Karapan Network Journal

Vol.02, No.03, July 2026
Available online at: https://ejournal.omahtabing.com/index.php/knj/id

Analisis Prediktif Perilaku Konsumen Menggunakan Business Intelligence dan Machine Learning pada Marketplace Digital

Maskana Ramadhani[1)*], Kevin Oktavian Pratama [2)]

[1) 2)] *Universitas Madura, Pamekasan, Indonesia*

[1)] maskanarmdhn@gmail.com, [2)]mzkevinmzkevin@gmail.com

Abstrak

Perkembangan marketplace digital yang semakin pesat telah mendorong peningkatan jumlah data transaksi dalam skala besar dengan tingkat keragaman yang tinggi. Kondisi tersebut menuntut adanya metode yang mampu mengolah data menjadi informasi bernilai guna bagi organisasi dalam merumuskan keputusan bisnis. Dalam konteks ini, Business Intelligence (BI) dimanfaatkan untuk mengolah dan menyajikan data historis melalui berbagai bentuk visualisasi, sedangkan Machine Learning berfungsi untuk mengenali pola perilaku pelanggan serta memperkirakan kecenderungan transaksi yang mungkin terjadi pada periode berikutnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perilaku konsumen pada marketplace digital melalui penerapan Business Intelligence yang dipadukan dengan Machine Learning sehingga diperoleh informasi prediktif yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan bisnis yang lebih akurat, efektif, dan berbasis data. Pendekatan yang diterapkan dalam penelitian ini mencakup proses Business Intelligence melalui tahapan Extract, Transform, Load (ETL), pembangunan data warehouse, serta perancangan dashboard interaktif untuk menampilkan informasi terkait penjualan dan aktivitas pelanggan. Setelah itu, teknik Machine Learning digunakan untuk membangun model prediksi berdasarkan data historis transaksi, intensitas pembelian, kategori produk, serta atribut pelanggan. Kinerja model kemudian diukur menggunakan beberapa indikator evaluasi, yaitu accuracy, precision, recall, dan F1-score. Temuan penelitian memperlihatkan bahwa penerapan Business Intelligence mampu menghasilkan informasi yang relevan terkait perkembangan penjualan, produk dengan performa terbaik, serta karakteristik pola pembelian pelanggan dalam bentuk visual yang mudah dipahami. Di sisi lain, penerapan Machine Learning berhasil membentuk model yang mampu memprediksi peluang pembelian ulang dan mengidentifikasi pelanggan potensial dengan tingkat performa yang memuaskan. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa pemanfaatan Business Intelligence yang dikombinasikan dengan Machine Learning memberikan kualitas analisis yang lebih komprehensif dibandingkan pendekatan deskriptif yang hanya berfokus pada data historis. Penggabungan Business Intelligence dan Machine Learning terbukti efektif dalam mendukung analisis prediktif perilaku konsumen pada lingkungan marketplace digital. Selain memberikan pemahaman mengenai pola transaksi yang telah terjadi, pendekatan ini juga mampu menyediakan wawasan prediktif yang berguna dalam penyusunan strategi pemasaran, peningkatan retensi pelanggan, serta penguatan kinerja bisnis secara berkesinambungan.

Kata kunci: Business Intelligence, Machine Learning, Marketplace Digital, Perilaku Konsumen, Analisis Prediktif, Data Warehouse.

Article history: Received 5 April 2026, first decision 22 April 2026, accepted 22 August 2026, available online 28 October 2026

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi digital yang berlangsung pesat dalam beberapa tahun terakhir telah membawa perubahan signifikan terhadap pola perdagangan masyarakat. Kehadiran marketplace digital kini menjadi media utama yang mempertemukan penjual dan pembeli dalam berbagai aktivitas transaksi secara daring. Seiring bertambahnya jumlah pengguna internet serta meningkatnya minat masyarakat terhadap belanja online, volume transaksi pada berbagai platform marketplace juga terus menunjukkan tren pertumbuhan yang konsisten. Situasi ini menjadikan marketplace sebagai sumber data yang sangat berharga karena setiap interaksi pengguna meninggalkan rekam data yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung berbagai aktivitas bisnis dan pengambilan keputusan[1], [2], [3], [4].

Data yang tersimpan dalam marketplace tidak hanya merepresentasikan transaksi jual beli semata, tetapi juga memuat berbagai informasi penting terkait karakteristik pelanggan, kebiasaan konsumsi, ketertarikan terhadap produk tertentu, hingga pola pengambilan keputusan dalam berbelanja. Informasi tersebut memiliki nilai yang tinggi bagi perusahaan karena mampu memberikan gambaran yang lebih rinci mengenai perilaku konsumen. Melalui penerapan big data analytics, organisasi dapat mengeksplorasi dan menginterpretasikan data dalam skala besar untuk memperoleh wawasan yang lebih mendalam sehingga proses pengambilan keputusan dapat dilakukan secara lebih objektif dan berbasis data [5], [6], [7], [8].

* Maskana Ramadhani

ISSN 2443-2xxx (online) 2598-6xxx (print) © 2026 The Authors. Published by Omah Tabing.
This is an open access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
doi: http://dx.doi.org/10.20473/KNJ.X.X.pp-pp

Meningkatnya intensitas persaingan dalam sektor bisnis digital menuntut perusahaan untuk mampu memahami perubahan kebutuhan pelanggan dengan lebih cepat. Pendekatan pengambilan keputusan yang hanya mengandalkan pengalaman atau intuisi sering kali tidak lagi cukup untuk menghadapi kompleksitas pasar yang terus berkembang. Oleh sebab itu, pemanfaatan data sebagai landasan utama dalam merumuskan strategi bisnis menjadi kebutuhan yang tidak dapat diabaikan. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan business analytics yang didukung oleh data mampu meningkatkan kualitas keputusan organisasi sekaligus memperkuat posisi kompetitif perusahaan dalam jangka panjang[9], [10], [11], [12].

Walaupun organisasi memiliki akses terhadap data transaksi dalam jumlah besar, proses mengubah data tersebut menjadi informasi yang bermanfaat masih menjadi tantangan tersendiri. Data yang berasal dari berbagai sumber sering kali tersimpan secara terpisah sehingga menyulitkan proses pengolahan dan analisis. Akibatnya, informasi yang dihasilkan menjadi kurang optimal untuk mendukung kebutuhan bisnis. Permasalahan tersebut menunjukkan pentingnya penerapan pendekatan yang mampu mengintegrasikan, mengelola, dan menyajikan data secara terstruktur agar dapat menghasilkan informasi yang lebih relevan bagi pengambilan keputusan organisasi[13], [14], [15].

Selain memahami kondisi bisnis yang telah terjadi, perusahaan juga membutuhkan kemampuan untuk mengantisipasi perilaku pelanggan yang kemungkinan muncul pada masa mendatang. Informasi yang bersifat prediktif memiliki peran penting dalam membantu organisasi menyusun strategi pemasaran yang lebih efektif, menjaga loyalitas pelanggan, serta meningkatkan peluang terjadinya transaksi di masa depan. Berbagai penelitian terkini menunjukkan bahwa pemanfaatan kecerdasan buatan dalam analisis prediktif mampu menghasilkan tingkat ketepatan yang lebih tinggi dibandingkan pendekatan analisis konvensional dalam mengidentifikasi pola perilaku konsumen[16], [17], [18], [19].

Penggunaan teknologi kecerdasan buatan yang dipadukan dengan analisis bisnis saat ini menjadi salah satu topik yang banyak mendapat perhatian dalam dunia penelitian. Integrasi kedua pendekatan tersebut memungkinkan perusahaan tidak hanya memperoleh informasi mengenai performa bisnis di masa lalu, tetapi juga menghasilkan prediksi yang dapat digunakan sebagai dasar penyusunan strategi bisnis pada masa yang akan datang. Implementasi Artificial Intelligence dan data science dalam lingkungan bisnis modern terbukti mampu meningkatkan kualitas informasi yang dihasilkan, mempercepat proses analisis, serta membantu organisasi beradaptasi terhadap dinamika pasar yang terus berubah[20], [21], [22], [23].

Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya, sebagian besar kajian masih menempatkan data analytics dan pengembangan model prediksi sebagai dua pendekatan yang berdiri sendiri dalam menganalisis perilaku konsumen Di sisi lain, penelitian mengenai Business Intelligence umumnya lebih berfokus pada penyediaan informasi dan dukungan terhadap proses pengambilan keputusan organisasi tanpa mengombinasikannya dengan kemampuan prediktif yang dimiliki Machine Learning. Kondisi tersebut menunjukkan masih terbukanya peluang penelitian yang mengintegrasikan kedua pendekatan tersebut dalam lingkungan marketplace digital untuk menghasilkan informasi yang tidak hanya menjelaskan kondisi yang telah terjadi, tetapi juga mampu memproyeksikan kemungkinan yang akan terjadi pada masa mendatang[24], [25].

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji perilaku konsumen pada marketplace digital melalui penerapan Business Intelligence yang dikombinasikan dengan Machine Learning. Integrasi kedua pendekatan tersebut diharapkan dapat menghasilkan informasi yang lebih menyeluruh terkait pola transaksi pelanggan, kecenderungan penjualan, serta prediksi perilaku pembelian pada periode berikutnya. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan mampu menjadi dasar dalam mendukung proses pengambilan keputusan bisnis yang lebih tepat, efektif, dan berorientasi pada data.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Business Intelligence (BI) merupakan konsep yang memanfaatkan berbagai proses pengelolaan data untuk menghasilkan informasi yang dapat mendukung kebutuhan pengambilan keputusan dalam organisasi. Melalui kerangka kerja BI, data yang berasal dari aktivitas operasional dapat diolah, dikonsolidasikan, dianalisis, dan divisualisasikan sehingga menghasilkan wawasan yang bernilai bagi perusahaan dalam merumuskan strategi bisnis yang lebih tepat sasaran[26], [27]. Penerapan BI yang optimal juga mampu meningkatkan efektivitas proses pengambilan keputusan karena menyediakan informasi yang relevan, akurat, dan tersedia pada waktu yang dibutuhkan oleh pihak manajemen[28]. Seiring perkembangan teknologi dan kebutuhan bisnis yang semakin kompleks, peran BI telah melampaui fungsi tradisional sebagai alat pelaporan dan berkembang menjadi sarana strategis untuk mendukung respons organisasi terhadap dinamika lingkungan bisnis. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan BI dapat memperkuat kelincahan organisasi serta meningkatkan kemampuan perusahaan dalam menyesuaikan diri terhadap perubahan kondisi pasar[29], [30]. Efektivitas implementasi BI sendiri dipengaruhi oleh sejumlah faktor, antara lain kualitas data yang digunakan, kesiapan infrastruktur teknologi, dukungan dari manajemen, serta kemampuan pengguna dalam mengolah dan menginterpretasikan informasi yang tersedia[31]. Pada lingkungan

marketplace digital, BI menjadi komponen penting untuk menggali pola transaksi dan karakteristik perilaku konsumen, sehingga dapat digunakan sebagai landasan dalam merumuskan keputusan bisnis yang lebih terukur dan berbasis data.

Dalam arsitektur Business Intelligence, data warehouse berperan sebagai fondasi utama yang mengonsolidasikan data dari berbagai sumber ke dalam satu penyimpanan terpusat. Keberadaan sistem ini memungkinkan organisasi mengelola dan menganalisis data secara lebih komprehensif, baik untuk kebutuhan evaluasi masa lalu maupun prediksi kondisi di masa mendatang. Untuk menilai tingkat keberhasilan operasional dan pencapaian sasaran bisnis, organisasi umumnya memanfaatkan Key Performance Indicators (KPI) sebagai ukuran kinerja yang terstandarisasi[32], [33]. Penggunaan KPI tidak hanya membantu memantau pencapaian target organisasi, tetapi juga digunakan untuk menilai efisiensi proses bisnis serta kualitas kinerja pelanggan pada berbagai bidang industri[34]. Agar data dapat dimanfaatkan secara optimal dalam data warehouse, diperlukan proses integrasi melalui tahapan Extract, Transform, and Load (ETL). Metode ini mencakup pengambilan data dari berbagai sistem sumber, penyesuaian dan pembersihan data sesuai kebutuhan analisis, kemudian penyimpanannya ke dalam basis data terpusat[35]. Kualitas hasil analisis sangat dipengaruhi oleh efektivitas proses ETL yang diterapkan. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penerapan otomatisasi ETL mampu mempercepat pengolahan data sekaligus meminimalkan terjadinya ketidakkonsistenan informasi[36]. Di samping itu, penerapan teknik optimasi ETL pada lingkungan komputasi awan terbukti dapat meningkatkan kemampuan pemrosesan data dalam jumlah besar secara lebih efisien[37]. Integrasi data yang terkelola dengan baik juga memungkinkan penyajian dashboard secara real-time, sehingga informasi yang dihasilkan dapat segera dimanfaatkan untuk mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan akurat[38], [39].

Dalam lingkungan Business Intelligence (BI), visualisasi data memiliki peran yang sangat penting karena memudahkan pengguna dalam mengidentifikasi kecenderungan, hubungan, serta pola yang muncul dari kumpulan data. Dashboard menjadi sarana yang paling banyak digunakan untuk menyampaikan informasi karena mampu menggabungkan berbagai indikator bisnis ke dalam tampilan yang terpusat, ringkas, dan mudah diakses. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa rancangan dashboard yang baik dapat meningkatkan kemampuan pengguna dalam melakukan analisis serta menghasilkan keputusan yang lebih tepat dan berbasis informasi[40].

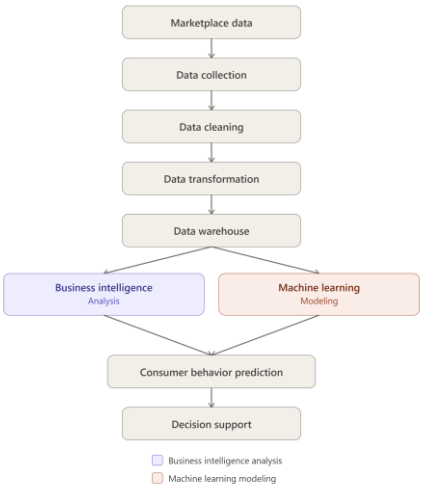
Kemajuan teknologi visualisasi telah mendorong lahirnya berbagai metode penyajian data yang lebih informatif melalui pemanfaatan grafik, ukuran kinerja, dan narasi berbasis data secara terpadu. Pendekatan tersebut membantu pengguna memahami keterkaitan antarindikator sekaligus memperoleh gambaran yang lebih mendalam mengenai kondisi yang dianalisis[41]. Selain itu, penggunaan platform visualisasi modern memungkinkan proses pemantauan dan akses informasi dilakukan secara real-time sehingga mendukung respons yang lebih cepat terhadap perubahan kondisi bisnis[42]. Meskipun demikian, tingkat keberhasilan penggunaan dashboard tidak hanya ditentukan oleh kualitas data yang ditampilkan, tetapi juga oleh kemampuan pengguna dalam memproses informasi yang tersedia. Dashboard yang memuat terlalu banyak elemen atau informasi dapat meningkatkan beban kognitif pengguna sehingga mengurangi efektivitas sistem BI dalam menunjang proses pengambilan keputusan[43].

Machine Learning (ML) adalah cabang kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer mengidentifikasi pola dan hubungan dari data yang telah dikumpulkan sebelumnya untuk menghasilkan prediksi mengenai kejadian atau perilaku di masa depan. Pada platform marketplace digital, teknologi ini banyak dimanfaatkan untuk menganalisis perilaku pelanggan, termasuk memperkirakan kemungkinan pembelian ulang, mengenali preferensi terhadap produk tertentu, serta memprediksi peluang terjadinya transaksi. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pendekatan ensemble yang mengombinasikan algoritma Random Forest dan Light Gradient Boosting Machine (LightGBM) mampu memberikan tingkat akurasi yang tinggi dalam memprediksi perilaku pembelian ulang konsumen[44]. Selain tingkat ketepatan prediksi, kemampuan model untuk menjelaskan bagaimana suatu keputusan atau prediksi dihasilkan juga menjadi aspek penting dalam penerapan Machine Learning. Konsep Explainable Artificial Intelligence (XAI) dikembangkan untuk membantu organisasi memahami variabel dan faktor yang berkontribusi terhadap hasil prediksi yang diberikan oleh model, sehingga proses analisis menjadi lebih transparan dan dapat dipercaya oleh pengambil keputusan[45]. Di samping itu, kemajuan teknologi kecerdasan buatan telah mendorong pemanfaatan analitik prediktif secara lebih luas, tidak hanya untuk menganalisis data, tetapi juga untuk mendukung pengembangan model bisnis baru serta perumusan strategi organisasi yang berlandaskan data dan informasi yang akurat[46]. Penggabungan Business Intelligence (BI) dan Machine Learning (ML) menciptakan sebuah pendekatan analitis yang lebih menyeluruh dalam memahami perilaku konsumen. BI berperan dalam mengelola, mengintegrasikan, dan menyajikan data dalam bentuk informasi yang mudah dipahami, sementara ML dimanfaatkan untuk menemukan pola-pola yang tidak terlihat secara langsung serta menghasilkan prediksi berdasarkan data historis yang tersedia. Sinergi antara kedua teknologi ini memungkinkan organisasi memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai karakteristik dan kecenderungan perilaku pelanggan, sehingga proses pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan lebih cepat, tepat, dan didukung oleh bukti data yang kuat[47], [48].

III. METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan mengombinasikan Business Intelligence (BI) dan Machine Learning (ML) sebagai metode utama untuk menganalisis sekaligus memprediksi perilaku konsumen pada platform marketplace digital. Pemilihan pendekatan kuantitatif didasarkan pada karakteristik penelitian yang memanfaatkan data transaksi sebagai sumber utama analisis, sehingga hasilnya dapat diukur secara objektif dan diolah menggunakan berbagai teknik statistik maupun algoritma komputasi. Dalam ekosistem e-commerce, ketersediaan data dalam volume yang besar memberikan peluang bagi perusahaan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai karakteristik pelanggan, kebiasaan berbelanja, serta berbagai faktor yang memengaruhi proses pengambilan keputusan konsumen[49]. Dalam penelitian ini, Business Intelligence berperan sebagai kerangka utama untuk mengelola seluruh siklus data, mulai dari proses pengumpulan, integrasi, pengolahan, hingga penyajian informasi dalam bentuk visual yang mudah dipahami. Sementara itu, Machine Learning digunakan untuk mengembangkan model yang mampu mempelajari pola dari data historis dan menghasilkan prediksi terkait perilaku konsumen. Kombinasi antara BI dan ML memungkinkan organisasi tidak hanya melakukan evaluasi terhadap kondisi yang telah terjadi, tetapi juga memperoleh gambaran mengenai kemungkinan tindakan dan preferensi pelanggan di masa mendatang. Di samping itu, penerapan business analytics pada lingkungan e-commerce telah terbukti memberikan kontribusi dalam meningkatkan efektivitas strategi bisnis, mengoptimalkan pendapatan, serta memperkuat daya saing perusahaan melalui pemanfaatan data sebagai dasar pengambilan keputusan[50].

Kerangka penelitian yang digunakan dalam studi ini disusun untuk mengombinasikan kemampuan Business Intelligence dalam pengelolaan data dengan kemampuan Machine Learning dalam menghasilkan prediksi. Proses penelitian diawali dengan pengumpulan data yang berasal dari aktivitas transaksi pengguna pada marketplace digital. Setelah data terkumpul, dilakukan serangkaian tahapan pra-pemrosesan, seperti pembersihan data untuk mengatasi kesalahan dan ketidakkonsistenan serta transformasi data agar sesuai dengan kebutuhan analisis. Selanjutnya, data yang telah diproses disimpan dalam data warehouse sebagai repositori terpusat yang menjadi sumber utama dalam pelaksanaan analisis dan pemodelan. Data yang telah terintegrasi dianalisis menggunakan pendekatan Business Intelligence untuk menghasilkan dashboard yang menampilkan informasi mengenai pola transaksi, kategori produk yang paling diminati, frekuensi pembelian, serta karakteristik pelanggan. Selanjutnya, data yang sama digunakan sebagai masukan bagi model Machine Learning untuk menghasilkan prediksi perilaku konsumen. Hasil analisis deskriptif dan prediktif tersebut kemudian digunakan sebagai dasar pendukung pengambilan keputusan bisnis.

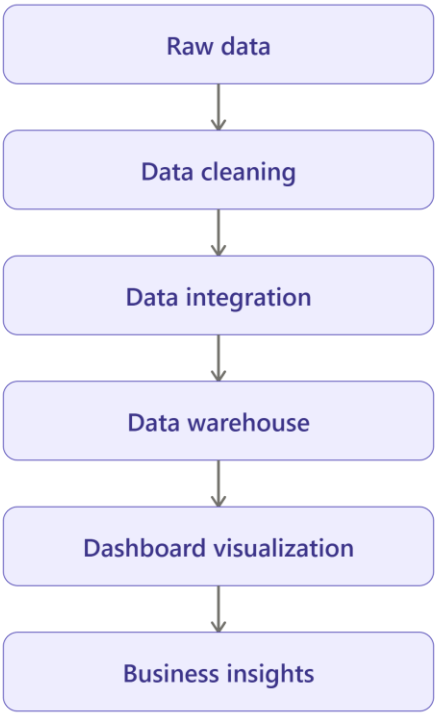


Gambar 1. Tahapan metode analisis prediktif perilaku konsumen menggunakan business intelligence dan machine learning

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari aktivitas transaksi pelanggan pada marketplace digital dan dimanfaatkan sebagai dasar dalam proses analisis. Informasi yang tersedia dalam dataset menggambarkan berbagai aspek perilaku konsumen, mulai dari identitas transaksi, waktu terjadinya transaksi, kategori produk yang dibeli, jumlah pembelian, nilai transaksi, hingga tingkat frekuensi pelanggan dalam melakukan pembelian. Selain itu, terdapat sejumlah atribut pendukung lainnya yang berkaitan dengan aktivitas belanja pengguna. Data tersebut diperoleh dari basis data operasional marketplace serta dataset publik yang memiliki karakteristik dan struktur yang sebanding dengan data transaksi pada platform marketplace digital.

Data yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri atas 5.247 catatan transaksi yang berasal dari 1.863 pelanggan selama periode Januari hingga Desember 2024. Dataset tersebut dimanfaatkan untuk memahami karakteristik dan pola perilaku konsumen berdasarkan aktivitas transaksi yang dilakukan pada marketplace digital. Informasi yang terkandung di dalamnya memungkinkan identifikasi berbagai aspek penting, seperti kebiasaan berbelanja, preferensi produk, serta kecenderungan pelanggan untuk melakukan pembelian kembali. Oleh karena itu, dataset ini dinilai sesuai untuk mendukung penelitian di bidang analitik pelanggan pada lingkungan e-commerce dan digunakan sebagai landasan dalam pengembangan model prediksi perilaku konsumen[49], [50].

Sebelum memasuki tahap analisis, data terlebih dahulu melalui serangkaian proses persiapan untuk memastikan kualitas dan kelayakannya dalam pengolahan lebih lanjut. Pada tahap ini dilakukan pembersihan data dengan menghapus catatan yang terduplikasi, menangani data yang tidak lengkap, menyesuaikan skala data melalui proses normalisasi, serta mengubah atribut yang belum sesuai ke dalam format yang diperlukan. Selain itu, dilakukan pula pemilihan fitur untuk menentukan variabel yang paling relevan dan memiliki kontribusi terbesar terhadap perilaku konsumen. Melalui tahapan tersebut, data menjadi lebih terstruktur, konsisten, dan siap digunakan dalam proses Business Intelligence maupun pengembangan model Machine Learning.



Gambar 2. Proses Business Intelligence

Setelah tahap analisis menggunakan Business Intelligence selesai dilaksanakan, data yang telah tersusun dan terorganisasi dengan baik selanjutnya dimanfaatkan untuk membangun model Machine Learning. Tahap ini difokuskan pada upaya memprediksi perilaku konsumen dengan memanfaatkan pola dan karakteristik yang diperoleh dari riwayat transaksi sebelumnya. Sebelum proses pelatihan model dilakukan, dataset terlebih dahulu dibagi menjadi dua bagian, yaitu data pelatihan (training data) yang digunakan untuk membangun model dan data pengujian (testing data) yang digunakan untuk mengevaluasi kemampuan model dalam menghasilkan prediksi. Selanjutnya, model Machine Learning dibangun dengan memanfaatkan atribut-atribut yang telah dipilih pada tahap preprocessing sebagai variabel masukan. Beberapa atribut yang digunakan dalam proses pelatihan meliputi intensitas transaksi pelanggan, besaran nilai pembelian, jenis produk yang paling sering dibeli, serta riwayat aktivitas konsumen selama periode tertentu. Melalui proses pembelajaran terhadap data historis tersebut, model diharapkan mampu mengenali pola perilaku pelanggan dan menghasilkan prediksi yang akurat. Hasil prediksi kemudian digunakan untuk memperkirakan peluang terjadinya pembelian ulang, mengidentifikasi preferensi produk konsumen, serta memprediksi potensi aktivitas transaksi pada periode mendatang.

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengetahui seberapa baik kinerja model Machine Learning dalam memprediksi perilaku konsumen berdasarkan data yang tersedia. Penilaian performa model dilakukan menggunakan confusion

matrix, yang menjadi dasar dalam perhitungan beberapa metrik evaluasi utama, yaitu Accuracy, Precision, Recall, dan F1-Score. Accuracy digunakan untuk menunjukkan persentase prediksi yang berhasil dilakukan dengan benar dibandingkan dengan keseluruhan data pengujian. Precision menggambarkan tingkat ketepatan model dalam mengklasifikasikan data ke dalam kategori positif, sedangkan Recall menunjukkan kemampuan model dalam menemukan seluruh data positif yang sebenarnya ada dalam dataset. Sementara itu, F1-Score merupakan metrik yang menggabungkan nilai Precision dan Recall untuk memberikan gambaran yang lebih seimbang mengenai performa model secara keseluruhan, terutama ketika distribusi data tidak merata.

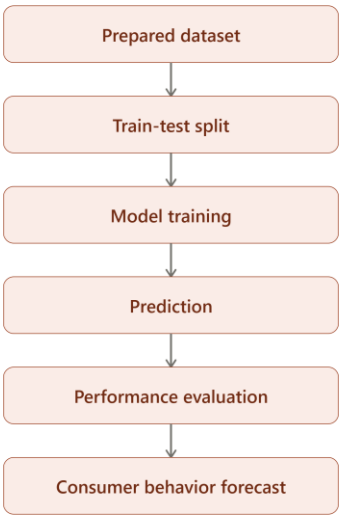
Persamaan yang digunakan ditunjukkan sebagai berikut:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F1\text{-Score} = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

Keterangan:
- TP (True Positive): jumlah data positif yang berhasil diprediksi positif dengan benar.
- TN (True Negative): jumlah data negatif yang berhasil diprediksi negatif dengan benar.
- FP (False Positive): jumlah data negatif yang diprediksi sebagai positif.
- FN (False Negative): jumlah data positif yang diprediksi sebagai negatif.



Gambar 3. Alur Machine Learning

IV. HASIL

1. Karakteristik Dataset

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari transaksi pada platform marketplace digital dengan total 5.247 transaksi yang dilakukan oleh 1.863 pelanggan selama periode Januari hingga Desember 2024. Dataset tersebut mencakup sejumlah variabel yang menggambarkan aktivitas dan perilaku konsumen, antara lain nilai transaksi, intensitas pembelian, kategori produk yang dipilih, metode pembayaran yang digunakan, serta informasi terkait pembelian ulang. Sebelum digunakan dalam proses analisis, seluruh data telah melalui tahapan preprocessing yang meliputi pembersihan dan transformasi data untuk memastikan kualitas, konsistensi, dan kelayakannya dalam mendukung analisis Business Intelligence serta pembangunan model Machine Learning.

Tabel 1. Karakteristik Dataset

No	Variabel	Deskripsi
1	Transaction ID	Kode unik transaksi
2	Transaction Date	Tanggal transaksi
3	Customer ID	Identitas pelanggan
4	Product Category	Kategori produk
5	Transaction Value	Nilai transaksi
6	Purchase Frequency	Frekuensi pembelian
7	Payment Method	Metode pembayaran
8	Repurchase Status	Status pembelian ulang

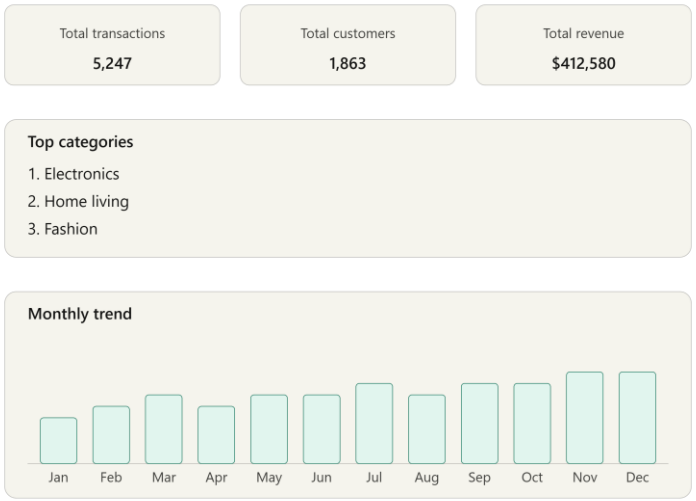
Hasil analisis awal terhadap dataset menunjukkan bahwa mayoritas pelanggan melakukan pembelian sebanyak dua hingga lima kali dalam kurun waktu satu tahun. Temuan ini mengindikasikan bahwa sebagian besar konsumen berada pada kategori pelanggan dengan tingkat aktivitas transaksi yang relatif moderat. Selain itu, produk elektronik dan kebutuhan rumah tangga tercatat sebagai kategori yang paling banyak ditransaksikan, dengan jumlah pembelian yang lebih tinggi dibandingkan kategori produk lainnya selama periode pengamatan.

2. Analisis Business Intelligence

Untuk memahami pola dan karakteristik perilaku konsumen, penelitian ini memanfaatkan pendekatan Business Intelligence melalui dashboard interaktif yang dikembangkan menggunakan Power BI. Dashboard tersebut berfungsi sebagai sarana visualisasi data yang menyajikan berbagai informasi penting secara terintegrasi dan mudah dipahami oleh pengguna. Informasi yang ditampilkan mencakup indikator-indikator utama, seperti jumlah transaksi yang terjadi, total nilai penjualan, kategori produk dengan tingkat penjualan tertinggi, serta aktivitas pelanggan selama periode pengamatan. Melalui visualisasi tersebut, proses pemantauan dan analisis data dapat dilakukan secara lebih efektif sehingga memudahkan identifikasi tren dan pola perilaku konsumen pada marketplace digital.

Tabel 2. Ringkasan Indikator Business Intelligence

No	Indikator	Nilai
1	Total Transaksi	5.247
2	Total Pelanggan	1.863
3	Pelanggan Aktif	1.421
4	Kategori Terlaris	Elektronik
5	Tingkat Repurchase	61,4%
6	Rata-rata Nilai Transaksi	Rp785.000



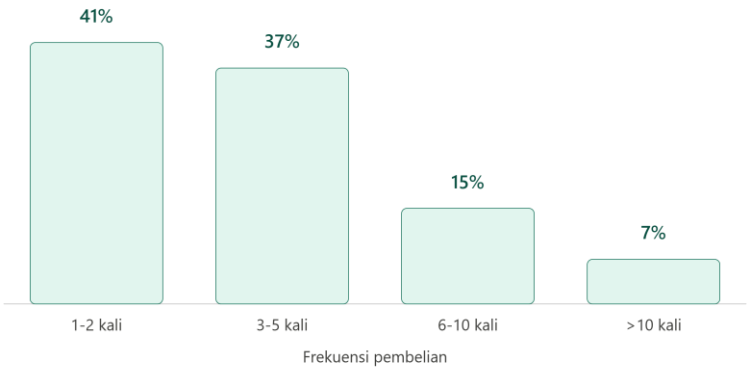
Gambar 4. Dashboard Business Intelligence Marketplace

Berdasarkan hasil visualisasi data, terlihat adanya kenaikan jumlah transaksi yang cukup signifikan pada kuartal ketiga hingga kuartal keempat. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa minat belanja konsumen cenderung bertambah menjelang periode promosi besar maupun akhir tahun, yang umumnya diikuti oleh berbagai program diskon dan penawaran khusus. Selain itu, hasil dashboard menunjukkan bahwa sekitar 32% pelanggan berkontribusi terhadap lebih dari 60% total transaksi yang terjadi. Temuan tersebut mengindikasikan adanya kelompok pelanggan dengan nilai ekonomi yang tinggi dan memiliki peran penting dalam mendorong pendapatan marketplace secara keseluruhan.

Hasil analisis berdasarkan kategori produk memperlihatkan bahwa kelompok produk elektronik memberikan kontribusi pendapatan terbesar dibandingkan kategori lainnya pada marketplace. Temuan ini menunjukkan bahwa minat konsumen terhadap produk elektronik masih sangat tinggi dan menjadi salah satu penggerak utama penjualan. Oleh karena itu, perusahaan dapat memprioritaskan strategi pemasaran pada kategori produk yang memiliki tingkat permintaan tinggi, karena pendekatan tersebut berpotensi memberikan dampak yang lebih besar terhadap peningkatan penjualan dan pertumbuhan pendapatan marketplace.

3. Analisis Perilaku Konsumen

Analisis perilaku konsumen dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai karakteristik pelanggan berdasarkan pola transaksi yang tercatat pada dataset. Melalui analisis tersebut, berbagai kecenderungan perilaku pelanggan dapat diidentifikasi, seperti frekuensi pembelian, preferensi produk, serta pola transaksi yang muncul selama periode pengamatan. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam memahami kebiasaan konsumen dan mendukung penyusunan strategi bisnis yang lebih tepat sasaran.



Gambar 5. Perilaku Pembelian Pelanggan

Gambar 5 menggambarkan pola pembelian pelanggan yang dianalisis berdasarkan jumlah transaksi yang dilakukan selama periode penelitian. Hasil visualisasi memperlihatkan bahwa mayoritas pelanggan masih berada pada kategori dengan frekuensi transaksi yang relatif rendah hingga menengah. Sementara itu, hanya sebagian kecil pelanggan yang menunjukkan tingkat pembelian yang tinggi dan melakukan transaksi secara lebih intensif dibandingkan pelanggan lainnya.

Berdasarkan hasil analisis, sebagian besar konsumen belum termasuk dalam kelompok pelanggan dengan aktivitas transaksi yang tinggi. Namun demikian, terdapat sejumlah pelanggan yang secara konsisten melakukan pembelian berulang dan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap total pendapatan marketplace. Temuan ini menunjukkan bahwa kelompok pelanggan aktif memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung kinerja bisnis. Oleh karena itu, perusahaan perlu menerapkan strategi yang berfokus pada pemeliharaan hubungan pelanggan untuk menjaga keberlangsungan transaksi serta mendorong peningkatan loyalitas dalam jangka panjang.

Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa pelanggan yang lebih sering melakukan transaksi umumnya menghasilkan nilai pembelian yang lebih besar dibandingkan pelanggan yang hanya bertransaksi pada waktu-waktu tertentu. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya keterkaitan antara tingkat frekuensi pembelian dengan besarnya nilai transaksi yang dihasilkan. Dengan kata lain, semakin aktif pelanggan melakukan pembelian, semakin besar pula kontribusi yang diberikan terhadap pendapatan marketplace secara keseluruhan.

4. Hasil Prediksi Machine Learning

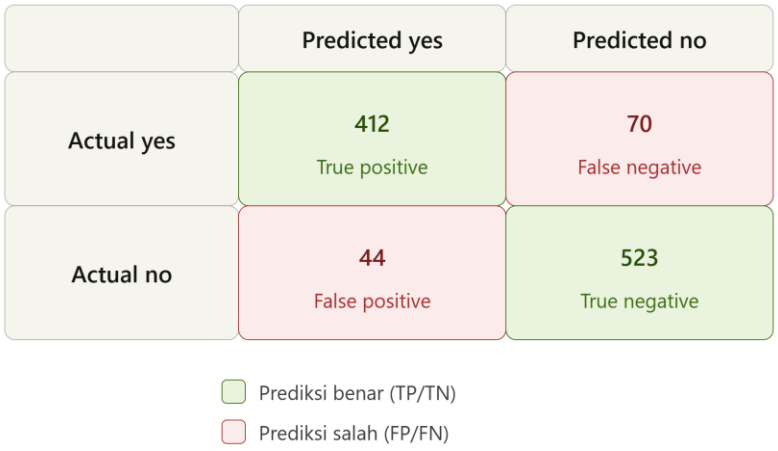
Pada tahap pemodelan, algoritma Random Forest diterapkan untuk memperkirakan peluang pelanggan melakukan pembelian ulang berdasarkan berbagai atribut yang berasal dari data transaksi. Sebelum proses pelatihan model dilakukan, dataset terlebih dahulu dibagi menjadi dua bagian, yaitu 80% data yang digunakan sebagai data pelatihan (training data) dan 20% sisanya sebagai data pengujian (testing data). Pembagian ini bertujuan untuk memastikan bahwa model dapat dipelajari menggunakan sebagian besar data yang tersedia sekaligus dievaluasi kemampuannya dalam menghasilkan prediksi pada data yang belum pernah digunakan selama proses pelatihan.

Hasil evaluasi model ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3. Model Performance

No	Metric	Value
1	Accuracy	89.14%
2	Precision	87.62%
3	Recall	85.47%
4	F1-Score	86.53%

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model Random Forest memiliki kinerja yang cukup baik dalam memprediksi kemungkinan pelanggan melakukan pembelian ulang. Tingkat akurasi sebesar 89,14% mengindikasikan bahwa sebagian besar data berhasil diklasifikasikan dengan benar oleh model. Selain itu, nilai precision sebesar 87,62% menunjukkan bahwa mayoritas pelanggan yang diprediksi akan melakukan pembelian ulang memang benar-benar termasuk dalam kelompok tersebut. Di sisi lain, nilai recall sebesar 85,47% menandakan bahwa model mampu mengenali sebagian besar pelanggan yang memiliki potensi untuk kembali melakukan transaksi. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam mengidentifikasi pola perilaku pembelian ulang konsumen berdasarkan data historis yang tersedia.



Gambar 6. Confusion Matrix Model Klasifikasi

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan confusion matrix, jumlah prediksi yang berhasil diklasifikasikan dengan benar jauh lebih besar dibandingkan jumlah prediksi yang mengalami kesalahan. Temuan ini menunjukkan bahwa model yang dikembangkan mampu mengenali perbedaan antara pelanggan yang berpotensi melakukan pembelian ulang dan pelanggan yang tidak memiliki kecenderungan tersebut dengan cukup baik. Dengan tingkat kesalahan klasifikasi yang relatif rendah, model dapat dianggap memiliki kemampuan prediksi yang andal dalam mendukung analisis perilaku konsumen pada marketplace digital.

V. PEMBAHASAN

Temuan penelitian mengindikasikan bahwa kombinasi antara Business Intelligence dan Machine Learning mampu menghasilkan pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai perilaku konsumen pada marketplace digital. Melalui Business Intelligence, berbagai informasi terkait pola transaksi, preferensi produk, dan aktivitas pelanggan dapat disajikan secara visual melalui dashboard interaktif yang mudah dipahami. Informasi tersebut memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi bisnis yang sedang berlangsung, sehingga membantu organisasi dalam memantau kinerja, mengenali tren yang muncul, serta menemukan peluang untuk meningkatkan efektivitas strategi bisnis dan operasional.

Sementara itu, penerapan Machine Learning memungkinkan organisasi melakukan prediksi terhadap perilaku pelanggan dengan memanfaatkan pola yang diperoleh dari data transaksi sebelumnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan mampu mencapai tingkat akurasi sebesar 89,14%, yang menandakan kemampuan prediksi yang cukup tinggi dalam mengidentifikasi pelanggan yang berpotensi melakukan pembelian ulang. Informasi prediktif tersebut dapat dimanfaatkan perusahaan untuk merancang strategi pemasaran yang lebih terarah sesuai karakteristik pelanggan, meningkatkan tingkat loyalitas dan retensi pelanggan, serta memaksimalkan efektivitas program promosi yang dijalankan.

Hasil penelitian juga mengungkapkan bahwa pelanggan yang lebih sering melakukan transaksi umumnya menghasilkan nilai pembelian yang lebih tinggi dibandingkan pelanggan dengan frekuensi transaksi yang lebih rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara intensitas pembelian dan kontribusi nilai transaksi yang diberikan oleh pelanggan. Oleh karena itu, penerapan segmentasi pelanggan berdasarkan pola transaksi dapat menjadi langkah strategis untuk meningkatkan customer lifetime value. Selain membantu memahami karakteristik pelanggan secara lebih mendalam, integrasi Business Intelligence dan Machine Learning memungkinkan organisasi tidak hanya menganalisis perilaku konsumen yang telah terjadi, tetapi juga memprediksi kecenderungan perilaku yang mungkin muncul di masa depan. Dengan kemampuan tersebut, organisasi dapat mengambil keputusan yang lebih cepat, tepat, dan berbasis data dalam mengelola aktivitas bisnis pada marketplace digital.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan performa yang cukup baik, terdapat beberapa aspek yang masih menjadi batasan dalam penelitian ini. Data yang digunakan hanya berasal dari satu sumber dataset marketplace digital, sehingga pola perilaku konsumen yang diperoleh belum tentu sepenuhnya mencerminkan kondisi pada berbagai platform e-commerce dengan karakteristik yang berbeda. Selain itu, proses prediksi hanya menggunakan algoritma Random Forest sehingga belum memberikan gambaran mengenai performa algoritma Machine Learning lainnya pada dataset yang sama. Oleh sebab itu, penelitian berikutnya dapat dikembangkan dengan memanfaatkan data yang lebih beragam, baik dari sisi jumlah maupun sumber data, serta melakukan perbandingan beberapa metode prediksi untuk memperoleh hasil yang lebih luas, mendalam, dan memiliki tingkat akurasi yang lebih optimal.

VI. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Business Intelligence yang dipadukan dengan Machine Learning dapat dimanfaatkan secara efektif untuk memahami sekaligus memprediksi perilaku konsumen pada marketplace digital. Melalui Business Intelligence, data transaksi dapat diolah dan divisualisasikan dalam bentuk dashboard interaktif yang memudahkan pengguna dalam mengamati pola pembelian, preferensi produk, serta aktivitas pelanggan. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, kategori produk elektronik tercatat sebagai penyumbang pendapatan terbesar pada marketplace, sedangkan mayoritas pelanggan masih berada pada kategori dengan tingkat frekuensi pembelian yang rendah hingga sedang.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma Random Forest yang digunakan dalam penelitian ini mampu memberikan performa prediksi yang cukup baik, yang ditunjukkan oleh nilai accuracy sebesar 89,14%, precision sebesar 87,62%, recall sebesar 85,47%, dan F1-Score sebesar 86,53%. Capaian tersebut mengindikasikan bahwa model memiliki kemampuan yang tinggi dalam mengenali pelanggan yang berpotensi melakukan pembelian ulang berdasarkan data historis yang tersedia. Selain itu, analisis juga memperlihatkan bahwa pelanggan yang lebih aktif bertransaksi cenderung memberikan kontribusi nilai pembelian yang lebih besar dibandingkan pelanggan lainnya. Temuan ini menunjukkan bahwa pengelompokan pelanggan berdasarkan pola transaksi dapat dimanfaatkan sebagai strategi untuk meningkatkan nilai pelanggan dalam jangka panjang (customer lifetime value).

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa penggabungan Business Intelligence dan Machine Learning mampu memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pola dan karakteristik perilaku konsumen pada marketplace digital. Kombinasi kedua pendekatan tersebut tidak hanya membantu organisasi dalam menganalisis data yang telah terjadi, tetapi juga mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih cepat, tepat, dan didasarkan pada informasi yang diperoleh dari data. Dengan adanya kemampuan analisis dan prediksi yang saling melengkapi, organisasi dapat merancang strategi bisnis yang lebih efektif sesuai dengan kebutuhan dan perilaku pelanggan. Untuk

penelitian berikutnya, pengembangan dapat dilakukan dengan menggunakan dataset yang lebih besar dan mencakup periode pengamatan yang lebih panjang agar hasil yang diperoleh semakin representatif. Selain itu, penambahan variabel yang berkaitan dengan perilaku konsumen serta penerapan dan perbandingan beberapa algoritma Machine Learning lainnya dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan akurasi model prediksi yang dihasilkan.

Kontribusi Penulis: Maskana Ramadhani: Konseptualisasi, Metodologi, Penulisan, Supervisi. **Kevin Oktavia Pratama:** Investigasi, Kurasi Data, Visualisasi, Analisis, Validasi.

Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang telah diterbitkan.

Pendanaan: -
Ucapan Terima Kasih: -
Konflik Kepentingan: Para penulis menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan.
Ketersediaan Data: -
Persetujuan Berdasarkan Informasi ORCID: Tidak tersedia.
Penulis Pertama: https: -
Penulis Kedua: https: - Penulis Ketiga: -

REFERENSI

[1] I. I. J. Rifka Alkhilyatul Ma'rifat, I Made Suraharta, "THE ROLE OF DATA ANALYTICS IN ENHANCING E-COMMERCE REVENUE PERFORMANCE IN THE U.S.," vol. 2, no. 1, pp. 306–312, 2024.

[2] Z. Alamin, R. Missouri, S. Sutriawan, F. Fathir, and K. Khairunnas, "Perkembangan E-commerce: Analisis Dominasi Shopee sebagai Primadona Marketplace di Indonesia," *J-ESA (Jurnal Ekon. Syariah)*, vol. 6, no. 2, pp. 120–131, 2023, doi: 10.52266/jesa.v6i2.2484.

[3] Mira Yuli and Siti Aisah, "Perkembangan dan Tren E-Commerce di Indonesia," *J. Manaj. Dan Bisnis Ekon.*, vol. 3, no. 4, pp. 131–140, 2025, doi: 10.54066/jmbe-itb.v3i4.3584.

[4] O. Wijaya, "E-Commerce: Perkembangan, Tren, dan Peraturan Perundang-Undangan," *E-Bisnis J. Ilm. Ekon. dan Bisnis*, vol. 16, no. 1, pp. 41–47, 2023, doi: 10.51903/e-bisnis.v16i1.1083.

[5] L. Theodorakopoulos and A. Theodoropoulou, "Leveraging Big Data Analytics for Understanding Consumer Behavior in Digital Marketing: A Systematic Review," *Hum. Behav. Emerg. Technol.*, vol. 2024, 2024, doi: 10.1155/2024/3641502.

[6] W. Ding, "Analysis of customer purchasing behavior in E-commerce model," *Theor. Nat. Sci.*, vol. 52, no. 1, pp. 201–206, 2024, doi: 10.54254/2753-8818/52/2024ch0163.

[7] N. Yadav, M. Thoke, R. Shrivastav, and V. Prajapati, "Consumer Behavior in online purchasing," *Int. J. Adv. Multidiscip. Res. Stud.*, vol. 4, no. 3, pp. 1108–1112, 2024, doi: 10.62225/2583049x.2024.4.3.2908.

[8] D. Anwar, M. Faizanuddin, F. Rahman, and R. Dayal, "Analyzing Consumer Behavior in E-Commerce: Insights from Data-Driven Approaches," *Manag.*, vol. 3, 2025, doi: 10.62486/agma2025127.

[9] A. Charkaoui and S. Jabraoui, "20 Years of Scientific Study on Business Intelligence and Decision-Making Performance: A Bibliometric Analysis," *J. Inf. Syst. Eng. Bus. Intell.*, vol. 10, no. 3, pp. 408–421, 2024, doi: 10.20473/jisebi.10.3.408-421.

[10] Y. Talaoui and M. Kohtamäki, "35 Years of Research on Business Intelligence Process: a Synthesis of a Fragmented Literature," *Manag. Res. Rev.*, vol. 44, no. 5, pp. 677–717, 2020, doi: 10.1108/MRR-07-2020-0386.

[11] A. Alzghoul, A. A. Khaddam, F. Abousweilem, H. J. Irtaimeh, and Q. Alshaar, "How business intelligence capability impacts decision-making speed, comprehensiveness, and firm performance," *Inf. Dev.*, vol. 40, no. 2, pp. 220–233, 2024, doi: 10.1177/02666669221108438.

[12] A. W. Nugroho and A. A. G. S. Utama, "Business Intelligence Systems and Their Impact on Organizational Decision-Making and Performance Outcomes: Literature Review," *Owner*, vol. 9, no. 2, pp. 1269–1284, 2025, doi: 10.33395/owner.v9i2.2646.

[13] Z. Dvulit and L. Maznyk, "The role of business analytics in the era of Big Data: new opportunities for managerial decision-making," *Manag. Entrep. Ukr. stages Form. Probl. Dev.*, vol. 2024, no. 2, pp. 152–165, 2024, doi: 10.23939/smeu2024.02.152.

[14] Oluwaseun Badmus, Shahab Anas Rajput, John Babatope Arogundade, and Mosope Williams, "AI-driven business analytics and decision making," *World J. Adv. Res. Rev.*, vol. 24, no. 1, pp. 616–633, 2024, doi: 10.30574/wjarr.2024.24.1.3093.

[15] K. Khawaldeh, F. T. Awamleh, and A. M. Al-Momani, "Data-driven strategic decisions: Leveraging business analytics and big data to improve decision-making insights in the international organizations," *J. Proj. Manag.*, vol. 10, no. 1, pp. 61–70, 2025, doi: 10.5267/j.jpm.2024.11.002.

[16] C. T. Gonçalves, M. J. A. Gonçalves, and M. I. Campante, "Developing Integrated Performance Dashboards Visualisations Using Power BI as a Platform," *Inf.*, vol. 14, no. 11, 2023, doi: 10.3390/info14110614.

[17] G. Neri *et al.*, "Data visualization in AI-assisted decision-making: a systematic review," *Front. Commun.*, vol. 10, 2025, doi: 10.3389/fcomm.2025.1605655.

[18] M. F. Rais, M. F. Ramadhan, M. Y. Iskandar, and M. S. Hasibuan, "Development of Interactive Online Magazine Based on Data Visualization with Google Data Studio in Tulang Bawang Regency," pp. 1–6, 2025, doi: 10.1109/icic68054.2025.11309381.

[19] I. M. Subrata Sandhiyasa, I. G. A. A. Pira Parniti, B. Kusuma Wijaya, and N. P. Suandana Widantari, "Real Time Sales Data Visualization at Agung Wastra Using Looker Studio," *TECHNOVATE J. Inf. Technol. Strateg. Innov. Manag.*, vol. 2, no. 2, pp. 96–103, 2025, [Online]. Available: https://globalresearcher.net/index.php/technovate/article/view/133

[20] S. Zhou and N. S. Hudin, "Advancing e-commerce user purchase prediction: Integration of time-series attention with event-based timestamp encoding and Graph Neural Network-Enhanced user profiling," *PLoS One*, vol. 19, no. 4 April, 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0299087.

[21] A. Afzal, M. E. Rana, V. A. Hameed, and S. Safavi, "Integrating Quantum Computing Algorithms with Predictive Analytics of Customer Behaviour in E-Commerce," *3rd Int. Conf. Adv. Smart, Secur. Intell. Comput. ASSIC 2025*, pp. 1–7, 2025, doi: 10.1109/ASSIC64892.2025.11158364.

[22] S. Srivastava, R. K. Bawa, N. Nagar, R. Srivastava, and S. Sargam, "Predictive Marketing and Sales Analytics Using Machine Learning for Small and Medium E-Commerce Enterprises," *Int. Conf. Innov. Pract. Technol. Manag. ICIPTM 2026*, 2026, doi: 10.1109/ICIPTM69057.2026.11465324.

[23] R. Kasemrat, T. Kraiwanit, and N. Yuenyong, "Predictive Analytics in Customer Behavior: Unveiling Economic and Governance Insights Through Machine Learning," *J. Gov. Regul.*, vol. 14, no. 1 Special Issue, pp. 318–331, 2025, doi: 10.22495/jgrv14i1siart8.

[24] F. Ahmed, M. R. Ahmed, M. A. Kabir, and M. M. Islam, "Revolutionizing Business Analytics: The Impact of Artificial Intelligence and Machine Learning.," *Am. J. Adv. Technol. Eng. Solut.*, vol. 1, no. 01, pp. 147–173, 2025, doi: 10.63125/f7yjxw69.

[25] M. N. H. Mamun, "Role of Ai and Data Science in Data-Driven Decision Making for It Business Intelligence: a Systematic Literature Review," *ASRC Procedia Glob. Perspect. Sci. Scholarsh.*, vol. 01, no. 01, pp. 564–588, 2025, doi: 10.63125/n1xpym21.

[26] S. Fraihat, W. A. Salameh, A. Elhassan, B. A. Tahoun, and M. Asasfeh, "Business Intelligence Framework Design and Implementation: A Real-estate Market Case Study," *J. Data Inf. Qual.*, vol. 13, no. 2, 2021, doi: 10.1145/3422669.

[27] W. Villegas-Ch, X. Palacios-Pacheco, and S. Luján-Mora, "A business intelligence framework for analyzing educational data," *Sustain.*, vol. 12, no. 14, pp. 1–21, 2020, doi: 10.3390/su12145745.

[28] B. H. Wixom, H. J. Watson, and T. Werner, "Developing an enterprise business intelligence capability: The Norfolk Southern journey.," *MIS Q. Exec.*, vol. 10, no. 2, 2011.

[29] L. Malawani, R. Sanguinoa, and J. L. Tato Jiménez, "A Systematic Literature Review on the Impact of Business Intelligence on Organization Agility," *Adm. Sci.*, vol. 15, no. 7, 2025, doi: 10.3390/admsci15070250.

[30] I. Abushaikha, L. Salhieh, T. Darwish, and A. Matopoulos, "Business intelligence competence as a strategic enabler of organizational agility within supply networks," *Strateg. Leadersh.*, pp. 1–31, 2026, doi: 10.1108/SL-10-2025-0343.

[31] K. Al-Daraba, S. A. Al-shami, N. Rashid, and M. I. Qureshi, "Systematic review of factors influencing adoption of business intelligence systems," *Discov. Sustain.*, vol. 6, no. 1, 2025, doi: 10.1007/s43621-025-01876-5.

[32] M. A. Jeusfeld and S. Thoun, "Key performance indicators in data warehouses," *Lect. Notes Bus. Inf. Process.*, vol. 253, pp. 111–129, 2016, doi: 10.1007/978-3-319-39243-1_5.

[33] M. van de Ven, P. Lara Machado, A. Athanasopoulou, B. Aysolmaz, and O. Turetken, *Key performance indicators for business models: a systematic review and catalog*, vol. 21, no. 3. Springer Berlin Heidelberg, 2023. doi: 10.1007/s10257-023-00650-2.

[34] P. Handayani and S. Supriyono, "Implementasi Sistem Informasi Penilaian Kinerja Karyawan Menggunakan Key Performance Indicator pada PT Internusa Master Niaga," *Bima Abdi J. Pengabdi. Masy.*, vol. 5, no. 2, pp. 378–386, 2025, doi: 10.53299/bajpm.v5i2.1759.

[35] D. Mahmud and M. Z. Ikbal, "the Role of Etl (Extract-Transform-Load) Pipelines in Scalable Business Intelligence: a Comparative Study of Data Integration Tools," *ASRC Procedia Glob. Perspect. Sci. Scholarsh.*, vol. 02, no. 01, pp. 89–121, 2022, doi: 10.63125/1spa6877.

[36] S. Kumar Singu, "ETL Process Automation: Tools and Techniques," *ESP J. Eng. Technol. Adv.*, vol. II, no. 1, pp. 74–85, 2022, doi: 10.56472/25832646/JETA-V2I1P110.

[37] L. Dinesh and K. G. Devi, "An efficient hybrid optimization of ETL process in data warehouse of cloud architecture," *J. Cloud Comput.*, vol. 13, no. 1, 2024, doi: 10.1186/s13677-023-00571-y.

[38] F. P. E. Putra, M. Dafid, and I. Syafi'i, "Firewall Implementation as a Computer Network Security Strategy for Data Protection," *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 1, pp. 291–297, 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i1.6162.

[39] H. S. Rhamadani, P. E. P. Utomo, and M. F. Putri, "Operational Data Integration with Pureshare Dashboard for Unified Service Unit," *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 2, pp. 1151–1162, 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i2.7412.

[40] D. Orlovskyi and A. Kopp, "A business intelligence dashboard design approach to improve data analytics and decision making," *CEUR Workshop Proc.*, vol. 2833, pp. 48–59, 2021.

[41] M. Brehmer, M. Drouhard, and A. Srinivasan, "REMIXTAPE: Enriching Narratives about Metrics with Semantic Alignment and Contextual Recommendation," *IEEE Pacific Vis. Symp.*, pp. 69–79, 2025, doi: 10.1109/PacificVis64226.2025.00013.

[42] F. Oktaviani and Nita Rosa Damayanti, "Analisis Data Peserta Didik Sekolah Menengah Atas (SMA) Menggunakan Visualiasasi Google Looker Studio," *JSAI (Journal Sci. Appl. Informatics)*, vol. 7, no. 3, pp. 495–501, 2024, doi: 10.36085/jsai.v7i3.7084.

[43] C. Burnay, M. Lega, and S. Bouraga, "Business intelligence and cognitive loads: Proposition of a dashboard adoption model," *Data Knowl. Eng.*, vol. 152, 2024, doi: 10.1016/j.datak.2024.102310.

[44] L. Yang, X. Niu, and J. Wu, "RF-LighGBM: A probabilistic ensemble way to predict customer repurchase behaviour in community e-commerce," pp. 1–15, 2021, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2109.00724

[45] R. Esmeli and A. Gokce, "An Analysis of Consumer Purchase Behavior Following Cart Addition in E-Commerce Utilizing Explainable Artificial Intelligence," *J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res.* , vol. 20, no. 1, 2025, doi: 10.3390/jtaer20010028.

[46] J. Jobstreibizer, T. Beliaeva, M. Ferasso, S. Kraus, and A. Kallmuenzer, "The impact of artificial intelligence

on business models: a bibliometric-systematic literature review," *Manag. Decis.*, vol. 63, no. 13, pp. 372–396, 2025, doi: 10.1108/MD-10-2024-2309.

[47] M. Fahad and J. Darmont, "An Ontology-Based Collaborative Business Intelligence Framework," pp. 480–487, 2023, doi: 10.5220/0012131900003541.

[48] S. S. Majd, A. Maleki, S. Basirat, and A. Golkarfard, "Fermatean Fuzzy TOPSIS Method and Its Application in Ranking Business Intelligence-Based Strategies in Smart City Context," *J. Oper. Intell.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–16, 2025, doi: 10.31181/jopi31202532.

[49] P. Pande, A. K. Kulkarni, B. P, B. S, V. Ramalingam, and R. R, "Big Data Analytics in E-commerce Driving Business Decisions Through Customer Behavior Insights," *ITM Web Conf.*, vol. 76, p. 05001, 2025, doi: 10.1051/itmconf/20257605001.

[50] Adebanji Samuel Ogunmokun, Emmanuel Damilare Balogun, and Kolade Olusola Ogunsola, "The role of business analytics in enhancing revenue optimization and competitive advantage in e-commerce," *Gulf J. Adv. Bus. Res.*, vol. 3, no. 3, pp. 952–963, 2025, doi: 10.51594/gjabr.v3i3.121.