

Analisis Adopsi E-commerce di Indonesia: Strategi Digitalisasi untuk Pelaku Usaha (2019-2021)

Bayu Satrio Wibowo^{1*}, Raihan Marzo Yudhistira², Rivky Evandeto Teguh Afandy³, Bella Okta Sari Miranda⁴, Chusnul Maulidina Hidayat⁵

¹Program Studi Binsis Digital
Telkom University Purwokerto

^{1*}bayusatriowibowo@student.telkom
university.ac.id

²Program Studi Binsis Digital
Telkom University Purwokerto

²raihanmarzo@student.telkomuniver
sity.ac.id

³Program Studi Binsis Digital
Telkom University Purwokerto

³rivkyevandetoteguh@student.telkom
university.ac.id

⁴Program Studi Binsis Digital
Telkom University Purwokerto

⁴bellaoktasarimiranda@telkomuniver
sity.ac.id

⁵Program Studi Binsis Digital
Telkom University Purwokerto

⁵chusnulh@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Perkembangan teknologi digital dan pandemi COVID-19 telah mendorong percepatan transformasi digital pada berbagai sektor usaha, termasuk adopsi e-commerce oleh pelaku usaha di Indonesia. Namun, tingkat pemanfaatan e-commerce masih menunjukkan variasi antar wilayah dan menghadapi berbagai hambatan dalam implementasinya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat adopsi e-commerce di Indonesia periode 2019–2021, mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi penggunaannya, serta merumuskan strategi digitalisasi bagi pelaku usaha. Penelitian menggunakan data sekunder dari publikasi Statistik E-Commerce Indonesia yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS). Metode yang digunakan meliputi proses ETL (Extract, Transform, Load), analisis deskriptif, dan visualisasi data menggunakan Power BI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat adopsi e-commerce masih relatif rendah, dengan hanya 36,14% pelaku usaha yang telah menggunakan e-commerce, sementara 63,86% lainnya masih berjualan secara konvensional. Alasan utama tidak menggunakan e-commerce adalah kenyamanan berjualan secara offline, rendahnya minat berjualan online, serta keterbatasan pengetahuan dan keterampilan digital. Analisis juga menunjukkan adanya kesenjangan adopsi antar provinsi, di mana DI Yogyakarta memiliki tingkat adopsi tertinggi dan Maluku Utara terendah. Selain itu, terjadi peningkatan signifikan adopsi e-commerce pada tahun 2020 akibat pandemi COVID-19. Instagram menjadi platform penjualan yang paling banyak digunakan, sedangkan metode pembayaran Cash on Delivery (COD) masih mendominasi transaksi digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan e-commerce di Indonesia memerlukan peningkatan literasi digital, penguatan infrastruktur teknologi, perluasan akses internet, serta kolaborasi antara pemerintah, platform digital, dan pelaku usaha untuk mempercepat transformasi digital dan meningkatkan daya saing UMKM.

Kata Kunci: Adopsi E-commerce, Digitalisasi Usaha, Transformasi Digital, Ekonomi Digital

Abstract— The development of digital technology and the COVID-19 pandemic have accelerated digital transformation across various business sectors, including e-commerce adoption among business actors in Indonesia. However, the level of e-commerce utilization still shows variation across regions and faces various obstacles in its implementation. This study aims to analyze the level of e-commerce adoption in Indonesia during the 2019–2021 period, identify the factors influencing its use, and formulate digitalization strategies for business actors. The study uses secondary data from the Indonesia E-Commerce Statistics publication issued by the Central Bureau of Statistics (BPS). The methods used include the ETL (Extract, Transform, Load) process, descriptive analysis, and data visualization using Power BI. The research results show that the level of e-commerce adoption is still relatively low, with only 36.14% of business actors having used e-commerce, while the remaining 63.86% still sell conventionally. The main reasons for not using e-commerce are the convenience of selling offline, low interest in selling online, and limited digital knowledge and skills. The analysis also shows an adoption gap between provinces, with DI Yogyakarta having the highest adoption rate and North Maluku the lowest. In addition, there was a significant increase in e-commerce adoption in 2020 due to the COVID-19 pandemic. Instagram is the most widely used sales platform, while the Cash on Delivery (COD) payment method still dominates digital transactions.

The research results indicate that the development of e-commerce in Indonesia requires improved digital literacy, strengthened technological infrastructure, expanded internet access, and collaboration between the government, digital platforms, and business actors to accelerate digital transformation and enhance the competitiveness of MSMEs (Micro, Small, and Medium Enterprises).

Keywords: E-commerce Adoption, Business Digitalization, Digital Transformation, Digital Economy

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital dalam beberapa tahun terakhir telah membawa perubahan yang signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk cara pelaku usaha menjalankan aktivitas bisnisnya. Salah satu bentuk transformasi digital yang paling menonjol adalah meningkatnya penggunaan *electronic commerce* (*e-commerce*) sebagai media transaksi dan pemasaran produk[1]. *E-commerce* memungkinkan pelaku usaha untuk menjangkau pasar yang lebih luas, mengurangi keterbatasan geografis, meningkatkan efisiensi operasional, serta memberikan kemudahan bagi konsumen dalam melakukan transaksi[2]. Di Indonesia, perkembangan *e-commerce* didukung oleh meningkatnya penetrasi internet, penggunaan perangkat mobile, serta berkembangnya berbagai platform marketplace dan layanan pembayaran digital yang semakin memudahkan proses transaksi secara daring[3].

Peran *e-commerce* menjadi semakin penting sejak terjadinya pandemi COVID-19 pada tahun 2020. Kebijakan pembatasan aktivitas masyarakat yang diterapkan untuk menekan penyebaran virus menyebabkan perubahan perilaku konsumen dan pelaku usaha dalam melakukan transaksi ekonomi. Aktivitas perdagangan yang sebelumnya banyak dilakukan secara tatap muka beralih ke platform digital. Kondisi ini mendorong percepatan transformasi digital di berbagai sektor ekonomi, khususnya pada sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang merupakan tulang punggung perekonomian Indonesia[4], [5]. Bagi banyak pelaku usaha, adopsi *e-commerce* tidak lagi menjadi pilihan, melainkan kebutuhan untuk mempertahankan keberlangsungan usaha di tengah perubahan lingkungan bisnis yang semakin dinamis.

Meskipun demikian, tingkat pemanfaatan *e-commerce* oleh pelaku usaha di Indonesia masih menunjukkan variasi yang cukup besar. Tidak semua pelaku usaha memiliki kemampuan dan kesiapan

yang sama dalam mengadopsi teknologi digital. Perbedaan kondisi infrastruktur, akses internet, tingkat literasi digital, karakteristik usaha, serta dukungan ekosistem digital menyebabkan tingkat adopsi *e-commerce* berbeda-beda antar wilayah[6]. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses transformasi digital di Indonesia belum berlangsung secara merata dan masih menghadapi berbagai tantangan yang perlu mendapat perhatian dari berbagai pemangku kepentingan.

Berdasarkan publikasi Statistik *E-Commerce* Indonesia yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), masih banyak pelaku usaha yang belum memanfaatkan *e-commerce* dalam kegiatan bisnisnya. Sebagian besar pelaku usaha masih mengandalkan metode penjualan konvensional karena dianggap lebih mudah dan sesuai dengan kondisi usaha yang dijalankan. Selain itu, rendahnya pengetahuan mengenai teknologi digital, keterbatasan sumber daya manusia, kurangnya keterampilan dalam mengelola platform digital, serta kekhawatiran terhadap keamanan transaksi dan perlindungan data pribadi menjadi faktor-faktor yang menghambat pemanfaatan *e-commerce*. Di beberapa wilayah, keterbatasan infrastruktur teknologi informasi dan akses internet juga menjadi kendala yang menghambat percepatan digitalisasi usaha.

Di sisi lain, perkembangan ekosistem digital yang semakin pesat telah menghadirkan berbagai peluang bagi pelaku usaha untuk meningkatkan daya saing dan memperluas pasar[7]. Berbagai *platform marketplace*, media sosial, aplikasi pesan instan, serta layanan pembayaran digital telah menjadi sarana penting dalam mendukung aktivitas perdagangan elektronik. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai tingkat adopsi *e-commerce*, media penjualan yang digunakan, metode pembayaran yang dipilih, serta faktor-faktor yang menghambat penggunaan *e-commerce* menjadi sangat penting dalam upaya

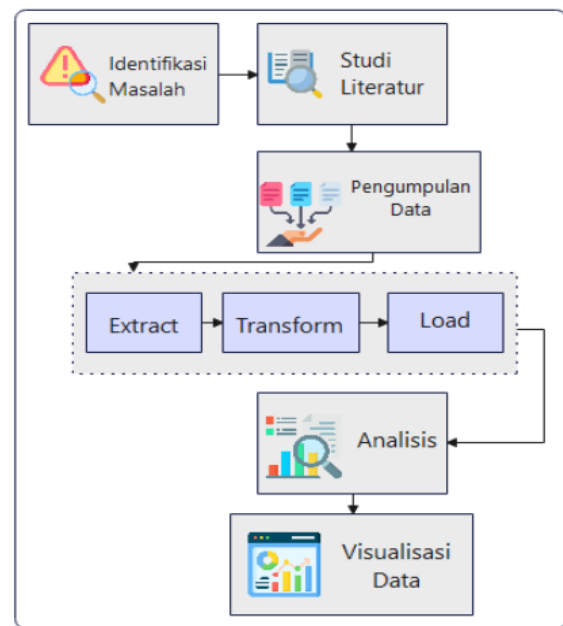
mendorong transformasi digital yang lebih inklusif[8], [9].

Analisis data *e-commerce* pada periode 2019–2021 menjadi relevan untuk dilakukan karena periode tersebut mencakup kondisi sebelum pandemi, saat pandemi, dan awal masa pemulihan ekonomi. Analisis terhadap data tersebut dapat memberikan gambaran mengenai perubahan pola adopsi *e-commerce*, dinamika penggunaan platform digital oleh pelaku usaha, serta pergeseran preferensi dalam metode pembayaran dan aktivitas perdagangan elektronik. Selain itu, analisis ini dapat mengidentifikasi provinsi-provinsi yang memiliki tingkat adopsi tinggi maupun rendah sehingga dapat memberikan informasi yang berguna dalam penyusunan kebijakan dan program pengembangan ekonomi digital.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai Analisis Adopsi *E-Commerce* di Indonesia: Strategi Digitalisasi untuk Pelaku Usaha (2019–2021) menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan adopsi *e-commerce* oleh pelaku usaha di Indonesia, mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi tingkat adopsi, serta merumuskan strategi digitalisasi yang dapat mendukung peningkatan pemanfaatan *e-commerce*. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi masukan bagi pemerintah, penyedia platform digital, dan pelaku usaha dalam merancang kebijakan dan strategi yang efektif untuk mempercepat transformasi digital, meningkatkan inklusi digital.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan yang dilakukan secara sistematis untuk mencapai tujuan penelitian. Tahapan tersebut meliputi identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, proses ETL (*Extract, Transform, Load*), analisis serta visualisasi data[10]. Adapun alur metodologi penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

A. Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah merupakan langkah awal dalam penelitian yang bertujuan untuk menentukan isu utama yang akan dianalisis terkait adopsi *e-commerce* oleh pelaku usaha di Indonesia. Pada tahap ini dilakukan pengamatan terhadap tingkat pemanfaatan *e-commerce* oleh pelaku usaha selama periode 2019–2021 untuk mengetahui sejauh mana transformasi digital telah diterapkan dalam aktivitas bisnis. Selain itu, penelitian mengidentifikasi adanya perbedaan tingkat adopsi *e-commerce* antar provinsi di Indonesia yang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti ketersediaan infrastruktur teknologi informasi, akses internet, tingkat literasi digital, serta kondisi ekonomi daerah. Perbedaan tersebut perlu dianalisis untuk mengetahui wilayah yang memiliki tingkat adopsi tinggi maupun rendah.

Penelitian juga mengkaji berbagai media penjualan yang digunakan oleh pelaku usaha, baik melalui *marketplace*, media sosial, website, maupun platform digital lainnya. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui media yang paling banyak dimanfaatkan dan bagaimana pola penggunaannya selama periode penelitian. Aspek lain yang menjadi fokus adalah metode pembayaran yang digunakan dalam transaksi *e-commerce*. Beragam metode pembayaran seperti transfer bank, dompet digital (*e-wallet*), kartu kredit/debit, maupun pembayaran tunai saat barang

diterima (*Cash on Delivery/COD*) dianalisis untuk mengetahui preferensi pelaku usaha dan konsumen dalam bertransaksi secara digital.

Selain mengidentifikasi faktor pendukung *adopsi e-commerce*, penelitian ini juga mengkaji alasan pelaku usaha yang belum memanfaatkan *e-commerce*. Beberapa faktor yang dapat menjadi penghambat antara lain kurangnya pengetahuan dan keterampilan digital, keterbatasan akses internet, biaya implementasi teknologi, kekhawatiran terhadap keamanan transaksi, serta preferensi untuk tetap menggunakan metode penjualan konvensional. Melalui identifikasi masalah ini, penelitian berupaya memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi adopsi *e-commerce* di Indonesia sehingga dapat menjadi dasar dalam merumuskan strategi digitalisasi yang efektif untuk meningkatkan pemanfaatan *e-commerce* oleh pelaku usaha.

B. Studi Literatur

Tahap studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teoritis dan konseptual yang mendukung penelitian mengenai adopsi *e-commerce* di Indonesia. Kajian literatur dilakukan dengan menelaah berbagai sumber ilmiah dan resmi, seperti jurnal nasional maupun internasional, buku, laporan pemerintah, publikasi dari lembaga statistik, serta hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Literatur yang dikaji mencakup konsep dasar *e-commerce*, transformasi digital, dan digitalisasi UMKM sebagai bagian dari upaya peningkatan daya saing pelaku usaha di era ekonomi digital. Selain itu, penelitian juga menelaah teori-teori terkait adopsi teknologi, seperti faktor-faktor yang memengaruhi penerimaan dan penggunaan teknologi digital oleh individu maupun organisasi.

Kajian literatur juga difokuskan pada berbagai penelitian sebelumnya yang membahas tingkat adopsi *e-commerce*, manfaat penggunaan platform digital dalam kegiatan bisnis, tantangan yang dihadapi pelaku usaha, serta strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan pemanfaatan teknologi digital. Dengan mempelajari hasil penelitian terdahulu, peneliti dapat mengidentifikasi kesenjangan penelitian (*research gap*) yang masih perlu dikaji lebih lanjut. Selain sebagai dasar penyusunan kerangka berpikir penelitian, studi

literatur juga digunakan untuk menentukan variabel yang akan dianalisis, menyusun indikator penelitian, serta mendukung interpretasi hasil analisis yang diperoleh. Dengan demikian, tahap ini berperan penting dalam memastikan bahwa penelitian memiliki dasar ilmiah yang kuat dan relevan dengan perkembangan *e-commerce* di Indonesia.

C. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data yang diperlukan dalam menganalisis tingkat adopsi *e-commerce* oleh pelaku usaha di Indonesia. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang berasal dari publikasi resmi Statistik *E-Commerce* Indonesia yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) selama periode 2019–2021. Proses pengumpulan data dilakukan dengan mengunduh dan mengompilasi data dari publikasi BPS untuk setiap tahun penelitian. Selanjutnya, data dari berbagai sumber dan periode digabungkan menjadi satu basis data yang terintegrasi agar memudahkan proses analisis. Pada tahap ini juga dilakukan identifikasi variabel yang relevan dengan tujuan penelitian serta pemeriksaan kelengkapan data untuk memastikan bahwa seluruh informasi yang dibutuhkan tersedia.

Data yang telah terkumpul kemudian disusun dalam format yang terstruktur sehingga dapat digunakan pada tahap prapemrosesan data dan analisis selanjutnya. Melalui proses pengumpulan data yang sistematis, penelitian dapat menghasilkan informasi yang akurat dan representatif mengenai kondisi adopsi *e-commerce* oleh pelaku usaha di Indonesia selama periode 2019–2021.

D. Proses ETL

Proses ETL (*Extract, Transform, Load*) merupakan tahapan penting dalam pengolahan data yang bertujuan untuk menyiapkan data agar siap digunakan dalam analisis dan visualisasi[11]. ETL mencakup tiga proses utama, yaitu *Extract* untuk mengambil data dari sumber data, *Transform* untuk membersihkan dan mengolah data sesuai kebutuhan analisis, serta *Load* untuk memuat data yang telah diproses ke dalam sistem analitik[12], [13]. Pada penelitian ini, proses ETL dilakukan menggunakan Power BI Desktop guna menghasilkan dataset yang terstruktur, konsisten, dan siap digunakan dalam

pembuatan dashboard serta analisis adopsi e-commerce di Indonesia periode 2019–2021.

1. *Extract*

Tahap *Extract* merupakan proses pengambilan data dari sumber data yang digunakan dalam penelitian[14]. Pada penelitian ini, data diekstraksi dari file Dataset E-Commerce.xlsx menggunakan Power BI Desktop. Proses ekstraksi dilakukan dengan mengimpor data melalui menu Get Data dan memilih sumber data Excel Workbook. Selanjutnya, sheet Data *E-Commerce* dan Keterangan dipilih sebagai dataset yang akan digunakan dalam analisis. Data yang telah dipilih kemudian dibuka pada *Power Query Editor* melalui fitur *Transform Data* untuk dilakukan validasi struktur data dan persiapan proses transformasi pada tahap ETL selanjutnya[15], [16].

2. *Transform*

Tahap *Transform* dilakukan untuk mengubah data mentah menjadi data yang lebih terstruktur, konsisten, dan siap digunakan dalam proses analisis[17]. Pada penelitian ini, transformasi data dilakukan menggunakan *Power Query Editor* di Power BI melalui beberapa tahapan, yaitu promosi header, pembersihan data, unpivot data, pembuatan kolom kategori, dan pemisahan tabel berdasarkan topik analisis[18].

Langkah pertama dalam proses transformasi adalah promosi *header*. Pada dataset yang digunakan, nama kolom tidak berada pada baris pertama, melainkan pada baris kedua. Oleh karena itu, baris kedua diubah menjadi header agar setiap kolom memiliki nama yang sesuai dengan atribut data yang direpresentasikan. Proses ini dilakukan menggunakan fitur *Use First Row as Headers* pada *Power Query Editor*. Setelah proses promosi *header* selesai, dilakukan pemeriksaan untuk memastikan bahwa seluruh nama kolom, seperti Tahun, Provinsi, dan Melakukan *E-commerce* (%), telah ditampilkan dengan benar.

Tahap pembersihan data (*data cleansing*) bertujuan untuk memastikan kualitas, akurasi, dan konsistensi data sebelum dilakukan analisis. Pada tahap ini dilakukan identifikasi dan penanganan terhadap data yang tidak valid, seperti nilai ekstrem (*outlier*), nilai negatif yang tidak sesuai dengan konteks data, serta ketidaksesuaian lainnya yang berpotensi memengaruhi hasil analisis.

Pada dataset ditemukan beberapa nilai persentase yang melebihi 100%, seperti nilai 111,63 pada Provinsi Kepulauan Bangka Belitung tahun 2020, 105,30 pada Provinsi Nusa Tenggara Timur tahun 2020, dan 100,77 pada Provinsi Sumatera Barat tahun 2020. Nilai tersebut dianggap tidak realistis karena persentase secara teoritis tidak dapat melebihi 100%. Oleh karena itu, dilakukan proses koreksi menggunakan fitur *Replace Values* pada *Power Query* dengan mengubah seluruh nilai yang lebih besar dari 100 menjadi 100%.

Selain itu, ditemukan nilai negatif pada dataset, seperti nilai -0,01 pada Provinsi Nusa Tenggara Barat tahun 2020. Karena data yang digunakan berbentuk persentase, nilai negatif dianggap tidak valid. Oleh sebab itu, seluruh nilai negatif diubah menjadi 0% untuk menjaga konsistensi dan validitas data.

Dataset awal memiliki struktur wide format, yaitu satu baris mewakili satu provinsi dan satu tahun dengan banyak kolom yang merepresentasikan berbagai kategori data. Struktur ini kurang fleksibel untuk proses analisis dan visualisasi di Power BI. Oleh karena itu, dilakukan transformasi ke long format menggunakan fitur *Unpivot Columns*. Proses unpivot dilakukan dengan mempertahankan kolom Tahun dan Provinsi sebagai identitas data, sedangkan seluruh kolom lainnya diubah menjadi pasangan atribut dan nilai. Hasil transformasi menghasilkan empat kolom utama, yaitu Tahun, Provinsi, Atribut, dan Nilai. Format ini memudahkan proses agregasi, *filtering*, dan visualisasi data dalam dashboard.

Setelah proses *unpivot* selesai, dibuat kolom baru bernama Kelompok untuk mengelompokkan atribut-atribut yang memiliki karakteristik serupa. Pengelompokan ini bertujuan untuk memudahkan analisis berdasarkan tema tertentu, seperti tingkat adopsi *e-commerce*, media penjualan, metode pembayaran, serta alasan pelaku usaha tidak menggunakan *e-commerce*. Dengan adanya kolom kategori, proses pengelompokan dan visualisasi data menjadi lebih terstruktur.

Untuk meningkatkan efisiensi analisis dan mempermudah pembuatan model data di Power BI, dataset kemudian dipisahkan ke dalam beberapa tabel berdasarkan topik pembahasan. Pemisahan tabel dilakukan dengan mengelompokkan data yang

memiliki tema dan tujuan analisis yang sama. Pendekatan ini membantu dalam membangun model data yang lebih sederhana, mengurangi redundansi data, serta memudahkan pembuatan relasi antar tabel pada tahap selanjutnya. Hasil pemisahan tersebut menghasilkan beberapa tabel yang digunakan untuk menganalisis aspek-aspek utama adopsi *e-commerce*, seperti tingkat penggunaan *e-commerce*, media penjualan, metode pembayaran, dan faktor penghambat penggunaan *e-commerce*.

3. Load

Tahap *Load* merupakan proses pemuatan data yang telah melalui tahap ekstraksi dan transformasi ke dalam lingkungan analisis Power BI[19]. Setelah seluruh proses pembersihan, validasi, dan transformasi data selesai dilakukan pada *Power Query Editor*, data dimuat ke Power BI dengan memilih opsi *Close & Apply* (Tutup & Terapkan) pada tab Home. Perintah ini akan menerapkan seluruh perubahan yang telah dilakukan dan memuat data ke dalam model data Power BI. Setelah proses pemuatan selesai, data tersedia dalam bentuk beberapa tabel yang terpisah sesuai dengan struktur dataset yang digunakan. Selanjutnya, dilakukan pembangunan model data (data model) dengan mendefinisikan hubungan (relationship) antar tabel berdasarkan atribut atau kunci yang relevan. Pembentukan hubungan antar tabel ini bertujuan untuk memastikan integrasi data yang konsisten, memudahkan proses analisis, serta mendukung pembuatan visualisasi dan *dashboard* yang akurat dalam Power BI.

E. Analisis

Tahap analisis dilakukan untuk menggambarkan kondisi adopsi *e-commerce* oleh pelaku usaha di Indonesia selama periode 2019–2021. Analisis ini bertujuan mengidentifikasi pola, tren, dan karakteristik penggunaan *e-commerce* berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Analisis mencakup tren adopsi *e-commerce* dari tahun 2019–2021 untuk melihat perkembangan digitalisasi usaha, termasuk perubahan yang terjadi selama pandemi COVID-19. Selain itu, dilakukan perbandingan tingkat adopsi antar provinsi guna mengidentifikasi wilayah dengan tingkat adopsi tertinggi dan terendah.

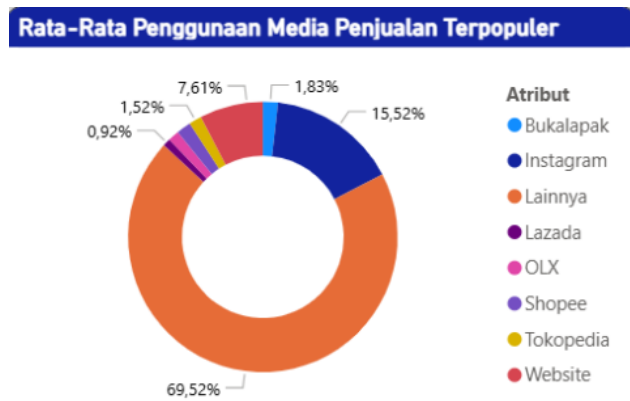
Penelitian juga menganalisis media penjualan yang paling banyak digunakan, seperti *marketplace*, media sosial, website, dan platform digital lainnya, serta metode pembayaran yang paling populer, seperti transfer bank, *e-wallet*, kartu kredit/debit, dan COD. Selanjutnya, dianalisis alasan utama pelaku usaha belum menggunakan *e-commerce*, termasuk keterbatasan pengetahuan digital, akses internet, biaya implementasi, keamanan transaksi, dan preferensi penjualan konvensional. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan ringkasan statistik sebagai dasar untuk visualisasi data, identifikasi faktor-faktor yang memengaruhi adopsi *e-commerce*, serta penyusunan strategi digitalisasi.

F. Visualisasi Data

Selain itu, hasil analisis disusun dalam *dashboard* interaktif yang mengintegrasikan berbagai visualisasi dalam satu tampilan. *Dashboard* ini memungkinkan pengguna melihat tren, perbandingan antar wilayah, dan distribusi data secara lebih cepat dan intuitif. Dengan visualisasi yang tepat, informasi penting dari data dapat disampaikan dengan lebih efektif sehingga mendukung proses interpretasi hasil penelitian dan pengambilan keputusan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) umumnya masih berbentuk data mentah (raw data) sehingga memerlukan tahapan transformasi sebelum dapat digunakan dalam proses analisis. Tahapan ini bertujuan untuk menghasilkan data yang konsisten, terstruktur, dan siap digunakan pada proses pemodelan. Pemodelan dilakukan dengan menerapkan metode atau algoritma tertentu sesuai dengan tujuan penelitian, sehingga pola, hubungan, maupun tren yang terdapat dalam data dapat diidentifikasi secara lebih efektif. Hasil pemodelan selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses analisis dan visualisasi data. Dengan demikian, visualisasi data yang dihasilkan juga mampu merepresentasikan kondisi sebenarnya, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih objektif dan berbasis data.



Gambar 2. Rata-Rata Penggunaan Media Penjualan Terpopuler

Gambar 2 menampilkan rata-rata penggunaan media penjualan terpopuler yang digunakan oleh pelaku usaha dalam menjalankan aktivitas *e-commerce*. Diagram donat menunjukkan proporsi penggunaan berbagai *platform* penjualan berdasarkan persentase rata-rata penggunaannya. Terlihat bahwa kategori Lainnya mendominasi dengan persentase sebesar 69,52%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar pelaku usaha menggunakan media penjualan di luar platform yang secara khusus ditampilkan pada grafik. Kategori ini dapat mencakup berbagai kanal penjualan lain seperti aplikasi pesan instan, media sosial selain Instagram, marketplace lokal, atau platform penjualan mandiri yang tidak termasuk dalam daftar utama.

Instagram menjadi media penjualan yang paling banyak digunakan dengan persentase 15,52%. Hal ini menunjukkan bahwa media sosial memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas pemasaran dan penjualan produk karena kemudahan dalam menjangkau konsumen serta memanfaatkan fitur promosi digital. Selanjutnya, Website menempati posisi kedua dengan persentase 7,61%, yang mengindikasikan bahwa sebagian pelaku usaha telah memiliki situs web sendiri sebagai sarana untuk memperluas pasar dan meningkatkan profesionalisme bisnis. Sementara itu, penggunaan marketplace seperti Bukalapak hanya mencapai 1,83%, Tokopedia sebesar 1,52%, Shopee sebesar 0,92%, dan Lazada memiliki persentase yang relatif kecil dibandingkan media lainnya. Platform OLX juga menunjukkan kontribusi yang rendah dalam aktivitas penjualan daring.

Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan bahwa pelaku usaha cenderung lebih banyak memanfaatkan media penjualan yang beragam di luar marketplace utama. Selain itu, Instagram menjadi platform digital yang paling populer di antara media yang ditampilkan, menandakan pentingnya media sosial sebagai sarana pemasaran dan transaksi dalam ekosistem *e-commerce* Indonesia. Temuan ini juga mengindikasikan bahwa strategi digitalisasi UMKM tidak hanya bergantung pada marketplace besar, tetapi juga memanfaatkan berbagai kanal digital lain yang dianggap lebih sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik usaha.



Gambar 3. Tren Adopsi E-Commerce

Berdasarkan gambar 3 tren adopsi *e-commerce* pada lima provinsi teratas, terlihat bahwa tingkat adopsi *e-commerce* mengalami perubahan yang cukup signifikan selama periode 2019–2021. Pada tahun 2019, tingkat adopsi *e-commerce* masih relatif rendah dan cenderung merata di seluruh provinsi. DI Yogyakarta mencatat nilai tertinggi sebesar 28, sementara DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Timur, dan Lampung berada pada kisaran 18 hingga 20. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebelum pandemi COVID-19, pemanfaatan *e-commerce* oleh pelaku usaha masih terbatas dan belum menjadi saluran utama dalam kegiatan perdagangan.

Memasuki tahun 2020, terjadi peningkatan yang sangat signifikan pada seluruh provinsi yang diamati. DKI Jakarta mencatat tingkat adopsi tertinggi dengan nilai 97, diikuti oleh Lampung sebesar 92, DI Yogyakarta sebesar 91, Jawa Timur sebesar 90, dan Jawa Barat sebesar 88. Lonjakan ini mengindikasikan adanya percepatan transformasi digital yang dipicu oleh pandemi COVID-19. Pembatasan mobilitas masyarakat, penerapan kebijakan jaga jarak, serta perubahan perilaku konsumen mendorong pelaku usaha untuk

memanfaatkan platform *e-commerce* sebagai alternatif dalam menjalankan aktivitas bisnis dan mempertahankan keberlangsungan usaha.

Pada tahun 2021, tingkat adopsi *e-commerce* mengalami penurunan dibandingkan tahun sebelumnya. DI Yogyakarta masih menjadi provinsi dengan nilai tertinggi sebesar 31, disusul oleh Jawa Barat sebesar 23, Lampung sebesar 22, Jawa Timur sebesar 21, dan DKI Jakarta sebesar 19. Meskipun terjadi penurunan, nilai tersebut masih menunjukkan bahwa penggunaan *e-commerce* tetap lebih tinggi dibandingkan kondisi sebelum pandemi. Penurunan ini dapat mengindikasikan bahwa sebagian pelaku usaha mulai kembali menjalankan aktivitas bisnis secara langsung seiring dengan pelonggaran pembatasan sosial dan membaiknya kondisi ekonomi. Namun demikian, pengalaman selama pandemi telah mendorong banyak pelaku usaha untuk tetap memanfaatkan kanal digital sebagai bagian dari strategi bisnis mereka. Secara keseluruhan, tren tersebut menunjukkan bahwa pandemi COVID-19 berperan sebagai katalis utama dalam mempercepat adopsi *e-commerce* di berbagai wilayah Indonesia.



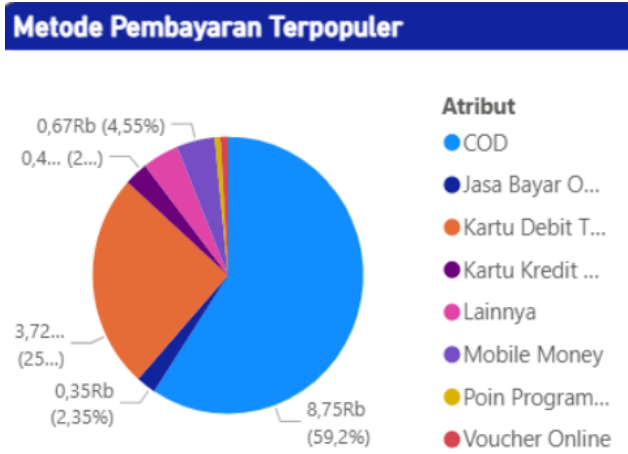
Gambar 4. Alasan Utama Pelaku Usaha Tidak Menggunakan *E-Commerce*

Gambar 4 menampilkan alasan utama pelaku usaha tidak menggunakan *e-commerce* sebagai media penjualan. Grafik batang horizontal menunjukkan jumlah pelaku usaha yang menyatakan berbagai faktor penghambat dalam mengadopsi platform *e-commerce*. Berdasarkan grafik, alasan yang paling dominan adalah lebih nyaman berjualan secara offline (konvensional) dengan jumlah sekitar 7,4 ribu pelaku usaha. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar pelaku usaha masih merasa metode penjualan tradisional lebih mudah dijalankan karena telah terbiasa berinteraksi langsung dengan pelanggan serta tidak memerlukan pengetahuan teknologi yang kompleks.

Alasan kedua yang paling banyak dikemukakan adalah tidak tertarik berjualan melalui *e-commerce*, dengan jumlah sekitar 4,3 ribu pelaku usaha. Kondisi ini mengindikasikan bahwa masih terdapat persepsi bahwa penggunaan platform digital belum memberikan manfaat yang cukup besar atau belum sesuai dengan kebutuhan usaha yang dijalankan. Selanjutnya, sekitar 2,0 ribu pelaku usaha menyatakan kurangnya pengetahuan dan keterampilan terkait teknologi digital sebagai hambatan utama. Faktor ini menunjukkan bahwa tingkat literasi digital masih menjadi tantangan dalam proses transformasi digital UMKM, terutama bagi pelaku usaha yang belum terbiasa menggunakan teknologi informasi dalam kegiatan bisnis sehari-hari.

Sementara itu, faktor kekhawatiran terhadap keamanan dan privasi juga menjadi alasan yang memengaruhi keputusan untuk tidak menggunakan *e-commerce*, meskipun jumlahnya relatif lebih kecil, yaitu sekitar 0,7 ribu pelaku usaha. Selain itu, terdapat sekitar 0,6 ribu pelaku usaha yang memiliki kekhawatiran terkait aspek teknis penggunaan *e-commerce*, seperti kesulitan pengoperasian sistem, risiko kesalahan transaksi, atau keterbatasan infrastruktur pendukung.

Secara keseluruhan, grafik menunjukkan bahwa hambatan utama adopsi *e-commerce* bukan hanya berasal dari faktor teknologi, tetapi juga dari aspek perilaku dan preferensi pelaku usaha. Kenyamanan berjualan secara konvensional, rendahnya minat untuk beralih ke platform digital, serta keterbatasan literasi digital menjadi faktor dominan yang menghambat pemanfaatan *e-commerce*. Temuan ini mengindikasikan perlunya program edukasi, pelatihan digital, dan peningkatan kepercayaan terhadap ekosistem *e-commerce* guna mendorong percepatan digitalisasi UMKM di Indonesia.



Gambar 5. Metode Pembayaran Terpopuler

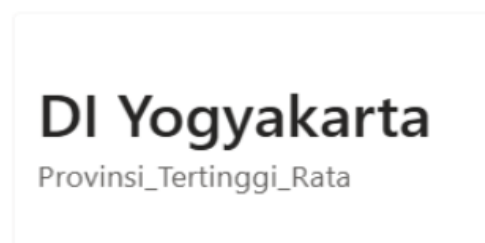
Gambar 5 menunjukkan metode pembayaran terpopuler yang digunakan dalam transaksi *e-commerce* berdasarkan persentase penggunaannya. Diagram lingkaran memperlihatkan distribusi berbagai metode pembayaran yang dipilih oleh konsumen maupun pelaku usaha dalam melakukan transaksi digital. Berdasarkan grafik, metode pembayaran *Cash on Delivery* (COD) menjadi pilihan yang paling dominan dengan nilai sekitar 8,75 ribu transaksi (59,2%). Dominasi COD menunjukkan bahwa sebagian besar konsumen masih lebih nyaman melakukan pembayaran saat barang diterima. Tingginya penggunaan COD juga mencerminkan tingkat kepercayaan konsumen yang masih berkembang terhadap sistem pembayaran digital, terutama di wilayah yang akses layanan perbankannya belum merata.

Metode pembayaran kedua yang paling banyak digunakan adalah kartu debit/transfer bank dengan jumlah sekitar 3,72 ribu transaksi (25,2%). Persentase yang cukup besar ini menunjukkan bahwa layanan perbankan konvensional masih menjadi sarana pembayaran utama dalam aktivitas *e-commerce* karena kemudahan akses dan tingkat keamanan yang relatif tinggi. Selanjutnya, kategori Lainnya mencatat sekitar 0,67 ribu transaksi (4,55%), yang mencakup berbagai metode pembayaran alternatif yang tidak dikelompokkan secara khusus dalam grafik. Sementara itu, jasa bayar *online* (*payment gateway*) digunakan sekitar 0,35 ribu transaksi (2,35%), menunjukkan bahwa penggunaan layanan pembayaran digital mulai berkembang meskipun belum mendominasi.

Metode pembayaran lain seperti kartu kredit, *mobile money*, poin program loyalitas, dan voucher online memiliki persentase yang relatif kecil dibandingkan metode utama. Rendahnya penggunaan metode tersebut dapat disebabkan oleh keterbatasan kepemilikan kartu kredit, tingkat literasi keuangan digital yang beragam, serta preferensi masyarakat yang masih lebih terbiasa menggunakan metode pembayaran yang sederhana dan mudah dipahami. Secara keseluruhan, grafik menunjukkan bahwa COD masih menjadi metode pembayaran yang paling populer dalam transaksi *e-commerce*, diikuti oleh pembayaran melalui kartu debit atau transfer bank. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun transformasi digital terus berkembang, kepercayaan dan kenyamanan konsumen terhadap metode pembayaran tertentu masih menjadi faktor penting yang memengaruhi perilaku transaksi dalam ekosistem *e-commerce* Indonesia.

Selanjutnya, indikator *Provinsi Adopsi Tertinggi* diperoleh dengan menghitung rata-rata tingkat adopsi *e-commerce* pada masing-masing provinsi selama periode pengamatan. Selanjutnya, nilai rata-rata tersebut dibandingkan menggunakan fungsi agregasi pada Power BI sehingga provinsi dengan nilai rata-rata tertinggi ditampilkan sebagai provinsi dengan tingkat adopsi *e-commerce* tertinggi. Berdasarkan hasil analisis, DI Yogyakarta memiliki rata-rata adopsi tertinggi dibandingkan provinsi lainnya sehingga ditampilkan pada dashboard sebagai provinsi dengan tingkat adopsi tertinggi.

Provinsi Adopsi Tertinggi

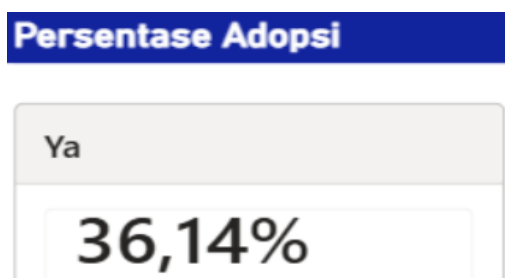


Gambar 6. Provinsi Dengan Tingkat Adopsi E-Commerce Tertinggi

Gambar 6 merupakan indikator (*card dashboard*) yang menampilkan provinsi dengan tingkat adopsi *e-commerce* tertinggi berdasarkan

nilai rata-rata selama periode pengamatan. Temuan ini mengindikasikan bahwa pelaku usaha di DI Yogyakarta memiliki tingkat pemanfaatan platform *e-commerce* yang relatif lebih tinggi dan lebih konsisten selama periode analisis. Tingginya tingkat adopsi tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ketersediaan infrastruktur internet yang memadai, tingkat literasi digital masyarakat yang baik, serta tingginya keterbukaan pelaku usaha terhadap pemanfaatan teknologi dalam kegiatan bisnis.

Selain itu, DI Yogyakarta dikenal sebagai salah satu pusat pendidikan di Indonesia yang memiliki populasi masyarakat dengan tingkat penggunaan teknologi informasi yang cukup tinggi. Kondisi tersebut berpotensi menciptakan ekosistem digital yang mendukung perkembangan *e-commerce*, baik dari sisi pelaku usaha maupun konsumen. Adanya dukungan pemerintah daerah, komunitas digital, serta berbagai program pengembangan UMKM berbasis teknologi juga dapat menjadi faktor yang mendorong tingginya tingkat adopsi *e-commerce* di wilayah tersebut. Secara keseluruhan, indikator ini menunjukkan bahwa DI Yogyakarta menjadi provinsi dengan rata-rata adopsi *e-commerce* tertinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu contoh keberhasilan transformasi digital UMKM di Indonesia. Hasil ini juga memberikan gambaran bahwa faktor kesiapan teknologi, sumber daya manusia, dan dukungan ekosistem digital memiliki peran penting dalam meningkatkan pemanfaatan *e-commerce* di suatu daerah.



Gambar 7. Persentase Adopsi

Gambar 7 menampilkan indikator Persentase Adopsi dengan nilai sebesar 36,14% pada kategori "Ya", yang menunjukkan bahwa sebanyak 36,14% pelaku usaha telah mengadopsi atau memanfaatkan

e-commerce dalam menjalankan kegiatan bisnisnya. Nilai ini mengindikasikan bahwa tingkat adopsi *e-commerce* masih relatif rendah karena berada di bawah 50%, sehingga sebagian besar pelaku usaha kemungkinan masih mengandalkan metode penjualan konvensional atau belum memanfaatkan teknologi digital secara optimal. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses transformasi digital di kalangan pelaku usaha masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan akses terhadap teknologi, rendahnya literasi digital, serta kekhawatiran terkait keamanan dan kepercayaan dalam transaksi online.

Persentase adopsi *e-commerce* dihitung dengan membandingkan jumlah responden atau pelaku usaha yang menyatakan telah mengadopsi *e-commerce* (kategori "Ya") terhadap jumlah keseluruhan responden dalam dataset. Nilai tersebut kemudian dikalikan 100% untuk memperoleh persentase. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh tingkat adopsi sebesar 36,14%, yang menunjukkan bahwa sekitar sepertiga dari total responden telah memanfaatkan *e-commerce* dalam aktivitas usahanya, sedangkan sisanya 63,86% belum mengadopsi *e-commerce*. Nilai ini memberikan gambaran umum mengenai tingkat penetrasi penggunaan *e-commerce* pada populasi yang dianalisis.

Oleh karena itu, dari perspektif kebijakan dan pengembangan ekonomi digital, diperlukan strategi digitalisasi yang lebih efektif dan terarah untuk meningkatkan pemanfaatan *e-commerce*, khususnya bagi UMKM yang belum terintegrasi dengan ekosistem digital.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data adopsi *e-commerce* di Indonesia periode 2019–2021, dapat disimpulkan bahwa tingkat adopsi *e-commerce* oleh pelaku usaha masih relatif rendah, yaitu sebesar 36,14%, sementara 63,86% pelaku usaha masih menggunakan metode penjualan konvensional. Kondisi ini menunjukkan bahwa transformasi digital di sektor usaha masih menghadapi berbagai tantangan, namun memiliki potensi yang besar untuk terus berkembang. Hambatan utama adopsi *e-commerce* meliputi preferensi penjualan secara

offline, rendahnya minat berjualan *online*, serta keterbatasan pengetahuan dan keterampilan digital. Selain itu, terdapat ketimpangan tingkat adopsi antar provinsi, dengan DI Yogyakarta memiliki tingkat adopsi tertinggi dan Maluku Utara terendah, yang mengindikasikan adanya perbedaan kesiapan infrastruktur dan ekosistem digital di setiap wilayah. Analisis tren menunjukkan adanya peningkatan signifikan adopsi *e-commerce* pada tahun 2020 akibat pandemi COVID-19, meskipun terjadi penurunan pada tahun 2021. Dari sisi *platform*, Instagram menjadi media penjualan yang paling banyak digunakan, sedangkan metode pembayaran COD masih mendominasi transaksi *e-commerce*. Temuan ini menunjukkan bahwa *social commerce* memiliki peran penting dalam perdagangan digital dan bahwa kepercayaan terhadap pembayaran digital masih perlu ditingkatkan. Secara keseluruhan, hasil penelitian menegaskan bahwa pengembangan *e-commerce* di Indonesia memerlukan dukungan melalui peningkatan literasi digital, penguatan infrastruktur teknologi, perluasan akses internet, serta kolaborasi antara pemerintah, platform digital, dan pelaku usaha guna mempercepat transformasi digital dan meningkatkan daya saing UMKM di era ekonomi digital.

REFERENSI

- [1] L. I. Wijaya, Z. Zunairoh, M. Izharuddin, and A. Rianawati, "Scope of E-Commerce use, innovation capability, and performance: Food sector MSMEs in Indonesia," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 11, no. 1, p. 100459, Mar. 2025, doi: 10.1016/J.JOITMC.2024.100459.
- [2] A. M. Sundjaja, P. Utomo, and F. Colline, "The determinant factors of continuance use of customer service chatbot in Indonesia e-commerce: extended expectation confirmation theory," *Journal of Science and Technology Policy Management*, vol. 16, no. 1, pp. 182–203, Jan. 2025, doi: 10.1108/JSTPM-04-2024-0137.
- [3] A. Ingriana, J. Chondro, and B. Rolando, "TRANSFORMASI DIGITAL MODEL BISNIS KREATIF: PERAN SENTRAL E-COMMERCE DAN INOVASI TEKNOLOGI DI INDONESIA," *JUMDER: Jurnal Bisnis Digital dan Ekonomi Kreatif*, vol. 1, no. 1, pp. 80–100, Feb. 2025, doi: 10.1234/JUMDER.V1I1.8.
- [4] A. M. Almaududi Ausat, E. S. Astuti, and W. Wilopo, "Analisis Faktor yang Berpengaruh pada Adopsi E-Commerce dan Dampaknya Bagi Kinerja UKM di Kabupaten Subang," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 9, no. 2, p. 333, Feb. 2022, doi: 10.25126/JTIK.2022925422.
- [5] Z. Alamin, L. Lukman, R. Missouri, N. Annafi, S. Sutriawan, and K. Khairunnas, "PENGUATAN DAYA SAING UMKM MELALUI PELATIHAN KETERAMPILAN TEKNOLOGI DI ERA SOCIETY 5.0," *Taroa: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 2, pp. 112–126, Jul. 2022, doi: 10.52266/TAROA.V1I2.1235.
- [6] S. Alam, W. P. Ramadhani, and P. Patmaniar, "Transformasi Digital UMKM Di Indonesia Selama Pandemi," *Journal Social Society*, vol. 3, no. 2, pp. 140–156, Dec. 2023, doi: 10.54065/JSS.3.2.2023.344.
- [7] R. Hasangapan Mikkael Napitupulu, R. Muh Deddy HanifS, P. Nugroho, W. Maulana, M. Manajemen, and S. Tinggi Manajemen Asuransi, "OPTIMALISASI PREMI ASURANSI RETAIL ELEKTRONIK MELALUI INOVASI EKOSISTEM DIGITAL TERINTEGRASI DI INDONESIA," *JURNAL LENTERA BISNIS*, vol. 14, no. 2, pp. 2272–2282, Jun. 2025, doi: 10.34127/JRLAB.V14I2.1602.
- [8] D. B. Arnett, C. M. Wittmann, and J. D. Hansen, "A process model of tacit knowledge transfer between sales and marketing," *Industrial Marketing Management*, vol. 93, pp. 259–269, Feb. 2021, doi: 10.1016/J.INDMARMAN.2021.01.012.
- [9] W. Biemans, "The impact of digital tools on sales-marketing interactions and perceptions," *Industrial Marketing Management*, vol. 115, pp. 395–407, Nov. 2023, doi: 10.1016/J.INDMARMAN.2023.10.015.
- [10] L. Dinesh and K. G. Devi, "An efficient hybrid optimization of ETL process in data warehouse of cloud architecture," *Journal of Cloud Computing*, vol. 13, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1186/S13677-023-00571-Y.
- [11] R. Darmawan and G. Swalaganata, "ANALISA KOMPARATIF POWER BI DAN TABLEAU DALAM IMPLEMENTASI BUSINESS INTELLIGENCE PADA BRAZILIAN E-COMMERCE PUBLIC DATASET BY OLIST," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 5, pp. 8936–8944, Jul. 2025, doi: 10.36040/JATI.V9I5.15178.
- [12] D. Deni and A. Voutama, "DESIGNING POWER BI-BASED COFFEE SHOP SALES DATA VISUALIZATION," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 3, pp. 2830–7062, Jul. 2025, doi: 10.23960/JITET.V13I3.6553.
- [13] A. Chwilkowska-Kubala, S. Cyfert, K. Malewska, K. Mierzejewska, and W. Szumowski, "The impact of resources on digital transformation in energy sector companies. The role of readiness for digital transformation," *Technol. Soc.*, vol. 74, Aug. 2023, doi: 10.1016/J.TECHSOC.2023.102315.
- [14] "Penerapan Business Intelligence untuk Analisis Penjualan dan Segmentasi Pelanggan Toko Bangunan XYZ | Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)." Accessed: Jul. 09, 2026. [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jinacs/article/view/76351>
- [15] "Modern Data Engineering for Cloud Etl, Migration, and Scalable Analytics | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore." Accessed: Jul. 09, 2026. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/11294479>
- [16] S. K. Gupta, V. K. Koganti, P. Patel, S. Akhmedov, and N. Matyakubov, "Modern Data Engineering for Cloud Etl, Migration, and Scalable Analytics," pp. 1–5, Dec. 2025, doi: 10.1109/ICSIT65336.2025.11294479.
- [17] J. J. Afenta, M. Hatta, and P. Sokibi, "IMPLEMENTASI BUSINESS INTELLIGENCE UNTUK ANALISA DAN VISUALISASI DATA PENJUALAN KERAMIK CV. MULTI KERAMIK INDAH MENGGUNAKAN PLATFORM TABLEAU," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 6, pp. 9391–9396, Nov. 2025, doi: 10.36040/JATI.V9I6.15627.
- [18] D. Setiawan and S. M. Isa, "Improving Data Warehouse ETL Efficiency with Partitioning and Parallelism in Financial Services," *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, vol. 14, no. 3, pp. 590–599, Oct. 2025, doi: 10.23887/JST-UNDIKSHA.V14I3.103391.
- [19] J. Wiratama and M. Abhinaya Bagioyuwono, "Improving the Data Management: ETL Implementation on Data Warehouse at Indonesian Vehicle Insurance Industry," *International Journal of Science, Technology & Management*, vol. 4, no. 5, pp. 1256–1268, Sep. 2023, doi: 10.46729/IJSTM.V4I5.936.