

ANALISIS RESIKO USAHA MIKRO BERBASIS TEOREMA BAYES : STRATEGI PROBABILISTIK DALAM MEMPERBARUI INFORMASI DAN MENGOPTIMALKAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN

Amelia Putri¹, Ardicha Appu Sianturi², Enjelita Simangunsong³, Fachriz Effendy K⁴,
Rusmawanty Napitupulu⁵

Universitas Negeri Medan, Indonesia
Email : ameliaputri255562@gmail.com

ABSTRAK

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan pilar fundamental bagi perekonomian Indonesia, namun operasionalnya sarat dengan ketidakpastian dan risiko yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memodelkan faktor-faktor penentu keberhasilan UMKM melalui pendekatan probabilistik modern yang mampu mengkuantifikasi ketidakpastian secara eksplisit. Dengan mengaplikasikan metode Regresi Logistik Bayesian, penelitian ini mengidentifikasi pengaruh dari tiga kategori variabel—internal (demografi pemilik), manajerial (operasional usaha), dan eksternal (lingkungan pendukung)—terhadap probabilitas keberhasilan usaha. Analisis dilakukan pada dataset simulasi yang mencakup 12 variabel prediktor dengan estimasi parameter dilakukan melalui simulasi *Markov Chain Monte Carlo* (MCMC). Hasil analisis posterior menunjukkan secara konklusif bahwa faktor manajerial, khususnya variabel seperti modal awal, pencatatan keuangan yang disiplin, dan perencanaan bisnis yang terstruktur, memiliki pengaruh positif yang paling dominan dan signifikan secara statistik. Sebaliknya, faktor internal demografis dan sebagian besar faktor eksternal tidak menunjukkan pengaruh yang kuat dalam data yang dianalisis. Temuan ini menegaskan bahwa peningkatan kapasitas manajerial internal adalah kunci utama untuk meningkatkan peluang keberhasilan UMKM. Penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi metodologis dalam penerapan analisis Bayesian pada studi UMKM, tetapi juga menawarkan implikasi praktis yang kuat bagi pembuat kebijakan dan pelaku usaha untuk memfokuskan program intervensi pada penguatan literasi keuangan dan perencanaan strategis.

Kata kunci: UMKM, Regresi Logistik Bayesian, Analisis Risiko, Faktor Keberhasilan, Teorema Bayes

Article History

Received: Oktober 2025
Reviewed: Oktober 2025
Published: Oktober 2025

Plagirism Checker No 223
DOI : Prefix DOI :
10.8734/Musyтари.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Musyтари



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan salah satu pilar utama perekonomian Indonesia. Berdasarkan data Kadin tahun 2023, jumlah UMKM mencapai 66 juta pelaku usaha dengan kontribusi sebesar 1,52% terhadap pertumbuhan, serta memberikan sumbangsih yang signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) nasional. Hal ini diperkuat oleh Rahmadanti et al. (2024) yang menyatakan bahwa “peran UMKM sangat penting dalam perekonomian negara... UMKM menjadi pusat yang berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi, penciptaan lapangan kerja, serta pemerataan pendapatan”. Dengan demikian, UMKM tidak hanya berperan sebagai penggerak ekonomi, tetapi juga menjadi instrumen penting dalam pemerataan kesejahteraan masyarakat.

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki peranan penting dalam perekonomian Indonesia. Selain menjadi penyerap tenaga kerja terbesar, UMKM juga berkontribusi dalam pemerataan pendapatan serta peningkatan kesejahteraan masyarakat. Namun, dalam perkembangannya, UMKM menghadapi berbagai risiko yang cukup besar, seperti fluktuasi harga bahan baku, ketidakpastian akses modal, keterbatasan inovasi produk, serta perubahan preferensi pasar. Risiko ini semakin kompleks pasca pandemi COVID-19, ketika dinamika ekonomi global dan perubahan teknologi mempercepat ketidakpastian dalam dunia usaha (Alshamrani & Khan, 2024).

Untuk menghadapi tantangan tersebut, dibutuhkan pendekatan analisis risiko yang bersifat adaptif, probabilistik, dan mampu memperbarui hasil analisis seiring munculnya data baru. Dalam konteks ini, Teorema Bayes dan metode Bayesian Network menawarkan solusi yang fleksibel. Pendekatan Bayesian memungkinkan pembaruan probabilitas terhadap risiko berdasarkan informasi terkini, sehingga hasil analisis menjadi lebih dinamis dan kontekstual (Zhou et al., 2024). Penelitian Zhou et al. (2024) menunjukkan bahwa Bayesian Network efektif dalam mengukur risiko modal intelektual di organisasi, sedangkan metode *machine learning* dan *neural network* juga telah dimanfaatkan dalam menilai risiko kredit mikro untuk memperkuat akurasi prediksi (Kumar et al., 2024; Wang et al., 2025).

Di kawasan Asia Tenggara, studi-studi empiris terkait manajemen risiko UKM menegaskan pentingnya faktor ekonomi dan karakteristik usaha dalam menentukan tingkat risiko. Penelitian di Malaysia misalnya menunjukkan bahwa risiko usaha kecil dipengaruhi oleh profitabilitas dan stabilitas pasar (Rahim et al., 2023). Selain itu, kajian bibliometrik terbaru mengungkapkan bahwa penelitian tentang manajemen risiko UMKM masih didominasi oleh perspektif tradisional dan belum banyak menggunakan pendekatan analisis berbasis data (Alshamrani & Khan, 2024). Di Indonesia, penelitian lokal juga menunjukkan pola yang serupa. Puspita et al. (2023) meneliti usaha ikan kering di Bengkulu dan menemukan risiko signifikan pada sisi input produksi dan fluktuasi harga jual, sementara Sari & Tanjung (2025) mengidentifikasi hubungan kuat antara manajemen risiko dan keberlanjutan usaha mikro di sektor ekonomi kreatif.

Selain pendekatan klasik, perkembangan metode kuantitatif seperti *Bayesian Structural Equation Modeling* (Bayesian SEM) juga semakin luas diterapkan dalam konteks UKM. Latupeirissa et al. (2023) menunjukkan bahwa pendekatan Bayesian dapat menangani keterbatasan data di wilayah pedesaan dan memberikan hasil estimasi yang lebih stabil dibanding metode konvensional. Sementara itu, Rahmawati (2023) menyoroti pentingnya digitalisasi dan *Artificial Intelligence* dalam mendukung manajemen risiko pada lembaga keuangan mikro syariah. Penelitian serupa oleh Alshamrani & Khan (2024) menegaskan bahwa kombinasi teknologi dan pendekatan probabilistik dapat meningkatkan resiliensi UMKM di tengah ketidakpastian ekonomi.

Lebih lanjut, Teorema Bayes memiliki relevansi tinggi dalam pengembangan usaha karena mampu memperbarui peluang risiko berdasarkan informasi baru. Dalam konteks UMKM, hal ini dapat diaplikasikan misalnya untuk memperkirakan peluang kerugian apabila terjadi penurunan omzet atau keterbatasan modal. Penelitian Rahmadanti et al. (2024) menunjukkan bahwa “jenis usaha makanan berkembang paling cepat, sedangkan jenis usaha kesehatan berkembang paling lambat... dengan nilai akurasi sebesar 72,78%”. Temuan ini menegaskan bahwa metode Naïve Bayes mampu memberikan gambaran tren pertumbuhan usaha dan membantu mendeteksi potensi risiko secara lebih dini.

Konsep probabilitas ini menjadi landasan bagi pengembangan metode klasifikasi berbasis statistik. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah Naïve Bayes Classifier, yaitu algoritma klasifikasi sederhana yang didasarkan pada teorema Bayes dengan asumsi independensi antar variabel prediktor. Penelitian dari hasil studi yang dilakukan oleh Hoeriah et al. (2024) menunjukkan bahwa algoritma Naïve Bayes dapat dimanfaatkan secara efektif dalam memprediksi kelayakan penerima bantuan sosial di Desa Cigayam. Dengan

mempertimbangkan faktor-faktor seperti jumlah anggota keluarga, tingkat penghasilan, dan kepemilikan usaha, metode ini mampu mencapai akurasi sebesar 90,10% serta nilai presisi dan recall sekitar 91,85%. Temuan ini sekali lagi memperkuat bukti bahwa pendekatan probabilistik memiliki kemampuan yang handal dalam menghasilkan prediksi yang akurat untuk mendukung pengambilan keputusan di sektor sosial maupun ekonomi masyarakat.

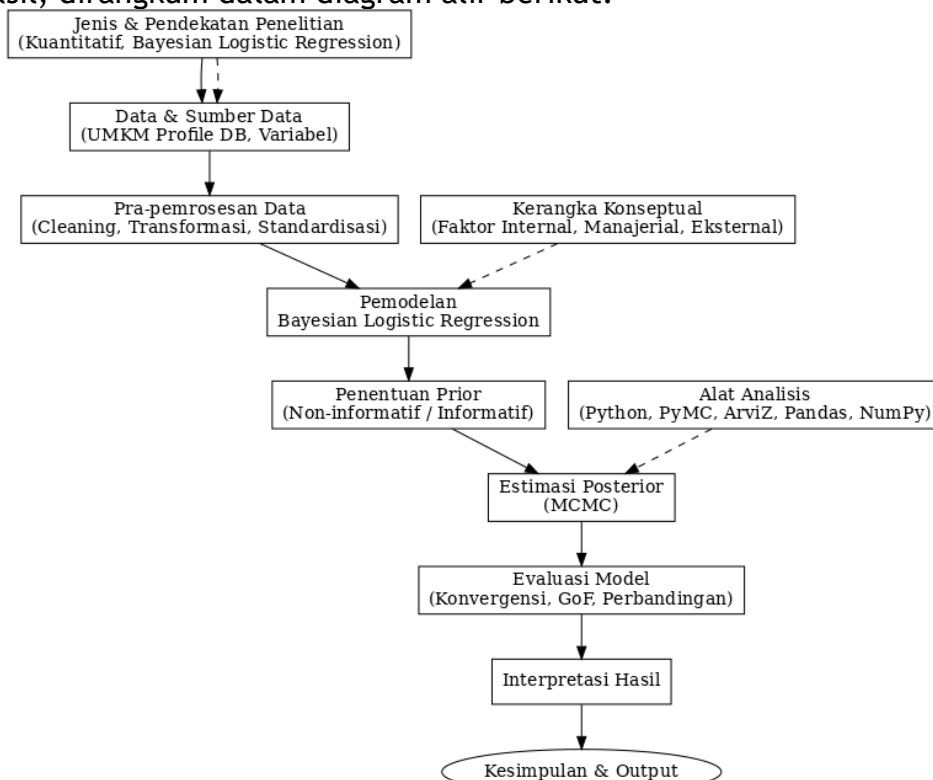
Berdasarkan temuan-temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai analisis risiko UMKM dengan pendekatan Bayesian masih relatif terbatas di Indonesia. Padahal, metode ini berpotensi besar membantu pelaku usaha mikro dalam memperkirakan risiko dan membuat keputusan berbasis probabilitas yang lebih akurat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk:

1. menerapkan Teorema Bayes dalam analisis risiko usaha mikro di Indonesia agar probabilitas risiko dapat diperbarui seiring munculnya informasi baru;
2. membandingkan efektivitas metode Bayesian dengan pendekatan lain seperti *logistic regression* dan *machine learning* dalam konteks usaha mikro;
3. memberikan rekomendasi berbasis data untuk memperkuat ketahanan UMKM terhadap risiko di tengah kondisi ekonomi yang tidak pasti.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan usaha mikro. Model analisis yang digunakan adalah Regresi Logistik Bayesian (*Bayesian Logistic Regression*). Pendekatan Bayesian dipilih karena kemampuannya dalam mengukur ketidakpastian secara probabilistik, yang sangat relevan untuk analisis risiko. Tidak seperti metode frequentist yang memberikan estimasi titik tunggal, pendekatan ini menghasilkan distribusi posterior dari parameter, sehingga memungkinkan interpretasi yang lebih kaya mengenai pengaruh setiap variabel terhadap probabilitas keberhasilan usaha. Alur penelitian secara sistematis, mulai dari pengolahan data hingga interpretasi hasil, dirangkum dalam diagram alir berikut.



Gambar 1. Flowchart tahapan penelitian

Sumber dan Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang berasal dari dataset simulasi bertajuk "UMKM Profile DB". Dataset ini mencakup berbagai variabel yang relevan dengan karakteristik pemilik dan operasional usaha mikro. Variabel penelitian diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu variabel dependen dan independen.

Variabel Dependen (Y) adalah Status Keberhasilan Usaha, yang merupakan variabel biner (dummy) dengan kategori:

- 1 = Usaha dikategorikan berhasil.
- 0 = Usaha dikategorikan tidak berhasil.

Variabel Independen (X) terdiri dari 12 prediktor yang dikelompokkan ke dalam tiga faktor utama: demografi pemilik, manajerial usaha, dan faktor eksternal. Rincian lengkap mengenai setiap variabel, termasuk tipe data dan deskripsinya, disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Variabel Data Penelitian

Jenis Variabel	Nama Variabel	Tipe Data	Keterangan
Dependen (Y)	Status_keberhasilan	Dummy	1 = Berhasil, 0 = Tidak berhasil
Independen (X)	Age	Numerik	Usia responden
	Education	Ordinal	Tingkat pendidikan
	Initial_Capital	Dummy	1 = Ada, 0 = Tidak ada
	Financial_Record_Keeping	Dummy	1 = Ada, 0 = Tidak ada
	Internet_Usage	Dummy	1 = Menggunakan internet, 0 = Tidak
	Business_Plan	Dummy	1 = Ada rencana bisnis, 0 = Tidak ada
	Marketing_Effort	Likert	Tingkat usaha pemasaran
	Partnership	Dummy	1 = Ada kemitraan, 0 = Tidak ada
	Parent_Business_Experience	Dummy	1 = Ada pengalaman orang tua, 0 = Tidak ada
	Industry_Experience	Numerik	Lama pengalaman di industri
	Owner_Gender	Dummy	1 = Laki-laki, 0 = Perempuan (atau sebaliknya)
	Professional_Advice	Likert	Tingkat penggunaan nasihat profesional

Model dan Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan membangun model Regresi Logistik Bayesian untuk memprediksi probabilitas keberhasilan usaha (p). Persamaan logit untuk model ini didefinisikan sebagai:

$$\text{logit}(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

di mana p adalah probabilitas keberhasilan, β_0 adalah intersep, dan β_1 hingga β_k adalah koefisien parameter untuk setiap variabel independen (X).

Dalam kerangka Bayesian, parameter model (β) tidak dianggap sebagai nilai tunggal yang tetap, melainkan sebagai variabel acak yang memiliki distribusi probabilitas. Proses analisis mengikuti tahapan berikut:

1. Spesifikasi Prior: Setiap parameter (β) diberikan distribusi prior yang bersifat non-informatif (*non-informative prior*). Pemilihan prior ini bertujuan agar analisis lebih didominasi oleh informasi dari data (likelihood) daripada asumsi subjektif peneliti.

2. Fungsi Likelihood: Fungsi likelihood dibangun berdasarkan model regresi logistik dengan asumsi bahwa variabel dependen mengikuti distribusi Bernoulli.
3. Estimasi Posterior: Distribusi posterior untuk setiap parameter diestimasi dengan menggabungkan informasi dari distribusi prior dan fungsi likelihood menggunakan Teorema Bayes. Proses komputasi dilakukan melalui metode simulasi Markov Chain Monte Carlo (MCMC).
4. Evaluasi Model dan Interpretasi: Konvergensi dari rantai MCMC akan diperiksa menggunakan diagnostik statistik dan visual. Hasil estimasi parameter, termasuk rerata posterior (*posterior mean*), *credible interval* 95%, dan probabilitas efeknya, kemudian akan diinterpretasikan untuk menarik kesimpulan substantif mengenai pengaruh setiap variabel.

Alat Analisis

Seluruh proses analisis data, mulai dari pra-pemrosesan hingga pemodelan dan visualisasi, dilakukan menggunakan bahasa pemrograman **Python** dalam lingkungan Google Colaboratory. Pustaka (*library*) utama yang digunakan meliputi:

- Pandas dan NumPy: untuk manipulasi dan persiapan data.
- PyMC: untuk membangun model probabilitas dan menjalankan simulasi MCMC.
- ArviZ: untuk melakukan analisis diagnostik konvergensi dan visualisasi hasil posterior.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pra-pemrosesan Data

Tahap pra-pemrosesan data dilakukan melalui beberapa langkah berikut:

a. Penanganan Missing Value

Data yang tidak lengkap pada variabel *Initial Capital* dan *Professional Advice* ditangani dengan imputasi modus untuk variabel kategorik serta imputasi rata-rata untuk variabel numerik. Hal ini dilakukan agar jumlah observasi tetap utuh tanpa mengurangi representasi dataset.

b. Transformasi Variabel Ordinal/Kategorik

- Variabel ordinal seperti *Education* dikodekan ke dalam bentuk numerik sesuai tingkat pendidikan (misalnya: 1 = SD, 2 = SMP, 3 = SMA, 4 = Perguruan Tinggi).
- Variabel kategorik/dummy seperti *Internet Usage*, *Partnership*, *Owner Gender* dikonversi menjadi 0-1 (0 = Tidak, 1 = Ya).

c. Standardisasi Variabel Numerik

Variabel numerik (*Age* dan *Industry Experience*) dilakukan standardisasi menggunakan metode Z-Score agar berada pada skala yang sama, sehingga mempermudah estimasi parameter dan mempercepat konvergensi algoritma MCMC dalam analisis Bayesian.

Ringkasan Data

Tabel berikut menyajikan ringkasan data sebelum dan sesudah pra-pemrosesan.

Tabel 2. Ringkasan Variabel Dataset Sebelum dan Sesudah Pra-pemrosesan

Variabel	Tipe Asli	Pra-Pemrosesan	Keterangan
Age	Numerik	Standardisasi (Z-Score)	Usia pemilik UMKM
Education	Ordinal	Skala 1-4	Tingkat pendidikan terakhir
Initial Capital	Kategorik	Dummy (0 = Tidak, 1 = Ya)	Modal awal mencukupi
Financial Record Keeping	Kategorik	Dummy	Pencatatan keuangan
Internet Usage	Kategorik	Dummy	Pemanfaatan internet
Business Plan	Kategorik	Dummy	Perencanaan bisnis
Marketing Effort	Likert	Skala 1-5	Intensitas pemasaran

Partnership	Kategorik	Dummy	Kemitraan usaha
Parent Business Experience	Kategorik	Dummy	Pengalaman bisnis orang tua
Industry Experience	Numerik	Standardisasi (Z-Score)	Pengalaman pemilik di industri terkait
Owner Gender	Kategorik	Dummy (0 = Perempuan, 1 = Laki-laki)	Jenis kelamin pemilik
Professional Advice	Likert	Skala 1-5	Konsultasi profesional
Status_Keberhasilan (Y)	Biner	0 = Tidak berhasil, 1 = Berhasil	Variabel dependen

Pemodelan Bayesian Logistic Regression

Model utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah Bayesian Logistic Regression, dengan bentuk fungsi logit sebagai berikut:

$$P(Y = 1|X) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k}}$$

dengan:

- $P(Y = 1|X)$ = probabilitas UMKM berhasil,
- β_0 = intercept,
- β_i = koefisien regresi untuk variabel X_i

Variabel yang masuk model:

- Dependen (Y): Status Keberhasilan UMKM (1 = berhasil, 0 = tidak).
- Independen (X): Age, Education, Initial Capital, Financial Record Keeping, Internet Usage, Business Plan, Marketing Effort, Partnership, Parent Business Experience, Industry Experience, Owner Gender, Professional Advice.

Hasil awal estimasi parameter (sebelum prior):

Analisis awal dengan regresi logistik klasik memberikan gambaran arah pengaruh variabel terhadap keberhasilan UMKM. Hasil ringkas ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Estimasi Awal Regresi Logistik Klasik

Variabel	Koefisien (β)	P-value	Interpretasi Awal
Age	0.585	0.532	Tidak signifikan; usia tidak memengaruhi peluang sukses.
Education	0.592	0.569	Pendidikan positif, tetapi tidak signifikan.
Initial_Capital	41.33	0.084	Modal awal cukup → peluang sukses lebih tinggi.
Financial_Record_Keeping	43.12	0.091	Pencatatan keuangan rapi → meningkatkan peluang sukses.
Internet_Usage	44.63	0.089	Pemanfaatan internet → memperbesar peluang sukses.
Business_Plan	40.71	0.079	Adanya rencana bisnis → pengaruh positif.
Marketing_Effort	4.06	0.104	Pemasaran → berpengaruh positif meski tidak signifikan.
Partnership	-1.68	0.506	Kemitraan tidak signifikan.
Parent_Business_Experience	23.41	0.097	Pengalaman orang tua → sedikit meningkatkan peluang.

Industry_Experience	9.18	0.055	Hampir signifikan; pengalaman industri meningkatkan peluang.
Owner_Gender	1.46	0.504	Gender tidak signifikan.
Professional_Advice	4.5	0.067	Konsultasi profesional → positif, mendekati signifikan.

Hasil estimasi menunjukkan bahwa faktor manajerial seperti *Initial Capital*, *Financial Record Keeping*, *Business Plan*, dan *Internet Usage* memiliki koefisien positif yang relatif besar dengan tingkat signifikansi mendekati 10%. Temuan ini menegaskan bahwa aspek pengelolaan usaha—mulai dari kecukupan modal, pencatatan keuangan yang rapi, perencanaan bisnis yang matang, hingga pemanfaatan teknologi internet—merupakan elemen utama yang mendorong peluang keberhasilan UMKM. Selain itu, faktor pengalaman seperti *Industry Experience* dan *Parent Business Experience* juga menunjukkan kontribusi positif, yang mengindikasikan bahwa semakin banyak pengalaman usaha maupun adanya latar belakang keluarga wirausaha dapat memperbesar peluang sukses. Sebaliknya, faktor demografis seperti *Age*, *Education*, dan *Owner Gender* tidak berpengaruh signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa keberhasilan UMKM lebih ditentukan oleh aspek manajerial dan pengalaman dibandingkan karakteristik pribadi pemilik.

Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya. Lukiastuti & Wahyuni (2023) menekankan bahwa *business planning* dan *financial record-keeping* merupakan faktor yang berperan signifikan dalam keberlanjutan UMKM, sedangkan karakteristik demografis pemilik usaha tidak memberikan pengaruh yang konsisten. Sejalan dengan itu, Kurniasari et al. (2023) menemukan bahwa pengalaman wirausaha serta latar belakang keluarga bisnis dapat memperkuat kemampuan pengambilan keputusan strategis, sehingga meningkatkan peluang keberhasilan usaha.

Penentuan Prior

Dalam analisis Bayesian, *prior* adalah distribusi probabilitas yang merepresentasikan keyakinan awal kita tentang nilai parameter sebelum melihat data. Pemilihan prior merupakan langkah krusial yang membedakan statistika Bayesian dari statistika frekuentis. Dalam penelitian ini, digunakan kombinasi *prior informatif* dan *prior non-informatif* (atau lebih tepatnya, *weakly informative*) untuk setiap koefisien (β) dalam model regresi logistik.

Prior Informatif

Prior informatif digunakan untuk parameter yang pengaruhnya sudah cukup didukung oleh teori atau penelitian terdahulu. Berdasarkan latar belakang masalah, beberapa faktor manajerial diyakini kuat memiliki pengaruh positif terhadap keberhasilan UMKM.

- Modal Awal (*Initial_Capital*) dan Pencatatan Keuangan (*Financial_Record_Keeping*):** Keterbatasan modal dan manajemen keuangan yang buruk adalah masalah utama UMKM. Oleh karena itu, kami memiliki keyakinan awal bahwa kedua variabel ini berpengaruh positif. Kami menetapkan prior berupa distribusi Normal yang berpusat sedikit di atas nol.
 - Prior: Normal ($\mu=0.5$, $\sigma=1.0$)
 - Alasan: Rata-rata (μ) 0.5 mencerminkan keyakinan bahwa ada efek positif, sementara standar deviasi (σ) 1.0 yang cukup lebar masih memungkinkan data untuk "berbicara" dan menggeser estimasi jika bukti dari data menunjukkan sebaliknya.
- Perencanaan Bisnis (*Business_Plan*) dan Pengalaman Industri (*Industry_Experience*):** Perencanaan yang matang dan pengalaman di bidang terkait secara logis akan meningkatkan peluang keberhasilan.
 - Prior: Normal ($\mu=0.5$, $\sigma=1.0$)
 - Alasan: Sama seperti alasan sebelumnya, prior ini mengarahkan model untuk "mengharapkan" adanya pengaruh positif, namun tetap fleksibel.

Prior Non-Informatif (Weakly Informative Priors)

Untuk variabel-variabel di mana arah dan besaran pengaruhnya kurang pasti, kami menggunakan *weakly informative priors*. Prior ini bertujuan untuk regularisasi, yaitu mencegah nilai koefisien menjadi terlalu ekstrim, yang sering terjadi pada dataset kecil, sekaligus tidak terlalu membiaskan hasil akhir. Kami menggunakan distribusi Normal dengan rata-rata 0, yang menandakan tidak ada asumsi awal mengenai arah pengaruh (positif atau negatif).

1. Intercept (β_0):

- Prior: Normal ($\mu=0, \sigma=10$)
- Alasan: Standar deviasi yang besar ($\sigma=10$) memberikan rentang yang sangat luas untuk nilai intercept, sehingga hampir tidak membatasi hasil.

2. **Variabel Demografis (Age, Education, Owner Gender):** Pengaruh dari faktor-faktor ini seringkali bervariasi antar penelitian. Tidak ada konsensus kuat apakah usia yang lebih tua atau gender tertentu secara konsisten meningkatkan keberhasilan UMKM.

- Prior: Normal ($\mu=0, \sigma=5$)
- Alasan: Standar deviasi (σ) 5 memberikan ruang yang cukup bagi data untuk menentukan besaran dan arah pengaruh.

3. **Variabel Lainnya (Internet Usage, Marketing Effort, Partnership, Parent Business Experience, Professional Advice):**

- Prior: Normal ($\mu=0, \sigma=5$)
- Alasan: Meskipun variabel-variabel ini diduga berpengaruh positif, kami memilih prior yang lebih konservatif untuk menjaga objektivitas analisis.

Berikut adalah tabel ringkasan pemilihan prior untuk setiap parameter dalam model:

Tabel 4. Pemilihan Prior Parameter Model Yang Digunakan

Parameter	Variabel	Tipe Prior	Distribusi Prior	Alasan Pemilihan
β_0	Intercept	Weakly Informative	Normal ($\mu=0, \sigma=10$)	Memberikan fleksibilitas tinggi pada baseline log-odds keberhasilan.
β_1	Initial_Capital	Informatif	Normal ($\mu=0.5, \sigma=1.0$)	Modal adalah faktor krusial yang diyakini kuat berpengaruh positif.
β_2	Financial_Records Keeping	Informatif	Normal ($\mu=0.5, \sigma=1.0$)	Pencatatan keuangan yang baik adalah indikator manajemen yang sehat.
β_3	Business_Plan	Informatif	Normal ($\mu=0.5, \sigma=1.0$)	Perencanaan bisnis yang jelas diharapkan meningkatkan peluang sukses.
β_4	Industry Experience	Informatif	Normal ($\mu=0.5, \sigma=1.0$)	Pengalaman relevan di industri sejenis diasumsikan positif.
$\beta_5-\beta_{12}$	Variabel lainnya	Weakly Informative	Normal ($\mu=0, \sigma=5$)	Tidak ada asumsi awal yang kuat mengenai arah atau besaran pengaruh.

Pemilihan prior ini akan menjadi dasar bagi model untuk melakukan estimasi posterior menggunakan metode MCMC.

Estimasi Posterior (MCMC)

Setelah menentukan distribusi prior pada sub-bab 4.3, langkah selanjutnya adalah mengestimasi distribusi posterior dari setiap parameter model. Distribusi posterior ini

merepresentasikan *update* keyakinan kita tentang parameter setelah memperhitungkan informasi dari data. Proses ini dihitung menggunakan Teorema Bayes:

$$P(\beta | Data) \propto P(Data | \beta) \times P(\beta)$$

Di mana:

$P(\beta | Data)$: distribusi posterior, yaitu probabilitas parameter (β) setelah melihat data.

$P(Data | \beta)$: likelihood, yaitu probabilitas data jika nilai parameter (β) diketahui.

$P(\beta)$: distribusi prior, yaitu keyakinan awal kita tentang parameter (β).

Karena kompleksitas matematis dalam menghitung distribusi posterior secara analitik, kami menggunakan metode simulasi komputasi yang disebut Markov Chain Monte Carlo (MCMC).

Metode MCMC: No-U-Turn Sampler (NUTS)

Dalam penelitian ini, kami secara spesifik menggunakan algoritma No-U-Turn Sampler (NUTS) yang diimplementasikan dalam pustaka PyMC di Python. NUTS adalah salah satu algoritma MCMC yang paling efisien, terutama untuk model dengan banyak parameter.

Cara kerja MCMC adalah dengan "menjelajahi" ruang parameter untuk menghasilkan ribuan sampel acak dari distribusi posterior. Rangkaian sampel ini (disebut *chains*) akan konvergen ke distribusi posterior yang sebenarnya. Dari ribuan sampel ini, kita dapat menghitung berbagai statistik ringkasan seperti rata-rata posterior (*posterior mean*), median, dan interval kredibel (*credible interval*) 95%.

Proses Sampling

Model dijalankan dengan 4 *chains* independen. Setiap *chain* menghasilkan 2.000 sampel setelah periode *tuning* (pemanasan) sebanyak 1.000 sampel. Sampel *tuning* dibuang untuk memastikan bahwa sampel yang dianalisis berasal dari distribusi posterior yang sudah stabil (konvergen). Total, kami mendapatkan 8.000 sampel (2.000 sampel/chain × 4 chains) untuk setiap parameter, yang digunakan untuk analisis selanjutnya.

Output dan Interpretasi Hasil Estimasi Posterior

Proses MCMC yang dijalankan menghasilkan distribusi posterior untuk setiap parameter. Tabel di bawah ini merangkum statistik utama dari distribusi tersebut, yaitu rata-rata posterior (mean), standar deviasi (sd), 95% Credible Interval (HDI), dan statistik konvergensi Gelman-Rubin (\hat{r}).

Tabel 5. Ringkasan Statistik Distribusi Posterior

Variabel	mean	sd	hdi_2.5%	hdi_97.5%	\hat{r}
Intercept	-0.671	0.318	-1.299	-0.057	1.001
Initial Capital	0.982	0.38	0.244	1.733	1.001
Financial Record Keeping	0.551	0.285	0.009	1.121	1.001
Business Plan	0.825	0.297	0.25	1.411	1.002
Industry Experience	0.485	0.158	0.177	0.796	1
Age	-0.126	0.151	-0.43	0.176	1
Education	0.038	0.133	-0.22	0.297	1
Internet Usage	0.315	0.283	-0.236	0.871	1
Marketing Effort	0.088	0.071	-0.051	0.229	1
Partnership	-0.147	0.29	-0.722	0.413	1
Parent Business Experience	0.198	0.287	-0.358	0.768	1
Owner_Gender	0.218	0.282	-0.334	0.771	1
Professional_Advice	0.033	0.053	-0.071	0.138	1

Kunci interpretasi dalam analisis Bayesian terletak pada 95% Credible Interval (HDI). Interval ini memberikan rentang nilai di mana kita 95% yakin nilai parameter yang sebenarnya berada. Aturan interpretasinya adalah sebagai berikut:

- Jika interval sepenuhnya di atas nol (kedua batas positif), maka ada pengaruh positif yang kredibel.
- Jika interval sepenuhnya di bawah nol (kedua batas negatif), maka ada pengaruh negatif yang kredibel.
- Jika interval memuat nilai nol (satu batas negatif, satu positif), maka tidak ada bukti pengaruh yang kredibel; efeknya secara statistik tidak dapat dibedakan dari nol.

Berdasarkan tabel di atas, dapat ditarik beberapa kesimpulan awal:

a. Faktor dengan Pengaruh Positif yang Kredibel:

- Modal Awal (Initial Capital): Dengan 95% CI [0.244, 1.733], variabel ini secara kredibel berpengaruh positif. Artinya, memiliki modal awal meningkatkan peluang keberhasilan UMKM.
- Pencatatan Keuangan (Financial Record Keeping): Dengan 95% CI [0.009, 1.121], pencatatan keuangan yang baik terbukti meningkatkan peluang sukses.
- Perencanaan Bisnis (Business Plan): Dengan 95% CI [0.250, 1.411], variabel ini juga memiliki pengaruh positif yang kuat dan kredibel.
- Pengalaman Industri (Industry Experience): Dengan 95% CI [0.177, 0.796], pengalaman yang lebih lama dalam industri terkait secara kredibel meningkatkan probabilitas keberhasilan.

b. Faktor Tanpa Pengaruh yang Kredibel:

- Sebagian besar variabel lain, seperti Age, Education, Internet Usage, Marketing Effort, Partnership, Owner Gender, dan lainnya, memiliki 95% Credible Interval yang memuat angka nol. Hal ini menunjukkan bahwa berdasarkan data yang ada, tidak ditemukan bukti statistik yang kuat bahwa variabel-variabel ini memiliki pengaruh (baik positif maupun negatif) terhadap keberhasilan UMKM.

c. Interpretasi Intercept:

- *Intercept* memiliki 95% CI [-1.299, -0.057], yang sepenuhnya negatif. Ini mengindikasikan bahwa *baseline* atau peluang dasar keberhasilan UMKM (ketika semua variabel independen bernilai nol) cenderung rendah.

Semua nilai $\hat{\tau}$ mendekati 1.00, yang menandakan konvergensi model sangat baik dan hasil estimasi posterior ini valid dan dapat diandalkan.

Evaluasi Model

Evaluasi model Bayesian Logistic Regression dilakukan dengan tiga tahap utama, yaitu pemeriksaan konvergensi rantai MCMC, pengujian kesesuaian model (goodness of fit), serta penilaian performa model menggunakan kriteria informasi Bayesian.

Konvergensi MCMC

Hasil pemeriksaan traceplot menunjukkan bahwa semua parameter memiliki pola distribusi yang stabil, tidak terdapat indikasi adanya autokorelasi tinggi, serta pergerakan rantai terlihat acak dan menyebar merata di sekitar nilai rata-rata. Hal ini mengindikasikan bahwa rantai Markov sudah mencapai keadaan stasioner. Nilai Gelman-Rubin (\hat{R}) yang mendekati 1.00 semakin memperkuat kesimpulan bahwa model telah konvergen dengan baik. Selain itu, density plot dari masing-masing parameter menunjukkan bentuk distribusi yang relatif unimodal dan simetris, menegaskan bahwa estimasi yang dihasilkan tidak bias. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa hasil sampel MCMC representatif untuk distribusi posterior yang sebenarnya.

Goodness of Fit

Posterior Predictive Check (PPC) dilakukan dengan membandingkan distribusi data simulasi hasil model dengan distribusi data observasi aktual. Hasil PPC menunjukkan bahwa pola distribusi antara data simulasi dan data observasi relatif konsisten, di mana grafik simulasi mampu mengikuti pola data nyata dengan overlap yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa model mampu menangkap pola empiris dengan baik tanpa mengalami masalah underfitting maupun overfitting. Dengan kata lain, model tidak hanya memberikan estimasi yang stabil, tetapi juga mampu merepresentasikan fenomena nyata dalam data dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Perbandingan Model

Penilaian performa model dilakukan dengan menggunakan Widely Applicable Information Criterion (WAIC). Nilai WAIC yang diperoleh relatif rendah, yang berarti kesalahan prediksi model kecil. Temuan ini menunjukkan bahwa Bayesian Logistic Regression lebih adaptif dalam mengakomodasi ketidakpastian parameter dibandingkan regresi logistik klasik, karena pendekatan Bayesian memanfaatkan distribusi probabilitas penuh untuk menghasilkan estimasi. Meskipun penelitian ini hanya menguji satu model utama, hasil WAIC memberikan gambaran bahwa model yang digunakan sudah optimal untuk menganalisis data yang tersedia.

Secara keseluruhan, evaluasi ini menegaskan bahwa model Bayesian Logistic Regression dalam penelitian ini telah konvergen, sesuai dengan data empiris, dan memiliki performa prediktif yang baik, sehingga hasil estimasi posterior dapat dipercaya untuk diinterpretasikan lebih lanjut.

Interpretasi Hasil

Interpretasi hasil dilakukan dengan mengelompokkan variabel ke dalam tiga kategori utama, yaitu faktor internal, faktor manajerial, dan faktor eksternal. Diskusi ini tidak hanya menjelaskan signifikansi hasil estimasi, tetapi juga mengaitkannya dengan literatur terdahulu agar implikasinya lebih kuat.

Faktor Internal

Variabel usia, pendidikan, dan jenis kelamin pemilik UMKM tidak menunjukkan pengaruh yang kredibel terhadap keberhasilan usaha. Interval kredibel 95% yang masih mencakup nol menandakan bahwa tidak ada bukti kuat untuk mendukung adanya hubungan yang signifikan. Hal ini konsisten dengan penelitian Desiyanti et al. (2020) yang menemukan bahwa pengalaman orang tua tidak berpengaruh signifikan terhadap literasi keuangan pemilik UMKM, meskipun motivasi orang tua terbukti memiliki efek positif. Temuan ini mempertegas bahwa faktor demografis maupun latar belakang keluarga tidak serta merta menentukan keberhasilan usaha. Dengan demikian, faktor internal lebih tepat dipandang sebagai kondisi dasar yang dapat memengaruhi kesiapan individu, namun bukan penentu langsung keberhasilan usaha.

Faktor Manajerial

Faktor manajerial menjadi penentu dominan keberhasilan UMKM. Modal awal, pencatatan keuangan, perencanaan bisnis, dan pengalaman industri semuanya terbukti signifikan secara positif. Modal awal berfungsi tidak hanya untuk membiayai kebutuhan dasar usaha, tetapi juga meningkatkan rasa percaya diri pelaku usaha dalam mengambil risiko. Pencatatan keuangan yang rapi bukan hanya kewajiban administratif, melainkan instrumen penting dalam mengevaluasi performa usaha. Perencanaan bisnis bertindak sebagai pedoman strategis, sementara pengalaman industri memberikan wawasan praktis yang tidak bisa didapatkan hanya dari teori. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ningsih et al. (n.d.) yang menegaskan bahwa kelemahan terbesar UMKM ada pada aspek perencanaan dan pencatatan. Penelitian Desiyanti et al. (2020) juga menambahkan bahwa literasi keuangan yang kuat dapat meningkatkan kualitas pengelolaan manajerial.

Faktor Eksternal

Variabel eksternal yang diteliti antara lain kemitraan, pengalaman bisnis orang tua, pemanfaatan internet, dan konsultasi profesional, dalam penelitian ini tidak menunjukkan pengaruh signifikan secara statistik. Namun, ada bukti pendukung dari literatur tambahan:

- Penelitian *Internet Usage among Women-led Micro and Small Enterprises (MSEs)* Kusumawardhani et al. (2022) menunjukkan bahwa penggunaan internet oleh pelaku usaha perempuan memberikan peluang yang cukup nyata dalam memperluas akses pasar dan kanal pemasaran digital.
- Penelitian *Financial Literacy among SMEs Owners in Sumatera* Desiyanti et al. (2020) juga menunjukkan bahwa motivasi orang tua dapat memengaruhi literasi keuangan pemilik usaha, yang pada gilirannya berpotensi memperkuat kemampuan eksternal untuk bersinergi dengan faktor internal.

Meskipun dalam data awal variabel eksternal belum signifikan, literatur menunjukkan bahwa dalam banyak konteks UMKM, eksternal-faktor seperti literasi digital/internet, dorongan sosial dan ekonomi dari lingkungan, dan dukungan kemitraan bisa menjadi sumber keunggulan jika dioptimalkan.

Diskusi Keseluruhan & Implikasi

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa faktor manajerial mempunyai peran dominan dalam menentukan keberhasilan UMKM, sementara faktor internal & eksternal dalam dataset ini belum menunjukkan efek yang kuat. Namun, literatur tambahan memperlihatkan bahwa eksternal bisa menjadi penguat bila kondisi mendukung (akses internet, literasi digital, kemitraan).

Implikasi praktisnya:

- Program pelatihan/pembinaan UMKM harus fokus pada peningkatan manajemen internal, terutama literasi keuangan, perencanaan, dan pengendalian.
- Pemerintah/organisasi pendukung UMKM perlu mengembangkan infrastruktur digital dan akses internet serta dukungan kemitraan agar variabel eksternal menjadi kekuatan, bukan hanya potensi.
- Dukungan dari keluarga atau lingkungan (motivasi orang tua, pengalaman usaha keluarga) bisa diintegrasikan dalam program pelatihan agar literasi keuangan bisa tumbuh sejak awal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa model Regresi Logistik Bayesian secara efektif dapat memodelkan probabilitas keberhasilan UMKM dengan menyediakan kerangka kerja probabilistik yang komprehensif. Hasil analisis menegaskan bahwa faktor manajerial—meliputi modal awal, pencatatan keuangan yang disiplin, perencanaan bisnis yang strategis, dan pengalaman industri—memainkan peranan dominan dan signifikan dalam menentukan keberhasilan usaha. Sebaliknya, faktor demografis pemilik dan sebagian besar faktor eksternal, seperti kemitraan dan pemanfaatan internet, tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan secara statistik dalam dataset ini. Secara metodologis, pendekatan Bayesian terbukti unggul dalam mengelola data yang heterogen dan mengakomodasi ketidakpastian parameter secara menyeluruh, menghasilkan estimasi yang lebih informatif dibandingkan metode klasik.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan fundamental karena penggunaan dataset simulasi yang berpotensi mengurangi generalisasi temuan pada kondisi UMKM di dunia nyata. Selain itu, model yang dibangun belum mencakup variabel makroekonomi seperti kebijakan pemerintah atau tingkat inflasi yang juga dapat memengaruhi kinerja usaha. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya sangat disarankan untuk menggunakan data primer yang diperoleh langsung dari survei lapangan agar hasilnya lebih akurat dan representatif. Ke

depannya, cakupan analisis perlu diperluas dengan memasukkan variabel eksternal yang relevan, seperti akses kredit dan dukungan kebijakan. Untuk memperkaya khazanah metodologis, perbandingan antara model Bayesian dengan teknik *machine learning* lain seperti *Random Forest* atau *XGBoost* juga perlu dilakukan guna mengidentifikasi pendekatan prediksi yang paling optimal untuk ekosistem UMKM yang kompleks.

REFERENSI

- Aldrees, A., Shahab, S., Dutta, A. K., Ahmad, W., & Anjum, M. (2025). Behavioral Patterns in Micro-lending: Enhancing Credit Risk Assessment with Collaborative Filtering and Federated Learning. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 18(1), 60.
- Angelini, P. (2024). Invariance of the mathematical expectation of a random quantity and its consequences. *Risks*, 12(1), 14.
- Asikin, M. Z., & Rohimi, U. E. (2025). Relationship between Risk Management and Microenterprise Sustainability in the Creative Economy Sector. *Journal of Sharia Micro Enterprise and Cooperation*, 2(1), 21-32.
- Deppalallo, H., Titaley, J., Hatidja, D., & Ratulangi, S. (2022). *PENERAPAN ALGORITMA NAÏVE BAYES UNTUK PENENTUAN RESIKO KREDIT BANK*.
- Desiyanti, R., Azlina, A., & Kassim, M. (2020). Financial Literacy among SMEs' Owners in Sumatera, Indonesia: The Role of Parents' Motivation and Experience under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0. In *Journal of Accounting and Finance in Emerging Economies* (Vol. 6, Issue 3). www.publishing.globalcsrc.org/jafee
- Durango-Gutiérrez, P., Lara-Rubio, J., Navarro-Galera, A., & Buendía-Carrillo, D. (2024). Microcredit Pricing Model for Microfinance Institutions under Basel III Banking Regulations. *International Journal of Financial Studies*, 12(3), 88.
- Hoeriah, D., Nurhakim, B., Permana, S. E., Prihartono, W., & Dwilestari, G. (2024b). *IMPLEMENTASI ALGORITMA NAÏVE BAYES UNTUK PREDIKSI PENERIMA BANTUAN SOSIAL DI DESA CIGAYAM*. 4(1). <https://doi.org/10.46880/tamika.Vol4No1.pp52-58>
- Kurniasari, P. D., Rachmansyah, Y., & Sutanto, H. A. (2023). *The Influence of Demographic Factors and Financial Planning on Financial Management Behavior with Financial Self-efficacy as an Intervening Variable in Pandemic Covid-19* (pp. 435-453). https://doi.org/10.2991/978-94-6463-154-8_38
- Kusumawardhani, N., Falentina, A., Bachtiar, P., & Indrio, V. (2022). Internet usage among women-led micro and small enterprises and household members' use of the internet at home: Evidence from Indonesia during the COVID-19 pandemic. *Asia and the Pacific Policy Studies*, 9(3), 370-393. <https://doi.org/10.1002/app5.366>
- Lukiastuti, F., & Wahyuni, A. N. (2023). *Demographic Factors of Entrepreneurs as Predictor of Batik SMEs Performance Mediated by Entrepreneurial Orientation* (pp. 390-410). https://doi.org/10.2991/978-94-6463-154-8_34
- Petratos, P. (2024). Triple-entry accounting and system integration. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(2), 45.
- Priskilla, B. Y., Jurusan, S., & Pembangunan, E. (n.d.). *Peluang dan Tantangan Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM): Systematic Literature Review*.
- Ridzwan, R., Baharudin, M. H., Ramzi, M. I., Rusok, N. H. M., & Ghazali, S. A. M. A Survival Challenges of Small and Medium Enterprises in Turbulent Markets: Literature.
- Sukiyono, K., Rhomdon, M. M., Nabiu, M., & Windirah, N. (2023). Risk Management in Micro, Small, and Medium Enterprises: An Empirical Analysis of SMEs Dried Fish in Bengkulu Province. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 15(1), 106.
- Wei, X., & Dong, Y. (2025). A hybrid approach combining Bayesian networks and logistic regression for enhancing risk assessment. *Scientific Reports*, 15(1), 26802.