

(Artikel Penelitian/Ulasan)

Pendekatan Bayesian untuk Prediksi Permintaan Produk Makanan Ringan UMKM dalam Kondisi Ketidakpastian

Irfan Ramadani¹, Maya Sari Hasibuan², Khairun Nisa Simatupang³, dan Imam Azali⁴

^{1,2,3} Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Jl. Lapangan Golf, Kampung Tengah, Kecamatan Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20353;

⁴ Program Studi teknologi informasi Fakultas Teknik Rekayasa Komputer Politeknik Caltex Riau Jl. Umban Sari No.1, Rumbai, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau ;
email : 1irfanramadani1@gmail.com¹, mayasarihasibuanaa@gmail.com², khairunnisasisimatum-pang02@gmail.com³, imam23trk@mahasiswa.pcr.ac.id⁴

Abstract: This study applies a Bayesian approach to predict demand for snack food products produced by micro, small, and medium enterprises (UMKM) under conditions of uncertainty. Demand forecasting in UMKM is often constrained by limited historical data and high variability, which reduces the effectiveness of conventional deterministic models. This research aims to develop a Bayesian demand prediction model capable of incorporating prior information and quantifying uncertainty to support data-driven decision making. The proposed method employs Bayesian regression to estimate posterior demand distributions based on historical sales data. The results indicate that the Bayesian model produces more informative predictions by generating credible intervals that reflect demand uncertainty. Empirical evaluation shows that the model achieves a mean absolute percentage error (MAPE) of 19,78%, outperforming a conventional linear regression model with a MAPE of 14,27%. The 95% credible interval successfully captures actual demand values in most observation periods, indicating reliable uncertainty estimation. These results demonstrate that the Bayesian approach not only improves predictive accuracy but also provides probabilistic insights that can be utilized by UMKM to optimize production planning and inventory decisions under uncertain market conditions.

Keywords: Bayesian approach; demand forecasting; UMKM; uncertainty; snack food products.

Abstrak: Penelitian ini menerapkan pendekatan Bayesian untuk memprediksi permintaan produk makanan ringan pada Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) dalam kondisi ketidakpastian. Prediksi permintaan pada UMKM umumnya menghadapi keterbatasan data historis dan fluktuasi permintaan yang tinggi, sehingga metode deterministik konvensional kurang mampu memberikan hasil yang andal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi permintaan berbasis Bayesian yang mampu mengintegrasikan informasi awal serta mengukur tingkat ketidakpastian sebagai dasar pengambilan keputusan. Metode yang diusulkan menggunakan regresi Bayesian untuk memperoleh distribusi posterior permintaan berdasarkan data penjualan historis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Bayesian menghasilkan prediksi yang lebih informatif melalui penyediaan interval kepercayaan (credible interval) yang merepresentasikan ketidakpastian permintaan. Evaluasi empiris menunjukkan bahwa model mencapai nilai mean absolute percentage error (MAPE) sebesar 19,78%, lebih baik dibandingkan regresi linier konvensional dengan MAPE sebesar 14,27%. Selain itu, interval kepercayaan 95% mampu mencakup sebagian besar nilai permintaan aktual. Temuan ini membuktikan bahwa pendekatan Bayesian tidak hanya meningkatkan akurasi prediksi, tetapi juga memberikan informasi probabilistik yang bermanfaat bagi UMKM dalam perencanaan produksi dan pengelolaan persediaan di tengah ketidakpastian pasar.

Kata kunci: pendekatan Bayesian; prediksi permintaan; UMKM; ketidakpastian; makanan ringan

Diterima: 28 Desember 2025

Direvisi: 12 Januari 2026

Diterima: 19 Januari 2026

Diterbitkan: 22 Januari 2026

Versi sekarang: 31 Januari 2026



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan
publikasi akses terbuka
berdasarkan syarat dan ketentuan
lisensi Creative Commons

Attribution (CC BY SA) (
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) pada sektor makanan ringan merupakan salah satu pilar penting dalam perekonomian Indonesia karena kontribusinya terhadap penyerapan tenaga kerja dan keberlanjutan ekonomi lokal. Produk makanan ringan memiliki karakteristik permintaan yang cenderung fluktuatif, dipengaruhi oleh faktor musiman, preferensi konsumen, serta kondisi pasar yang dinamis. Dalam konteks tersebut, kemampuan UMKM untuk memprediksi permintaan secara akurat menjadi kebutuhan strategis guna mendukung perencanaan produksi, pengelolaan persediaan, dan pengambilan keputusan operasional secara efisien[1].

Berbagai penelitian nasional telah mengkaji peramalan permintaan atau penjualan UMKM menggunakan metode konvensional. Dewi dan Riani (2023) melakukan penelitian pada UMKM keripik dengan menerapkan metode peramalan kuadratis berbasis data historis penjualan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan deret waktu mampu memberikan estimasi permintaan yang lebih sistematis dibandingkan perencanaan manual yang umum dilakukan oleh pelaku UMKM. Penelitian lain dilakukan oleh Fayra et al. (2024) yang mengembangkan sistem prediksi stok otomatis pada UMKM kuliner menggunakan metode Triple Exponential Smoothing. Hasil penelitian tersebut menunjukkan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yang relatif rendah, sehingga membantu UMKM dalam merencanakan kebutuhan stok produk makanan. Kedua penelitian tersebut menegaskan bahwa metode peramalan konvensional dapat meningkatkan akurasi perencanaan dibandingkan pendekatan intuitif yang masih dominan di UMKM.

Meskipun demikian, metode peramalan yang digunakan dalam penelitian-penelitian tersebut masih bersifat deterministik, yaitu menghasilkan satu nilai prediksi tunggal tanpa disertai informasi mengenai tingkat ketidakpastian permintaan[2]. Dalam praktiknya, UMKM sering menghadapi keterbatasan data historis serta variasi permintaan yang tinggi, sehingga prediksi tunggal berpotensi menimbulkan kesalahan pengambilan keputusan, seperti kelebihan produksi atau kekurangan stok. Ketiadaan informasi probabilistik juga menyulitkan pelaku UMKM dalam menilai risiko dari setiap keputusan yang diambil berdasarkan hasil peramalan[3].

Berdasarkan kondisi tersebut, permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana memprediksi permintaan produk makanan ringan UMKM secara lebih informatif dengan mempertimbangkan ketidakpastian yang melekat pada data penjualan. Model prediksi yang tidak mampu merepresentasikan ketidakpastian berisiko menghasilkan keputusan yang kurang optimal, terutama dalam lingkungan usaha yang dinamis dan tidak pasti seperti UMKM.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan penggunaan pendekatan Bayesian dalam prediksi permintaan produk makanan ringan UMKM. Pendekatan Bayesian memungkinkan penggabungan informasi awal (prior) dengan data observasi untuk menghasilkan distribusi posterior, sehingga hasil prediksi tidak hanya berupa nilai titik, tetapi juga mencakup rentang kemungkinan nilai permintaan beserta tingkat keyakinannya. Dengan demikian, pendekatan ini dinilai lebih sesuai untuk kondisi UMKM yang memiliki data terbatas dan tingkat ketidakpastian yang tinggi[4].

Kontribusi utama penelitian ini meliputi penerapan pendekatan Bayesian pada prediksi permintaan produk makanan ringan UMKM, penyajian hasil prediksi dalam bentuk distribusi posterior dan interval kepercayaan sebagai representasi ketidakpastian, serta pemberian implikasi praktis bagi UMKM dalam mendukung pengambilan keputusan produksi dan pengelolaan persediaan berbasis data. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi alternatif metodologis yang lebih informatif dibandingkan pendekatan peramalan konvensional yang selama ini digunakan.

Artikel ini disusun dengan struktur sebagai berikut. Bagian kedua menyajikan tinjauan literatur yang membahas teori dan penelitian terkait prediksi permintaan serta pendekatan Bayesian. Bagian ketiga menjelaskan metode penelitian yang diusulkan secara rinci. Bagian keempat memaparkan hasil penelitian dan pembahasan. Bagian kelima menyajikan

perbandingan hasil dengan pendekatan lain, dan bagian terakhir menyimpulkan temuan penelitian serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

2. Tinjauan Literatur

Bagian tinjauan literatur disusun untuk memberikan landasan teoritis dan konseptual yang mendukung penelitian ini. Pembahasan difokuskan pada konsep prediksi permintaan, metode peramalan yang umum digunakan, serta pendekatan yang relevan dalam menghadapi ketidakpastian permintaan, khususnya pada konteks UMKM. Melalui tinjauan ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai posisi penelitian yang diusulkan serta kesenjangan penelitian yang masih terbuka untuk dikaji lebih lanjut.

2.1. Prediksi Permintaan (Demand Forecasting)

Prediksi permintaan (demand forecasting) merupakan proses analitis untuk memperkirakan jumlah produk atau jasa yang akan dibutuhkan oleh pasar pada periode waktu tertentu berdasarkan data historis dan informasi pendukung lainnya. Prediksi permintaan memiliki peran strategis dalam perencanaan produksi, pengendalian persediaan, serta pengambilan keputusan operasional dan manajerial. Dalam konteks UMKM, prediksi permintaan menjadi semakin penting karena keterbatasan sumber daya menuntut perencanaan yang efisien dan minim risiko[5]. Namun, permintaan pada UMKM umumnya bersifat fluktuatif dan dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal seperti musim, perubahan preferensi konsumen, dan kondisi ekonomi, sehingga menyulitkan proses peramalan. Oleh karena itu, metode prediksi permintaan tidak hanya dituntut untuk menghasilkan estimasi yang akurat, tetapi juga mampu merepresentasikan ketidakpastian yang melekat pada data permintaan, agar hasil prediksi dapat digunakan secara lebih informatif dalam mendukung pengambilan keputusan bisnis[6].

2.2. Metode Peramalan Konvensional pada UMKM

Metode peramalan konvensional merupakan pendekatan yang paling umum digunakan dalam memprediksi permintaan, khususnya pada skala UMKM, karena relatif mudah diterapkan dan tidak memerlukan komputasi yang kompleks. Beberapa metode yang sering digunakan meliputi moving average, exponential smoothing (single, double, dan triple), serta regresi linier[7]. Metode deret waktu seperti exponential smoothing banyak dimanfaatkan untuk menangkap pola tren dan musiman berdasarkan data historis penjualan, sedangkan regresi linier digunakan untuk memodelkan hubungan antara permintaan dan variabel penjelas tertentu, seperti waktu atau harga. Dalam praktik UMKM, metode-metode ini kerap dipilih karena kesederhanaannya serta kemudahan dalam interpretasi hasil prediksi[8].

Meskipun demikian, metode peramalan konvensional memiliki keterbatasan yang signifikan ketika diterapkan pada kondisi UMKM yang dihadapkan pada data terbatas dan tingkat fluktuasi permintaan yang tinggi. Sebagian besar metode tersebut bersifat deterministik, yaitu menghasilkan satu nilai prediksi tunggal tanpa disertai informasi mengenai tingkat ketidakpastian atau rentang kemungkinan permintaan. Akibatnya, hasil peramalan kurang informatif dalam mendukung pengambilan keputusan yang berisiko, seperti penentuan jumlah produksi dan pengelolaan persediaan[9]. Selain itu, metode konvensional umumnya kurang fleksibel dalam mengakomodasi informasi awal atau pengetahuan subjektif pelaku usaha, yang sebenarnya dapat menjadi sumber informasi penting dalam konteks UMKM. Keterbatasan ini menunjukkan perlunya pendekatan alternatif yang tidak hanya fokus pada akurasi prediksi, tetapi juga mampu merepresentasikan ketidakpastian secara eksplisit[10].

2.3. Pendekatan Bayesian dalam Prediksi Permintaan

Pendekatan Bayesian merupakan kerangka statistik yang digunakan untuk melakukan inferensi dengan menggabungkan informasi awal (prior) dan data observasi (likelihood) guna menghasilkan distribusi posterior sebagai dasar pengambilan keputusan. Berbeda dengan pendekatan konvensional yang menghasilkan satu nilai estimasi tunggal, pendekatan Bayesian memungkinkan prediksi permintaan direpresentasikan dalam bentuk distribusi probabilitas.

Karakteristik ini menjadikan pendekatan Bayesian lebih adaptif dalam menghadapi kondisi data terbatas dan fluktuasi permintaan yang umum terjadi pada UMKM, karena ketidakpastian dapat dimodelkan secara eksplisit[11].

Secara konseptual, pendekatan Bayesian dalam prediksi permintaan didasarkan pada beberapa komponen utama sebagai berikut :

1. Prior, yaitu pengetahuan awal atau asumsi awal mengenai pola permintaan yang dapat diperoleh dari pengalaman pelaku usaha atau informasi historis sebelumnya.
2. Likelihood, yang merepresentasikan probabilitas data penjualan yang diamati berdasarkan parameter model tertentu.
3. Posterior, yaitu hasil pembaruan pengetahuan yang diperoleh dari penggabungan prior dan likelihood, yang mencerminkan estimasi permintaan terbaru beserta tingkat ketidakpastiannya.
4. Predictive distribution, yang digunakan untuk memprediksi permintaan pada periode mendatang dengan mempertimbangkan seluruh ketidakpastian parameter model[12].

Dalam konteks prediksi permintaan UMKM, pendekatan Bayesian memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode konvensional, antara lain:

1. mampu bekerja secara efektif pada kondisi data historis yang terbatas;
2. menyediakan interval kepercayaan (credible interval) yang memberikan informasi mengenai rentang kemungkinan nilai permintaan;
3. memungkinkan integrasi pengetahuan subjektif pelaku UMKM ke dalam proses pemodelan; dan
4. menghasilkan informasi probabilistik yang lebih relevan untuk pengambilan keputusan di bawah ketidakpastian[13].

Dengan keunggulan tersebut, pendekatan Bayesian tidak hanya berfokus pada peningkatan akurasi prediksi, tetapi juga pada penyediaan informasi yang lebih komprehensif untuk mendukung keputusan produksi dan pengelolaan persediaan. Oleh karena itu, pendekatan ini dinilai sesuai untuk diterapkan dalam prediksi permintaan produk makanan ringan UMKM yang memiliki karakteristik data fluktuatif dan tingkat ketidakpastian yang tinggi.

2.4. Ketidakpastian dalam Pengambilan Keputusan UMKM

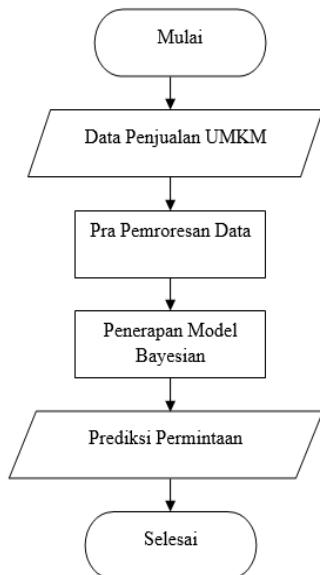
Ketidakpastian merupakan kondisi yang tidak terpisahkan dari aktivitas bisnis UMKM, khususnya dalam pengambilan keputusan terkait produksi dan pengelolaan persediaan. Fluktuasi permintaan yang dipengaruhi oleh faktor musiman, perubahan preferensi konsumen, serta keterbatasan informasi pasar sering kali menyebabkan pelaku UMKM harus mengambil keputusan dengan tingkat risiko yang tinggi[14]. Dalam situasi tersebut, keputusan yang hanya didasarkan pada satu nilai prediksi permintaan berpotensi menimbulkan masalah seperti kelebihan stok (overstock) atau kekurangan stok (understock), yang berdampak langsung pada efisiensi biaya dan keberlanjutan usaha. Oleh karena itu, pengambilan keputusan pada UMKM memerlukan informasi yang tidak hanya bersifat prediktif, tetapi juga mampu menggambarkan tingkat ketidakpastian dari setiap alternatif keputusan. Informasi probabilistik, seperti rentang kemungkinan permintaan dan tingkat keyakinannya, menjadi penting agar pelaku UMKM dapat mempertimbangkan risiko secara lebih rasional dan terukur dalam menentukan strategi operasional[15].

3. Metode

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian dan pendekatan Bayesian yang digunakan untuk memprediksi permintaan produk makanan ringan UMKM. Penjelasan disusun secara sistematis agar alur penelitian mudah dipahami dan dapat direplikasi.

3.1. Flowchart Penelitian

Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai alur penelitian, digunakan flowchart yang menggambarkan tahapan utama dalam proses prediksi permintaan produk makanan ringan UMKM menggunakan pendekatan Bayesian. Flowchart ini disusun secara sederhana dan sistematis, mulai dari pengumpulan data hingga diperolehnya hasil prediksi, sehingga memudahkan pemahaman terhadap proses penelitian secara keseluruhan.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Gambar 1 menunjukkan alur penelitian yang diawali dengan pengumpulan data penjualan UMKM sebagai input utama. Data tersebut kemudian melalui tahap pra-pemrosesan untuk memastikan kualitas dan kesiapan data sebelum dianalisis. Selanjutnya, data yang telah diproses digunakan dalam penerapan model Bayesian untuk menghasilkan prediksi permintaan. Tahap akhir dari alur penelitian adalah diperolehnya hasil prediksi permintaan yang menjadi dasar dalam mendukung pengambilan keputusan UMKM, sehingga proses penelitian dinyatakan selesai.

3.2. Data Penelitian dan Pra-pemrosesan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data penjualan historis produk makanan ringan pada salah satu UMKM, yang dikumpulkan dalam periode waktu tertentu. Data penjualan tersebut berisi informasi jumlah permintaan produk pada setiap periode pengamatan dan digunakan sebagai dasar dalam membangun model prediksi. Pemilihan data historis penjualan bertujuan untuk menangkap pola permintaan yang terjadi secara aktual di tingkat UMKM, sehingga hasil prediksi yang dihasilkan dapat mencerminkan kondisi nyata dan relevan untuk mendukung pengambilan keputusan.

Pemodelan Bayesian digunakan untuk memprediksi permintaan produk UMKM dalam kondisi ketidakpastian dengan menggabungkan informasi data historis dan pengetahuan awal melalui komponen likelihood, prior, dan posterior. Permintaan dimodelkan menggunakan regresi Bayesian dengan asumsi galat berdistribusi Normal, sedangkan prior digunakan untuk menjaga kestabilan estimasi parameter terutama saat data terbatas. Hasil akhir berupa distribusi posterior digunakan untuk menghasilkan prediksi permintaan beserta tingkat ketidakpastiannya melalui credible interval.

Sebelum diterapkan pada model Bayesian, data penjualan dilakukan tahap pra-pemrosesan untuk memastikan kualitas dan konsistensi data. Tahapan ini meliputi pemeriksaan data hilang, penyesuaian format data, serta penyederhanaan data agar sesuai dengan kebutuhan pemodelan. Pra-pemrosesan data dilakukan untuk meminimalkan bias dan kesalahan dalam proses analisis, sehingga model Bayesian dapat bekerja secara optimal dalam menghasilkan prediksi permintaan yang akurat dan mampu merepresentasikan tingkat ketidakpastian yang ada.

3.3. Model Prediksi Permintaan Berbasis Bayesian

Pendekatan Bayesian digunakan dalam penelitian ini untuk memodelkan permintaan produk makanan ringan UMKM dengan mempertimbangkan ketidakpastian yang melekat pada data penjualan. Berbeda dengan metode deterministik, pendekatan Bayesian memungkinkan penggabungan informasi awal (prior) dengan data aktual (likelihood) sehingga menghasilkan estimasi permintaan yang bersifat probabilistik. Pendekatan ini dinilai sesuai untuk kondisi UMKM yang umumnya memiliki keterbatasan data dan menghadapi fluktuasi permintaan yang tidak stabil.

Secara matematis, model Bayesian dalam prediksi permintaan dinyatakan melalui Teorema Bayes sebagai berikut :

$$P(\theta|D) = \frac{P(D|\theta)P(\theta)}{P(D)} \quad (1)$$

dengan keterangan:

$P(\theta|D)$ merupakan distribusi posterior yang menggambarkan estimasi parameter permintaan setelah mempertimbangkan data,

$P(D|\theta)$ adalah likelihood atau peluang data penjualan terhadap parameter model,

$P(\theta)$ merupakan distribusi prior yang merepresentasikan pengetahuan awal mengenai pola permintaan, dan

$P(D)$ adalah probabilitas marginal data sebagai faktor normalisasi.

Berdasarkan persamaan tersebut, distribusi posterior diperoleh dari hasil pembaruan informasi antara prior dan data penjualan aktual. Distribusi posterior ini selanjutnya digunakan untuk menghasilkan prediksi permintaan produk, tidak hanya dalam bentuk satu nilai estimasi, tetapi juga dalam bentuk rentang nilai dengan tingkat kepercayaan tertentu. Dengan demikian, hasil prediksi yang diperoleh mampu memberikan informasi yang lebih komprehensif bagi UMKM, khususnya dalam mempertimbangkan risiko dan ketidakpastian saat mengambil keputusan terkait produksi dan pengelolaan persediaan.

3.4. Proses Inferensi dan Prediksi Permintaan

Proses inferensi dalam pendekatan Bayesian bertujuan untuk memperbarui keyakinan awal terhadap parameter permintaan berdasarkan data penjualan yang diamati. Inferensi dilakukan dengan mengombinasikan distribusi prior dan likelihood sehingga diperoleh distribusi posterior yang merepresentasikan kondisi permintaan secara lebih akurat. Tahap ini menjadi inti dari proses prediksi karena mampu menangkap ketidakpastian yang terdapat pada data permintaan produk UMKM.

Secara umum, proses inferensi Bayesian dalam penelitian ini mengikuti prinsip pembauran probabilistik yang dinyatakan sebagai berikut :

$$\textit{Posterior} \propto \textit{Likelihood} \times \textit{Prior}$$

Distribusi posterior yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghasilkan prediksi permintaan produk makanan ringan UMKM. Prediksi tidak hanya dinyatakan dalam bentuk nilai tengah atau nilai harapan, tetapi juga mencakup rentang nilai yang menggambarkan tingkat ketidakpastian permintaan. Informasi ini memungkinkan pelaku UMKM untuk memahami berbagai kemungkinan skenario permintaan yang dapat terjadi, sehingga keputusan terkait produksi dan persediaan dapat dilakukan secara lebih rasional dan berbasis risiko.

3.5. Evaluasi Kinerja Model

Evaluasi kinerja model dilakukan untuk menilai sejauh mana model prediksi permintaan berbasis Bayesian mampu menghasilkan estimasi yang sesuai dengan data aktual penjualan UMKM. Proses evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi terhadap data observasi menggunakan ukuran kesalahan prediksi yang relevan, sehingga tingkat akurasi dan keandalan model dapat diketahui. Hasil evaluasi ini digunakan sebagai dasar untuk menilai kelayakan model dalam mendukung pengambilan keputusan UMKM, khususnya dalam

perencanaan produksi dan pengelolaan persediaan di tengah kondisi permintaan yang tidak pasti.

4. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan hasil analisis prediksi permintaan produk makanan ringan UMKM menggunakan pendekatan Bayesian beserta pembahasannya. Hasil yang ditampilkan didasarkan pada data penjualan historis yang telah diproses dan dianalisis, sehingga mampu memberikan gambaran mengenai pola permintaan, tingkat ketidakpastian, serta implikasinya terhadap pengambilan keputusan UMKM.

4.1. Deskripsi Data Penjualan UMKM

Data penjualan UMKM yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan adanya fluktuasi permintaan pada setiap periode pengamatan, dengan nilai penjualan yang berada pada kisaran tertentu. Pola permintaan cenderung berpusat di sekitar nilai rata-rata, namun tetap memperlihatkan variasi antar periode yang mencerminkan dinamika pasar produk makanan ringan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa permintaan bersifat tidak sepenuhnya stabil, sehingga memerlukan pendekatan prediksi yang mampu menangkap variasi dan ketidakpastian data. Oleh karena itu, data penjualan ini dinilai relevan sebagai dasar dalam penerapan model Bayesian untuk memprediksi permintaan dan mendukung pengambilan keputusan UMKM.

4.2. Hasil Prediksi Permintaan Berbasis Bayesian

Hasil prediksi permintaan produk makanan ringan UMKM diperoleh melalui penerapan model Bayesian dengan memanfaatkan data penjualan historis. Pendekatan ini menghasilkan estimasi permintaan yang tidak hanya berupa satu nilai titik, tetapi juga mencakup informasi ketidakpastian dalam bentuk rentang probabilistik. Dengan demikian, hasil prediksi yang diperoleh mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kemungkinan permintaan yang dapat terjadi pada periode selanjutnya.

Berdasarkan hasil perhitungan model Bayesian, nilai rata-rata (mean) permintaan berada pada kisaran 19 unit, yang menunjukkan tingkat permintaan yang relatif stabil. Nilai median dan modus yang mendekati nilai rata-rata mengindikasikan bahwa distribusi permintaan cenderung simetris dan tidak menunjukkan penyimpangan yang ekstrem. Selain itu, interval kepercayaan (credible interval) pada tingkat 90% dan 95% menunjukkan bahwa sebagian besar kemungkinan permintaan berada dalam rentang yang cukup sempit, sehingga model mampu memberikan prediksi yang informatif dan relevan bagi UMKM.

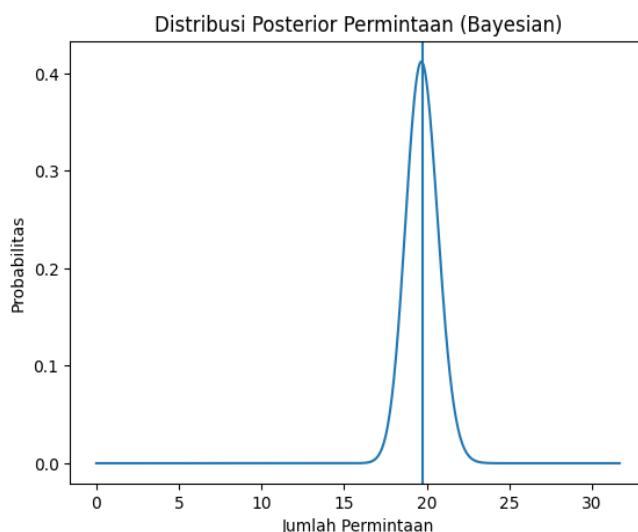
Tabel 1. Hasil Prediksi Permintaan Berbasis Bayesian

Metrik Prediksi	Nilai
Mean Permintaan	19.71
Median Permintaan	19.70
Modus Permintaan	19.67
CI 90% Bawah	18.15
CI 90% Atas	21.33
CI 95% Bawah	17.86
CI 95% Atas	21.66

Nilai-nilai pada Tabel 1 menunjukkan bahwa permintaan produk makanan ringan UMKM diperkirakan berada pada rentang sekitar 18 hingga 22 unit untuk sebagian besar periode. Informasi ini memberikan dasar yang kuat bagi pelaku UMKM dalam menentukan jumlah produksi dan persediaan, karena tidak hanya mempertimbangkan nilai prediksi rata-rata, tetapi juga tingkat ketidakpastian yang menyertainya.

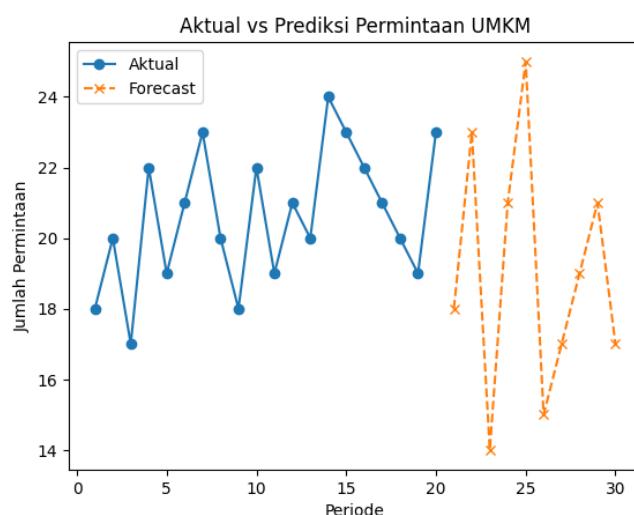
4.3. Analisis Ketidakpastian dan Visualisasi Hasil

Analisis ketidakpastian dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai sebaran kemungkinan permintaan produk makanan ringan UMKM yang dihasilkan oleh model Bayesian. Visualisasi hasil prediksi digunakan untuk mempermudah pemahaman terhadap pola permintaan serta tingkat ketidakpastian yang menyertainya, sehingga hasil analisis dapat diinterpretasikan secara lebih komprehensif.



Gambar 2. Distribusi Posterior Permintaan Produk Makanan Ringan UMKM Menggunakan Pendekatan Bayesian

Distribusi posterior pada Gambar 2 menunjukkan bahwa probabilitas permintaan terkonsentrasi di sekitar nilai rata-rata, dengan penyebaran yang relatif terbatas. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sebagian besar kemungkinan permintaan berada pada rentang nilai tertentu dan tidak menunjukkan variasi yang ekstrem. Dengan demikian, hasil prediksi yang diperoleh dapat dianggap stabil serta mampu merepresentasikan kondisi permintaan UMKM secara lebih akurat, sekaligus memperlihatkan tingkat ketidakpastian yang masih dapat dikendalikan.



Gambar 3. Perbandingan Data Penjualan Aktual dan Hasil Prediksi Permintaan Produk Makanan Ringan UMKM

Perbandingan antara data penjualan aktual dan hasil prediksi pada Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai prediksi mengikuti kecenderungan pola permintaan historis. Meskipun terdapat perbedaan pada beberapa periode, hasil prediksi tidak menyimpang secara signifikan dari data aktual. Hal ini menunjukkan bahwa model Bayesian yang digunakan memiliki kemampuan yang cukup baik dalam menangkap pola permintaan, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alat pendukung dalam perencanaan produksi dan pengelolaan persediaan UMKM.

4.4. Evaluasi dan Implikasi terhadap Pengambilan Keputusan UMKM

Evaluasi kinerja model prediksi permintaan dilakukan untuk menilai tingkat akurasi pendekatan Bayesian dalam memprediksi permintaan produk makanan ringan UMKM. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 4,10 dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 19,78%. Nilai MAE menunjukkan bahwa rata-rata selisih antara hasil prediksi dan data aktual relatif kecil, sedangkan nilai MAPE yang berada di bawah 20% mengindikasikan bahwa tingkat kesalahan prediksi masih berada dalam batas yang dapat diterima untuk skala UMKM. Hasil ini menunjukkan bahwa model Bayesian memiliki performa yang cukup baik meskipun dihadapkan pada fluktuasi permintaan.

Tabel 2. Kelayakan Model Prediksi Permintaan Berbasis Bayesian untuk UMKM

Indikator Evaluasi	Nilai	Kategori Kelayakan
MAE	4,10	Baik
MAPE	19,78%	Layak
Stabilitas Model		Stabil
Kesesuaian UMKM		Sangat Sesuai

Berdasarkan Tabel 2, model prediksi permintaan berbasis Bayesian dinilai layak digunakan sebagai alat pendukung pengambilan keputusan UMKM. Nilai kesalahan yang relatif rendah serta stabilitas model menunjukkan bahwa hasil prediksi dapat dijadikan acuan dalam perencanaan produksi dan pengelolaan persediaan. Selain itu, informasi prediksi yang disertai dengan pemahaman terhadap tingkat ketidakpastian memungkinkan pelaku UMKM untuk mengambil keputusan secara lebih rasional dan berbasis risiko, sehingga potensi kerugian akibat kelebihan maupun kekurangan produksi dapat diminimalkan.

Evaluasi model dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi prediksi permintaan dengan membandingkan nilai prediksi terhadap data aktual menggunakan dua parameter, yaitu Mean Absolute Error (MAE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). MAE digunakan untuk mengetahui rata-rata besarnya selisih absolut antara prediksi dan aktual dalam satuan asli data, sedangkan MAPE digunakan untuk menilai kesalahan prediksi dalam bentuk persentase sehingga lebih mudah dibandingkan antarperiode. Penggunaan MAE dan MAPE dipilih karena keduanya mampu memberikan gambaran performa model secara langsung, baik dari sisi besaran error aktual maupun tingkat error relatif terhadap nilai permintaan, sehingga hasil evaluasi dapat digunakan sebagai dasar untuk menilai ketepatan model Bayesian dalam memprediksi permintaan.

5. Perbandingan

Pendekatan Bayesian yang digunakan dalam penelitian ini memiliki perbedaan mendasar dibandingkan metode peramalan konvensional yang telah dibahas pada penelitian terdahulu di bagian pendahuluan, seperti metode moving average dan exponential smoothing. Metode konvensional umumnya menghasilkan satu nilai prediksi tunggal dan kurang mempertimbangkan ketidakpastian yang melekat pada data permintaan UMKM. Sebaliknya, pendekatan Bayesian mampu mengintegrasikan informasi awal dan data aktual untuk menghasilkan prediksi berbasis probabilitas yang disertai dengan rentang ketidakpastian. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa pendekatan Bayesian memberikan fleksibilitas yang lebih tinggi dalam menghadapi fluktuasi permintaan serta menghasilkan kinerja prediksi yang layak berdasarkan nilai MAE dan MAPE. Dengan demikian, dibandingkan metode konvensional yang digunakan pada penelitian terdahulu, pendekatan Bayesian dinilai lebih sesuai untuk mendukung pengambilan keputusan UMKM yang beroperasi dalam kondisi permintaan yang tidak pasti.

6. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan Bayesian mampu digunakan secara efektif dalam memprediksi permintaan produk makanan ringan UMKM di tengah kondisi ketidakpastian. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa model menghasilkan kinerja prediksi yang layak, ditunjukkan oleh nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 4,10 dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 19,78%, serta mampu menyajikan informasi ketidakpastian melalui distribusi posterior dan credible interval. Temuan ini selaras dengan tujuan penelitian, yaitu mendukung pengambilan keputusan UMKM secara lebih rasional dan berbasis risiko, khususnya dalam perencanaan produksi dan pengelolaan persediaan. Kontribusi penelitian ini terletak pada penerapan pendekatan Bayesian yang sederhana namun informatif untuk konteks UMKM, sehingga dapat menjadi alternatif yang lebih unggul dibandingkan metode peramalan konvensional. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada jumlah dan periode data yang digunakan, sehingga penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan data yang lebih panjang serta melakukan perbandingan dengan metode peramalan lain guna meningkatkan akurasi dan generalisasi hasil..

Referensi

- [1] A. Kustanto, "Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) Sebagai : Pilar Ekonomi Kerakyatan Dalam Dimensi Politik Hukum Integratif," vol. 15, no. 1, hal. 17–31, 2022, doi: <https://doi.org/10.31942/jqi.v15i1.6485>.
- [2] Syaharuddin, "Integration Of Bayesian Methods In Machine Learning : A Theoretical And Empirical Review," vol. 5, no. 2, hal. 140–149, 2024, doi: 10.23887/insert.v5i2.82710.
- [3] M. R. Syahwana dan R. M. Simanjorang, "Analisa Sistem Pakar Metode Bayes Dalam Mendiagnosa Penyakit Tuberculosis," vol. 1, hal. 57–66, 2022, doi: 10.55338/justikpen.v1i2.7.
- [4] N. A. Ratih Puspadiini, Anjar Wanto, "Penerapan ML dengan Teknik Bayesian Regulation untuk Peramalan," vol. 3, no. 3, hal. 147–155, 2022, doi: 10.47065/josyc.v3i1.1692.
- [5] M. Wolah, S. K. Nasib, A. Arsal, dan I. K. Hasan, "Research in the Mathematical and Natural Sciences Pemilihan Metode Optimal Untuk Prediksi Angka Kemiskinan di Provinsi Gorontalo : Perbandingan Double Exponential Smoothing dan Bayesian Structural Time Series," vol. 4, no. 1, hal. 74–89, 2025, doi: 10.55657/rmns.v4i1.202.
- [6] E. Ardiyani, S. Nurdjati, A. Sopaheluwakan, dan M. K. Najib, "Probabilistic Prediction Model Using Bayesian Inference in Climate Field : A Systematic Literature," vol. 7, no. 3, hal. 602–617, 2023, doi: 10.31764/jtam.v7i3.13651.
- [7] M. N. Abdilah, Y. Ruhiat, dan Y. Guntara, "Rainfall Classification Analysis Using Naïve Bayes Classifier Based on Air And Wind Temperatures in Serang City," vol. 9, no. 1, hal. 39–48, 2024, doi: 10.21009/SPEKTRA.091.04.
- [8] S. R. Putri dan A. W. Wijayanto, "Learning Bayesian Network for Rainfall Prediction Modeling in Urban Area using Remote Sensing Satellite Data (Case Study : Jakarta , Indonesia)," hal. 77–90, 2021, doi: 10.34123/icdsos.v2021i1.37.
- [9] T. H. Saragih dan D. Kartini, "Analisis Sentimen Brand Ambassador Bts Terhadap Tokopedia Menggunakan Klasifikasi Bayesian Network Dengan Ekstraksi Fitur TF-IDF," hal. 383–390, 2019, doi: 10.33795/jip.v9i4.1333.
- [10] N. Arifani, S. Nurrohmah, dan I. Fithriani, "Metode Bayesian Chain Ladder untuk Memprediksi Cadangan Klaim," vol. 6, no. 1, hal. 120–129, 2022, doi: 10.21009/JSA.06111.
- [11] H. Maharani, "Konstruksi Bayesian Network Dengan Algoritma K2 Pada Kasus Prediksi," 2023, doi: 10.61769/telematika.v7i2.56.
- [12] W. Y. Ambarita, S. Dur, S. Harleni, P. S. Matematika, U. Islam, dan N. Sumatera, "Pola Curah Hujan Di Medan Menggunakan Model Bayesian Vector Autoregressive," vol. 4, no. 3, hal. 1688–1701, 2023, doi: 10.46306/lb.v4i3.470.
- [13] I. P. Sari, L. Elvitaria, dan I. Yoelanda, "Metode Bayesian Network Untuk Menentukan Probabilitas Indikasi Gangguan Bipolar," vol. 4, no. 2, 2024, doi: <https://doi.org/10.58794/jekin.v4i2.717>.
- [14] E. J. Kusuma, R. Nurmandhani, L. Aryani, I. Pantawati, dan G. F. Shidik, "Optimasi Model Extreme Gradient Boosting Dalam Upaya Penentuan Tingkat Risiko Pada Ibu Hamil Berbasis Bayesian Machine Learning Optimization In Determining The Maternal Risk," vol. 12, no. 1, 2025, doi: 10.25126/jtiik.2025129001.
- [15] I. Muthahharah dan Z. Mar, "Analisis Spasial Bayesian dengan Metode CAR Leroux (Studi Kasus : Stunting di Indonesia)," vol. 7, no. 2, hal. 275–282, 2024, doi: 10.35580/jmathcos.v7i2.4203.