

INTEGRASI GEMINI 2.5 FLASH API PADA FRAMEWORK NEXT.JS UNTUK OTOMASI TRANSFORMASI VISUAL PRODUK E-COMMERCE

Muhammad Ichwandar Akrianto^{1*}, Ahmad Nugroho², Muhamad Maksun Hidayat³, Alvin Zuhair⁴

^{1,2,3}Prodi Teknologi Informasi, ⁴Prodi Teknik Elektro, Universitas Tidar, Jl. Kapten Suparman No. 39, Potrobangsari, Magelang Utara

Keywords:

Generative AI, Gemini 2.5 Flash, Next.js, Otomasi Visual, UMKM

Correspondent Email:

muhammadichwandar@untidar.ac.id



Copyright © [JITET](#) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstrak. Kualitas visual produk sangat menentukan konversi penjualan e-commerce, namun UMKM sering terkendala keterbatasan alat fotografi. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem otomasi transformasi visual menggunakan Gemini 2.5 Flash API dan framework Next.js untuk menjamin performa serta keamanan sisi server. Metode penelitian mencakup inisiasi lingkungan, perancangan alur data, pemrosesan multimodal, dan validasi output. Hasilnya menunjukkan sistem berhasil mengubah foto mentah menjadi aset profesional melalui strategi Context-Aware Prompting dengan tetap menjaga integritas branding. Evaluasi teknis mencatat rata-rata waktu pemrosesan 2,9 detik, memberikan efisiensi waktu hingga 99% dibandingkan penyuntingan manual. Simpulannya, integrasi AI generatif pada platform web mampu mendemokratisasi akses branding berkualitas tinggi bagi pelaku usaha kecil guna meningkatkan daya saing digital.

Abstract. Product visual quality is crucial for e-commerce sales conversions, but MSMEs are often constrained by limited photography equipment. This research aims to implement a visual transformation automation system using the Gemini 2.5 Flash API and the Next.js framework to ensure server-side performance and security. The research methods include environment initiation, data flow design, multimodal processing, and output validation. The results show that the system successfully transforms raw photos into professional assets through a Context-Aware Prompting strategy while maintaining branding integrity. Technical evaluation recorded an average processing time of 2.9 seconds, providing up to 99% time efficiency compared to manual editing. In conclusion, the integration of generative AI on a web platform can democratize access to high-quality branding for small businesses to increase digital competitiveness.

1. PENDAHULUAN

Dalam ekosistem e-commerce global, kualitas estetika visual produk merupakan faktor krusial yang menentukan tingkat konversi penjualan dan kepercayaan konsumen. Citra produk yang jernih, profesional, dan memiliki komposisi latar belakang yang tepat terbukti secara empiris dapat meningkatkan click-through rate (CTR) hingga signifikan

dibandingkan dengan foto amatir [1]. Namun, bagi pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), memproduksi konten visual standar profesional menjadi tantangan besar karena keterbatasan peralatan fotografi, biaya jasa penyuntingan, serta kurangnya keahlian teknis dalam perangkat lunak desain grafis [2][3].

Perkembangan pesat Artificial Intelligence (AI), khususnya dalam domain Generative AI

dan Large Multimodal Models (LMM), telah membuka paradigma baru dalam pengolahan citra digital. Jika sebelumnya manipulasi gambar memerlukan intervensi manual yang intensif, kehadiran model AI generatif memungkinkan transformasi visual dilakukan hanya melalui instruksi berbasis teks (prompting) atau pemrosesan konteks gambar secara otomatis. Salah satu model tercanggih saat ini adalah Gemini 2.5 Flash, yang dirancang khusus oleh Google DeepMind untuk memberikan keseimbangan optimal antara kualitas output multimodal dan kecepatan inferensi yang sangat rendah (low latency).

Meskipun potensi AI Generatif sangat besar, implementasinya pada platform berbasis web membutuhkan arsitektur yang kuat, aman, dan responsif. Penggunaan kerangka kerja Next.js dalam penelitian ini sangat penting karena fitur Server-Side Rendering (SSR) dan API Routes-nya memungkinkan integrasi sisi server dari API Gemini. Pendekatan ini tidak hanya mengoptimalkan kinerja aplikasi melalui pemrosesan data yang efisien, tetapi juga memastikan keamanan key API sehingga tidak terekspos ke sisi klien, yang merupakan standar keamanan utama dalam pengembangan perangkat lunak modern. Integrasi ini mengurangi kerentanan umum yang terkait dengan panggilan API sisi klien, seperti akses tidak sah dan penyalahgunaan sumber daya komputasi. Makalah ini menyelidiki implementasi dan efektivitas arsitektur AI generatif berbasis API Gemini dalam kerangka kerja Next.js untuk transformasi visual produk otomatis, yang bertujuan untuk mendemokratisasi pembuatan konten visual berkualitas tinggi untuk e-commerce [4].

Penelitian ini mengusulkan arsitektur sistem yang mampu mengotomatiskan transformasi visual produk—termasuk penghapusan latar belakang otomatis, penyesuaian pencahayaan cerdas, dan regenerasi elemen visual berbasis konteks—menggunakan API Gemini 2.5 Flash. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi model AI canggih dengan alur kerja pengembangan web modern menggunakan Next.js untuk menciptakan solusi yang skalabel untuk standarisasi katalog produk digital. Tujuan utamanya adalah menghasilkan sistem otomatisasi yang mampu mengubah foto produk mentah yang diambil secara manual menjadi aset visual berkualitas tinggi yang siap

dipresentasikan di platform e-commerce [5]. serta menjembatani kesenjangan yang ada dengan menunjukkan bagaimana AI generatif tingkat lanjut dapat mendemokratisasi branding visual tingkat profesional untuk usaha kecil, memungkinkan mereka untuk bersaing lebih efektif di pasar digital yang semakin visual [6]. Sistem ini bertujuan untuk mengurangi kendala sumber daya yang dihadapi oleh UMKM, memungkinkan mereka untuk bersaing lebih efektif di pasar digital melalui peningkatan visual merchandising. Secara khusus, makalah ini memanfaatkan kemampuan multimodal dan jendela konteks yang luas dari Gemini 2.5 Flash untuk memproses beragam input visual dan menghasilkan transformasi output yang canggih dengan fidelitas tinggi dan latensi minimal [7].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kualitas estetika visual merupakan elemen kunci dalam pemasaran digital untuk membangun kesan profesional, terutama bagi pelaku usaha kecil. Secara empiris, citra produk yang jernih dengan komposisi latar belakang yang tepat dapat meningkatkan click-through rate (CTR) secara signifikan dibandingkan foto amatir. Visualisasi yang berkualitas tinggi juga berfungsi sebagai penentu dalam menciptakan niat beli konsumen karena mampu mengurangi persepsi risiko pada transaksi daring. Meskipun krusial, banyak UMKM masih menghadapi kendala literasi teknologi dan biaya operasional yang tinggi untuk memproduksi konten kreatif.

Penelitian terdahulu secara konsisten menunjukkan bahwa kualitas gambar produk memiliki korelasi positif terhadap kepercayaan konsumen dan niat beli. Febriyantoro dan Arisandi dalam studinya mengenai digitalisasi UMKM menekankan bahwa visualisasi produk adalah elemen kunci dalam digital marketing untuk membangun kesan profesional bagi pelaku usaha kecil [8]. Penelitian tersebut membuktikan bahwa visual merchandising secara digital menjadi faktor penentu dalam menciptakan niat beli, di mana foto produk yang berkualitas dapat mengurangi persepsi risiko pada transaksi online. Meskipun penting, transisi menuju konten visual profesional seringkali terhambat oleh keterbatasan sumber daya. Hardilawati mengidentifikasi bahwa literasi teknologi dan biaya operasional untuk konten kreatif merupakan kendala utama bagi

UMKM di Indonesia dalam bersaing di pasar digital [9].

Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) untuk pengolahan gambar telah berkembang dari metode tradisional menuju Generative AI. Cao et.al., dalam tinjauan komprehensif mengenai AI-Generated Content (AIGC) menjelaskan bahwa teknik Image-to-Image translation memungkinkan sistem untuk mengubah struktur dasar sebuah gambar menjadi gaya baru tanpa kehilangan informasi inti dari objek tersebut [10]. Teknologi Gemini dari Google mewakili lonjakan terbaru dalam model multimodal. Berbeda dengan model pendahulunya, Gemini dirancang untuk memahami konteks visual dan tekstual secara simultan [11].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah program inovatif berbasis kecerdasan buatan melalui Otomasi transformasi visual produk menggunakan arsitektur generative AI berbasis Gemini API. Secara spesifik, penelitian ini dimaksudkan untuk mengatasi hambatan teknis fotografi dengan mengotomatiskan proses penyuntingan foto produk mentah menjadi aset visual yang estetik, profesional, dan relevan secara kontekstual.

Urgensi implementasi teknologi ini didorong oleh fakta bahwa pemanfaatan Artificial Intelligence-Generated Content (AIGC) telah menjadi standar baru dalam mempercepat siklus pemasaran produk dan meningkatkan keterlibatan konsumen secara signifikan [12]. Arsitektur model multimodal seperti Gemini memungkinkan pengolahan aset visual yang lebih adaptif dan presisi dibandingkan metode konvensional, sehingga mampu mendemokratisasi akses branding berkualitas tinggi bagi pelaku usaha kecil. Dengan demikian, diharapkan sistem ini dapat meningkatkan efektivitas operasional serta memperkuat daya saing.

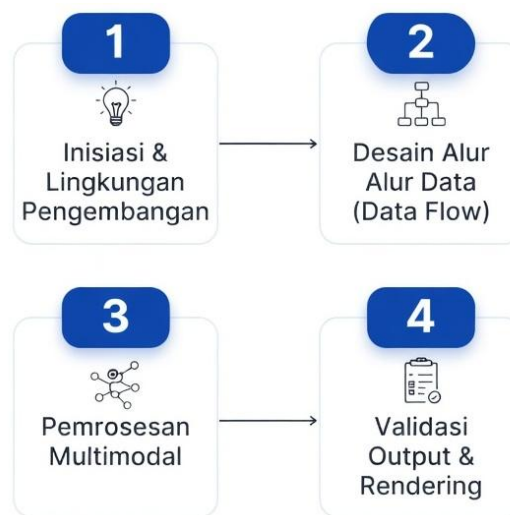
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan sistem berbasis web dengan memanfaatkan framework Next.js. Pemilihan Next.js didasarkan pada keunggulannya dalam optimasi performa dan kemudahan integrasi API sisi server (Server-Side) yang aman. Sebagai komponen utama dalam transformasi

visual, penelitian ini mengimplementasikan model Gemini 2.5 Flash Image. Model ini merupakan iterasi terbaru dari keluarga model multimodal Google yang dirancang untuk memberikan kecepatan inferensi tinggi tanpa mengorbankan kualitas pemahaman gambar [13]. Penggunaan model ini memungkinkan sistem untuk melakukan pemrosesan image-to-image secara real-time.

3.1. Arsitektur dan Pendekatan Sistem

Prosedur pengembangan sistem ini dilakukan melalui beberapa tahapan teknis yang terintegrasi. Alur kerja penelitian dari tahap inisiasi hingga implementasi model pada platform digital disajikan dalam Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

3.2. Inisiasi Lingkungan Pengembangan

Pada tahap awal, dilakukan penyiapan ekosistem perangkat lunak yang menggunakan stack teknologi modern. Framework Next.js versi terbaru dikonfigurasi sebagai fondasi aplikasi karena mendukung API Routes yang memungkinkan pemrosesan sisi server (server-side) yang aman dalam menyembunyikan kredensial API. Peneliti melakukan registrasi pada Google AI Studio untuk memperoleh kunci akses API model Gemini 2.5 Flash Image. Selain itu, dilakukan instalasi pustaka @google/generative-ai sebagai SDK resmi untuk menjembatani komunikasi antara lingkungan Next.js dengan server Large Multimodal Model (LMM) milik Google.

3.3. Perancangan Alur Data (Data Flow)

Tahap ini merumuskan bagaimana data citra berpindah dari pengguna hingga kembali menjadi hasil akhir. Alur data dimulai dengan pengunggahan foto produk mentah berformat JPG/PNG oleh pengguna melalui antarmuka berbasis web. Sistem akan melakukan validasi format dan ukuran file sebelum dikonversi menjadi format Base64 atau Blob untuk ditransmisikan. Rancangan ini mencakup Error Handling untuk memastikan bahwa jika koneksi API terputus, sistem akan memberikan notifikasi balik tanpa menyebabkan aplikasi berhenti bekerja secara mendadak.

3.4. Pemrosesan Multimodal

Merupakan tahap inti penelitian di mana teknik Prompt Engineering diterapkan. Foto produk dikirimkan bersamaan dengan instruksi tekstual (system instruction) yang memerintahkan model untuk:

- a. Melakukan Object Segmentation guna memisahkan produk utama dari latar belakang yang berantakan (cluttered background).
- b. Menerapkan teknik inpainting untuk mengisi area latar belakang dengan elemen visual baru yang estetik (misalnya: meja kayu, pencahayaan studio, atau latar minimalis).
- c. Menyesuaikan Color Grading dan Shadow Alignment agar objek produk terlihat menyatu secara natural dengan latar belakang baru yang dihasilkan secara generatif. Model Gemini 2.5 Flash Image dipilih karena efisiensi tokennya yang tinggi, sehingga mampu memproses resolusi gambar yang cukup detail dengan latency yang rendah [14].

3.5. Validasi Output dan Rendering

Setelah model mengembalikan data citra hasil transformasi, tahap terakhir adalah melakukan verifikasi kualitas. Sistem akan memeriksa apakah transformasi visual mempertahankan integritas bentuk asli produk (tidak ada distorsi pada produk utama). Gambar hasil transformasi kemudian di-render pada antarmuka pengguna dan dapat disimpan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem

Sistem otomasi visual telah berhasil diimplementasikan sebagai platform berbasis web yang responsif menggunakan framework Next.js. Antarmuka pengguna (UI) dirancang untuk memfasilitasi pengunggahan gambar produk mentah secara intuitif, di mana integrasi dengan Gemini 2.5 Flash API dilakukan pada sisi server-side route guna menjamin keamanan API Key. Keunggulan sistem ini terletak pada fleksibilitasnya dalam menangani berbagai kategori produk, meliputi: Barang/Kriya, Makanan & Minuman, Pakaian, serta Model (Pria, Wanita, dan Keluarga). Untuk menghasilkan output yang presisi secara visual, sistem menerapkan strategi Context-Aware Prompting di mana setiap kategori memiliki instruksi sistem (system instruction) yang spesifik. Penggunaan instruksi yang mendetail ini sangat krusial dalam model multimodal untuk mengarahkan atensi model pada fitur spesifik produk, seperti tekstur pada barang atau kesegaran pada makanan [15]. Sebagai contoh, pada kategori Barang, sistem mengirimkan perintah teks yang sangat detail untuk memastikan kualitas iklan profesional: *“Transform the uploaded product photo into ultra-realistic professional advertising photography featuring only a single, isolated hero product. Completely remove competing items. Make this solo product look premium, glossy, and commercial-ready. Use cinematic warm commercial lighting, soft highlights, and dramatic shadows. Improve texture clarity and sharpness. Place it on a clean, aesthetic surface or podium. Ultra detailed, photorealistic, 8k quality, cinematic ads style.”*.

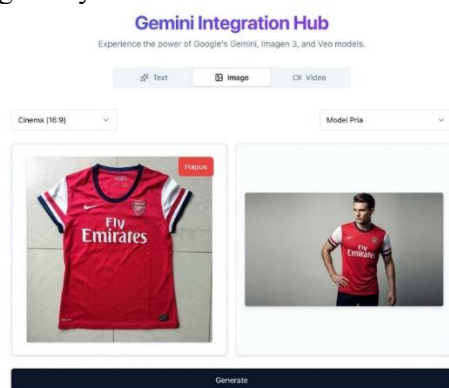
Penerapan prompt spesifik ini bertujuan untuk memanfaatkan kemampuan spatial reasoning model Gemini dalam menyesuaikan elemen pencahayaan (lighting) dan tekstur sesuai dengan karakteristik fisik masing-masing kategori produk [13]. Pendekatan ini terbukti lebih efektif dibandingkan penggunaan prompt generik dalam mempertahankan identitas produk sambil meregenerasi latar belakang secara estetik [16]. Implementasi antarmuka pengguna dalam sistem ini disajikan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Implementasi dan Antarmuka Sistem

4.2. Analisis Transformasi Visual

Bukti empiris kemampuan transformasi visual sistem disajikan secara komparatif pada Gambar 3. Sampel yang digunakan adalah sebuah jersey sepak bola (Arsenal FC) yang secara tekstual dan visual memiliki kompleksitas tinggi, mencakup logo klub berwarna, logo apparel (Nike), dan sponsor utama (Fly Emirates) yang harus dipertahankan integritasnya.



Gambar 3 Hasil Ekperimen Transformasi Produk Jersey

Berdasarkan perbandingan pada Gambar 3, model Gemini 2.5 Flash menunjukkan performa multimodal yang superior dalam tugas image-to-image translation dengan konteks virtual try-on. Analisis mendalam terhadap hasil output menunjukkan keberhasilan sistem dalam beberapa aspek kritis:

- a. **Preservasi Identitas Produk**
Sistem berhasil mempertahankan semua elemen branding secara akurat. Logo Arsenal, Nike, dan teks "Fly Emirates" tidak mengalami distorsi, perubahan ejaan, atau penurunan resolusi yang berarti. Hal

ini membuktikan kemampuan model dalam memahami dan melindungi fitur high-fidelity dari objek utama.

- b. **Adaptasi Tekstur dan Bentuk (Fitting)**
Transformasi dari citra mentah flat lay (terbentang datar) menjadi citra yang dikenakan oleh model pria berjalan secara natural. Sistem berhasil mensimulasikan lipatan kain (fabric draping) dan kontur tubuh model pria tanpa merusak keterbacaan desain jersey asli.
- c. **Penyatuan Pencahayaan dan Bayangan**
Elemen pencahayaan pada jersey hasil output menyatu secara natural dengan pencahayaan studio pada latar belakang baru. Bayangan jatuh (drop shadow) pada tubuh model pria mengikuti bentuk kain jersey, sehingga menghindari efek "tempelan" dan menghasilkan citra produk yang siap pakai untuk kebutuhan katalog pemasaran profesional.

Secara keseluruhan, hasil ini mengonfirmasi bahwa pendekatan Dynamic Prompting yang diterapkan pada kategori Model Pria berhasil mengarahkan model AI untuk melakukan transformasi bentuk (shape transformation) yang kompleks sambil menjaga integritas visual produk asli secara utuh.

4.3. Evaluasi Performa dan Latensi Sistem

Efisiensi sistem diukur melalui parameter latensi end-to-end, yang mencakup waktu transmisi data dari client ke server Next.js, pemrosesan pada API Gemini, hingga rendering hasil akhir. Pengujian dilakukan terhadap variasi kategori produk untuk melihat konsistensi performa model Gemini 2.5 Flash. Hasil pengujian latensi pemrosesan citra dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Latensi Pemrosesan Citra

| No | Kategori Produk | Ukuran File (MB) | Latensi (Detik) |
|-----------|---------------------|------------------|-----------------|
| 1 | Model Pria (Jersey) | 2.4 | 3.1 |
| 2 | Barang (Elektronik) | 1.8 | 2.7 |
| 3 | Makanan | 1.2 | 2.5 |
| 4 | Model Wanita | 2.8 | 3.4 |
| 5 | Pakaian (Kemeja) | 1.5 | 2.8 |
| Rata-rata | | 1.94 | 2.9 |

Berdasarkan data pada Tabel I, rata-rata waktu pemrosesan adalah 2,9 detik. Kecepatan ini mengonfirmasi klaim teknis mengenai optimasi arsitektur model Flash yang dirancang untuk tugas-tugas high-throughput dengan beban komputasi minimal [13]. Dalam konteks aplikasi berbasis web, latensi di bawah 3 detik dianggap ideal untuk menjaga user experience dan mencegah bounce rate yang tinggi pada platform digital [17]. Jika dibandingkan dengan proses penyuntingan manual yang memerlukan waktu signifikan, sistem ini menawarkan efisiensi waktu hingga 99%, yang membuktikan bahwa integrasi LMM (Large Multimodal Model) merupakan solusi yang sangat skalabel untuk produksi konten massal.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berangkat dari tantangan nyata yang dihadapi oleh para pelaku usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) dalam menghasilkan konten visual produk yang kompetitif di tengah pesatnya digitalisasi pasar. Melalui integrasi teknologi kecerdasan buatan generatif ke dalam platform berbasis web, penelitian ini telah membuktikan bahwa keterbatasan sumber daya operasional dan keahlian desain grafis dapat diatasi dengan solusi otomatisasi yang cerdas dan efisien. Berdasarkan rangkaian proses pengembangan, implementasi, hingga tahap evaluasi yang telah dipaparkan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

- a. Efektivitas Implementasi Teknologi: Pengembangan sistem otomatisasi visual yang memanfaatkan sinergi antara framework Next.js dan model Gemini 2.5 Flash terbukti mampu mentransformasi citra produk mentah hasil pengambilan manual menjadi aset visual komersial yang memenuhi standar estetika periklanan profesional secara otomatis.
- b. Keunggulan Strategi Prompting: Penggunaan mekanisme Context-Aware Prompting yang spesifik untuk berbagai kategori produk—seperti barang, makanan, hingga model pakaian—berhasil mengarahkan model AI dalam melakukan manipulasi gambar yang presisi. Hal ini mencakup keberhasilan dalam mempertahankan integritas atribut branding (logo dan tekstur asli) sekaligus

menyelaraskan elemen pencahayaan dan bayangan secara natural.

- c. Efisiensi Operasional yang Signifikan: Secara teknis, sistem menunjukkan performa yang sangat kompetitif dengan rata-rata waktu pemrosesan hanya sebesar 2,9 detik per citra. Capaian ini memberikan efisiensi waktu hingga 99% dibandingkan dengan metode penyuntingan konvensional, sehingga menjadikannya solusi yang sangat layak secara teknis dan ekonomis untuk skala produksi konten massal di ekosistem digital

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Israfilzade, "The Role of Generative Artificial Intelligence in E-Commerce : Trends , Challenges and Opportunities," vol. 42, no. 2014, pp. 1–20, 2025.
- [2] K. Amaliah, E. W. Kenali, T. K. Khoerunnisa, D. Rofianto, H. Fathoni, and M. Fitri, "Peningkatan Daya Saing UMKM Binaan Polinela melalui Pemanfaatan Teknologi Artificial Intelligence (AI)," vol. 6, no. 2, pp. 95–106, 2024.
- [3] H. Musdalifah, F. S., Murti, K., Rahmawati, A., Aryansah, J. E., & Yogsunandar, "Product photography assistance for micro, small, and medium enterprises in Banyuasin, South Sumatra," vol. 7, no. 10, pp. 1740–1749, 2022.
- [4] F. Ahmed and N. K. Jha, "Design and Development of a Localized E- Commerce Solution for Students focussing on Economical Sharing," 2024.
- [5] I. Islam, R., & Ahmed, "Gemini-the most powerful LLM: Myth or Truth," 2024 5th Inf. Commun. Technol. Conf., pp. 303–308, 2024.
- [6] A. Baranes and R. Marchant, *Expanding the Generative AI Design Space through Structured Prompting and Multimodal Interfaces*, vol. 1, no. 1. Association for Computing Machinery.
- [7] G. Team, "Gemini 2 . 5 : Pushing the Frontier with Advanced Reasoning , Multimodality , Long Context , and Next Generation Agent," pp. 1–73, 2025.
- [8] M. T. Febriyanto, D. Arisandi, M. T. Febriyanto, D. Arisandi, U. Universal, and M. Pemasaran, "Pemanfaatan Digital Marketing Bagi Usaha Mikro, Kecil Dan Menengah Pada Era Masyarakat Ekonomi Asean," vol. 1, no. 2, pp. 61–76.
- [9] W. L. Hardilawati, "Strategi Bertahan UMKM di Tengah Pandemi Covid-19," vol. 10, no. 1, 2020.
- [10] Y. Cao *et al.*, "A Comprehensive Survey of AI-

- Generated Content (AIGC): A History of Generative AI from GAN to ChatGPT,” *J. ACM*, vol. 37, no. 4, 2018.
- [11] A. Haleem, M. Javaid, and R. Pratap, “An era of ChatGPT as a significant futuristic support tool : A study on features , abilities , and challenges,” *BenchCouncil Trans. Benchmarks, Stand. Eval.*, vol. 2, no. 4, p. 100089, 2023, doi: 10.1016/j.tbench.2023.100089.
- [12] R. A. Fahnuri *et al.*, “PEMANFAATAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) DALAM PENGEMBANGAN KONTEN MULTIMEDIA DIGITAL,” vol. 4, no. 2, 2026.
- [13] G. Team, “Gemini 1 . 5 : Unlocking multimodal understanding across millions of tokens of context,” pp. 1–154, 2024.
- [14] L. Zhang, A. Rao, and M. Agrawala, “Adding Conditional Control to Text-to-Image Diffusion Models”.
- [15] P. Liu and U. States, “Pre-train , Prompt , and Predict : A Systematic Survey of Prompting Methods in Natural Language Processing Pre-train , Prompt , and Predict : A Systematic Survey,” vol. 55, no. 9, 2026, doi: 10.1145/3560815.
- [16] B. Hutchinson, V. Prabhakaran, E. Denton, K. Webster, Y. Zhong, and S. Denuyl, “Social Biases in NLP Models as Barriers for Persons with Disabilities,” pp. 5491–5501, 2020.
- [17] Y. Li, “Performance Analysis of Deep Learning Inference via Cloud-Based API Services,” *IEEE Int. Conf. Web Serv.*, 2022.