningkatan kemandirian atau penambahan pengetahuan dan ketrampilan pada mitra		√		
5.	Secara keseluruhan mitra merasakan kepuasan atas kegiatan PPM yang telah dilaksanakan		√		

Keterangan :

SS = sangat setuju(4)

S = setuju(3)

TS = tidak setuju(2)

STS = sangat tidak setuju(1)

Berdasarkan hasil kuesioner yang menggunakan skala 1–4, di mana 4 menunjukkan “sangat setuju”, lima pernyataan yang diajukan memperoleh skor berturut-turut 4, 3, 3, 3, dan 3. Rata-rata skor yang diperoleh adalah 3,2, yang jika dikonversi menjadi persentase kepuasan mencapai 80%. Hasil ini menunjukkan bahwa mitra secara umum puas dengan layanan atau sistem yang dikembangkan dalam kegiatan pengabdian, berada pada tingkat “setuju” mendekati “sangat setuju”. Dengan demikian, intervensi yang dilakukan telah diterima dengan baik oleh mitra, menandakan bahwa sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan harapan mitra.

SIMPULAN DAN SARAN

Peningkatan efisiensi produksi melalui penerapan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati, Batu

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil mencapai tujuannya untuk meningkatkan efisiensi produksi di Pabrik Tahu Melati melalui implementasi sistem informasi peramalan. Capaian utama dari kegiatan ini adalah transformasi fundamental dalam proses manajemen persediaan mitra, yang beralih dari metode manual-intuitif menjadi proaktif dan berbasis data. Keberhasilan ini terukur secara kuantitatif melalui peningkatan akurasi pembelian bahan baku dari 60% menjadi 95% dan penurunan drastis frekuensi masalah stok dari lima kali menjadi hanya satu kali per bulan. Secara kualitatif, seluruh staf operasional kini memiliki kapabilitas untuk mengoperasikan sistem secara mandiri, yang dibuktikan dengan skor rata-rata meningkat dari 1,75 (rendah) menjadi 4,25 (baik-sangat baik), menegaskan bahwa pelatihan dan pendampingan efektif dalam meningkatkan keterampilan teknis serta pengambilan keputusan berbasis data di UMKM mitra. Hal ini menunjukkan bahwa transfer teknologi tidak hanya berhasil dari sisi produk, tetapi juga dari sisi peningkatan sumber daya manusia.

Meskipun kegiatan berjalan dengan sukses, ditemukan satu hambatan utama yang berpotensi memengaruhi keberlanjutan dan akurasi sistem di masa depan, yaitu konsistensi dalam input data penggunaan harian oleh staf. Kelalaian dalam mencatat data, meskipun hanya untuk satu atau dua hari, dapat mengurangi keandalan model peramalan dalam jangka panjang. Oleh karena itu, disarankan agar kegiatan pengabdian selanjutnya berfokus pada penguatan tata kelola data di tingkat UMKM, misalnya dengan mengembangkan fitur validasi input atau modul pelatihan khusus mengenai pentingnya integritas data. Untuk pengembangan lebih lanjut, sistem ini dapat diperluas dengan mengintegrasikan data penjualan sebagai variabel tambahan untuk menciptakan model peramalan yang lebih dinamis dan komprehensif.

Secara keseluruhan, kegiatan ini membuktikan bahwa penerapan teknologi tepat guna yang spesifik dan terjangkau, seperti sistem peramalan berbasis web ini, mampu memberikan dampak signifikan bagi daya saing UMKM. Kuesioner kepuasan mitra PPM juga menunjukkan 3,2 dari 4 atau 80% puas dengan pelaksanaan pengabdian ini. Keberhasilan ini dapat menjadi model yang direplikasi untuk UMKM sejenis, khususnya di sektor industri pangan yang sangat bergantung pada stabilitas pasokan bahan baku. Dengan demikian, inovasi ini memiliki potensi besar untuk mendukung penguatan resiliensi operasional dan mendorong budaya pengambilan keputusan berbasis data di kalangan pelaku usaha kecil dan menengah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Malang atas dukungan pendanaan untuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melalui skema Dana DIPA tahun 2025. Ucapan terima kasih yang tulus juga kami sampaikan kepada pemilik dan seluruh staf Pabrik Tahu Melati, Kota Batu, atas kerja sama yang kooperatif, partisipasi aktif, serta masukan yang berharga selama proses perancangan hingga implementasi sistem, sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan lancar dan mencapai tujuannya.

DAFTAR RUJUKAN

- BPS. (2025). *Impor Kedelai menurut Negara Asal Utama, 2017-2024*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAxNSMx/impor-kedelai-menurut-negara-asal-utama-2010-2019.html>
- Firman, & Sriningsih, E. (2025). Meningkatkan Efektivitas Keputusan Manajerial Di UMKM Melalui Sistem Informasi Akuntansi Dan Sdm Berkualitas. *YUME: Journal of Management*, 8(1), 1284–1286.
- Ilmi, M., Setyo Liyundira, F., Rachmawati, A., Juliasari, D., & Habsari, P. (2020). Perkembangan Dan Penerapan Theory Of Acceptance Model (TAM) Di Indonesia. *Relasi : Jurnal Ekonomi*, 16(2), 436–458. <https://doi.org/10.31967/relasi.v16i2.371>
- Ismail, M., Fariyanti, A., & Rifin, A. (2017). EFISIENSI TEKNIK USAHATANI KEDELAI PADA LAHAN TADAH HUJAN DAN LAHAN KERING DI KABUPATEN PIDIE JAYA, ACEH. *Forum Agribisnis*, 7(1), 21–34.
- Jannah, M. S., & Firdaus, R. (2024). SISTEM INFORMASI UNTUK KEUNGGULAN KOMPETITIF. *Jurnal Intelek Dan Cendekiawan Nusantara*, 1(3), 4246–4250. <https://jicnusanantara.com/index.php/jicn>

Peningkatan efisiensi produksi melalui penerapan sistem informasi peramalan kebutuhan kacang kedelai di Pabrik Tahu Melati, Batu

- Muharromah, I. H., & Atiza, A. N. (2024). Analisis Pengaruh Kenaikan Harga Kedelai Terhadap Pendapatan Pengrajin Tempe di Desa Sumbertaman. *Jurnal Enterpreneur Dan Bisnis (JEBI)*, 3(2), 1–7.
- Mujiburrahman, & Firdaus, R. (2024). Pengaruh Penggunaan Sistem Informasi Manajemen Pada Usaha Mikro Kecil Dan Menengah. *JICN: Jurnal Intelek Dan Cendikiawan Nusantara*, 1(3), 4179–4187. <https://jicnusantara.com/index.php/jicn>
- Nurdina, A., Aryani, D., Venita, E., & Astiti, S. (2022). Analisis Peramalan Permintaan Golang-Galing dalam Memaksimalkan Manajemen Rantai Pasok Menggunakan Metode Weighted Moving Average. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(4), 1167. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i4.4551>
- PRASETIA, P. N., TRISKA, A., & NAHAR, J. (2022). Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Untuk Meramalkan Produksi Dan Konsumsi Domestik Beras Di Indonesia. *E-Jurnal Matematika*, 11(3), 152. <https://doi.org/10.24843/mtk.2022.v11.i03.p375>
- Rahman, M. F., & Nursyamsiah, S. (2023). Pengaruh Praktik Manajemen Persediaan terhadap Kinerja Perusahaan yang Dimediasi oleh Pengetahuan Manajemen Persediaan: Studi Empiris pada Toko Ritel di D.I. Yogyakarta. ... *Mahasiswa Bisnis & Manajemen*, 02(05), 194–206. <https://journal.uui.ac.id/selma/article/view/32947%0Ahttps://journal.uui.ac.id/selma/article/download/32947/16406>
- Sari, Z. A., & Andarwati, M. (2024). PERAMALAN DOUBLE MOVING AVERAGE DAN DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING JUMLAH PENUMPANG DI STASIUN KOTABARU MALANG Zahrah. *Journal of Information Systems Management and Digital Business (JISMDB)*, 1(2), 263–272.
- Sitompul, P. S., Sari, M. M., Miranda, C., & Lumban, B. (2025). Transformasi Digital UMKM Indonesia : Tantangan dan Strategi Adaptasi di Era Ekonomi Digital 1-4 Universitas Negeri Medan , Indonesia. *Jurnal Manajemen Bisnis Digital Terkini*, 2(April), 09–18.
- Sri, W. (2023). Analisis Kinerja Perdagangan Kedelai. *Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian 2023*, 58.
- Tarigan, V. (2023). Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Untuk Memprediksi Jumlah Penjualan Springbed Di Pt. Masindo Karya Prima. *Jurnal Informatika Polinema*, 9(3), 339–346. <https://doi.org/10.33795/jip.v9i3.1335>
- Zainuddin, R., Yusuf N, M., Usnawiyah, U., Ismadi, I., & Nazaruddin, M. (2022). Uji Adaptasi Morfo-Fisiologis Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max.L*) Akibat Perlakuan Tingkat Naungan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroekoteknologi*, 1(2), 28. <https://doi.org/10.29103/jimatek.v1i2.8462>