

Optimasi Kecepatan Loading Website E-Commerce Menggunakan Content Delivery Network dan Lazy Loading

Dendi Furnama^{1*}, Rachmat Selamat²

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika & Komputer LIKMI, Indonesia^{1,2}

Email: dendi.furnama@gmail.com*

Keywords	Abstract
Content Delivery Network; Lazy Loading; Website Performance; E-commerce; Core Web Vitals; Speed Optimization	The development of e-commerce demands faster, more stable, and more responsive website performance. Page loading speed becomes an important factor that affects user experience, conversions, and SEO rankings. This phenomenon is reinforced by industry data that shows a significant correlation between loading time and conversion rates, where a delay of just a few seconds can drastically reduce business performance. This study aims to analyze the influence of the implementation of Content Delivery Network (CDN) and lazy loading techniques in increasing the speed of e-commerce websites. The research method uses literature studies from various national and international journals as well as the latest industry reports relevant to the topic of performance optimization. The results show that CDNs are able to speed up response times through distributed caching mechanisms that bring content closer to the end user, so that latency can be significantly reduced. Meanwhile, lazy loading has been shown to be effective in reducing the initial rendering load by delaying the loading of non-critical elements until they enter the user's view, thereby improving Core Web Vitals metrics especially Largest Contentful Paint (LCP) and Cumulative Layout Shift (CLS). The combination of these two technologies has a positive impact on reduced bounce rates, increased conversions, and bandwidth efficiency. In conclusion, the implementation of CDN and lazy loading is a complementary strategy that provides significant performance improvements and is feasible as a holistic optimization approach on modern e-commerce platforms.
	Abstrak
Content Delivery Network; Lazy Loading; Website Performance; E-Commerce; Core Web Vitals; Optimasi Kecepatan	Perkembangan e-commerce menuntut performa website yang semakin cepat, stabil, dan responsif. Kecepatan loading halaman menjadi faktor penting yang memengaruhi pengalaman pengguna, konversi, dan peringkat SEO. Fenomena ini diperkuat oleh data industri yang menunjukkan korelasi signifikan antara waktu loading dan tingkat konversi, dimana keterlambatan beberapa detik saja mampu menurunkan performa bisnis secara drastis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan Content Delivery Network (CDN) dan teknik lazy loading dalam meningkatkan kecepatan website e-commerce. Metode penelitian menggunakan studi literatur dari berbagai jurnal nasional dan internasional serta laporan industri terbaru yang relevan dengan topik optimasi performa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CDN mampu mempercepat waktu respons melalui mekanisme caching terdistribusi yang mendekatkan konten kepada pengguna akhir, sehingga latensi dapat ditekan secara signifikan. Sementara itu, lazy loading terbukti efektif mengurangi beban rendering awal dengan menunda pemuatan elemen non-kritis hingga memasuki area pandang pengguna, sehingga meningkatkan metrik Core Web Vitals terutama Largest Contentful Paint (LCP) dan Cumulative Layout Shift (CLS). Kombinasi kedua teknologi ini memberikan dampak positif terhadap penurunan bounce rate, peningkatan konversi, dan efisiensi bandwidth. Kesimpulannya, implementasi CDN dan lazy loading merupakan strategi komplementer yang memberikan peningkatan performa signifikan dan layak diterapkan sebagai pendekatan optimasi holistik pada platform e-commerce modern.

PENDAHULUAN

Revolusi digital telah mengubah lanskap perdagangan global secara fundamental, dengan industri perdagangan elektronik mengalami pertumbuhan eksponensial yang belum pernah terjadi sebelumnya. Fenomena ini menciptakan tantangan signifikan dalam hal pengelolaan infrastruktur teknologi informasi, khususnya dalam aspek pengiriman konten dan kecepatan

loading website. Pasar global Content Delivery Network (CDN) menunjukkan pertumbuhan pesat dengan valuasi mencapai 26,91 miliar dolar AS pada tahun 2023 dan diproyeksikan tumbuh menjadi 101,54 miliar dolar AS pada tahun 2032 dengan tingkat pertumbuhan tahunan gabungan sebesar 15,91% (Yugandhara, 2023). Pertumbuhan eksponensial ini menimbulkan urgensi dalam mengoptimalkan performa website perdagangan elektronik untuk memenuhi ekspektasi konsumen yang semakin tinggi terhadap kecepatan akses dan responsivitas sistem.

Kecepatan loading website telah menjadi faktor krusial yang secara langsung mempengaruhi tingkat konversi dan profitabilitas platform perdagangan elektronik. Penelitian komprehensif yang menganalisis data dari berbagai website mengungkapkan korelasi yang sangat signifikan antara waktu loading dengan tingkat konversi. Website yang memiliki waktu loading 1 detik mencatat tingkat konversi sebesar 3,05%, sedangkan website dengan waktu loading 5 detik hanya mencapai 1,68%, menunjukkan penurunan drastis hampir 45%. Setiap penambahan 1 detik waktu loading mengakibatkan penurunan rata-rata tingkat konversi sebesar 0,3% (Wiegand, 2022). Fenomena ini mengindikasikan bahwa optimasi kecepatan loading bukan lagi merupakan keunggulan kompetitif opsional, melainkan telah menjadi kebutuhan fundamental dalam operasional perdagangan elektronik kontemporer.

Content Delivery Network (CDN) telah muncul sebagai solusi infrastruktur yang revolusioner dalam mengatasi problematika latensi dan hambatan pada distribusi konten digital (Totok & Karamcheti, 2010). Teknologi CDN beroperasi melalui mekanisme distribusi geografis yang menempatkan konten pada berbagai server tepi di lokasi strategis di seluruh dunia, sehingga mengurangi jarak fisik antara pengguna akhir dengan sumber konten (Yang & Wu, 2021). Penelitian menunjukkan bahwa CDN merupakan komponen esensial dalam mengelola mayoritas lalu lintas web, dengan pemain industri terkemuka seperti Akamai yang mengelola 20-30% dari total lalu lintas web global (Zolfaghari et al., 2020). Sektor perdagangan elektronik dan ritel diidentifikasi sebagai segmen dengan tingkat pertumbuhan tercepat dalam adopsi teknologi CDN, mencerminkan relevansi strategis solusi ini dalam konteks perdagangan digital modern (Sanbella et al., 2024).

Melengkapi infrastruktur CDN, teknik lazy loading telah berkembang menjadi strategi optimasi antarmuka yang esensial dalam meningkatkan persepsi performa dan efisiensi penggunaan bandwidth. Lazy loading mengimplementasikan prinsip pemuatan tertunda, dimana sumber daya yang tidak kritis seperti gambar, video, dan iframe hanya dimuat ketika mendekati atau memasuki area pandang pengguna. Berdasarkan data HTTP Archive Web Almanac 2024 yang menganalisis hampir 17 juta website, lazy loading telah menjadi praktik standar dalam optimasi performa web modern. Teknik ini sangat bermanfaat untuk platform perdagangan elektronik yang biasanya menampilkan katalog produk ekstensif dengan ratusan hingga ribuan gambar produk per halaman, dimana lazy loading dapat meningkatkan metrik keterlibatan pengguna secara substansial dengan mencegah transfer data yang tidak perlu untuk konten di luar layar (Lo et al., 2021).

Konvergensi antara infrastruktur CDN dan teknik lazy loading menciptakan efek sinergi yang kuat dalam mengoptimalkan performa website secara holistik. Studi kasus industri memperlihatkan hasil yang impresif, dimana Vodafone melaporkan peningkatan penjualan sebesar 8% setelah mengoptimalkan Largest Contentful Paint melalui strategi optimasi halaman yang komprehensif. Dalam konteks Core Web Vitals yang menjadi faktor peringkat Google sejak 2021, data menunjukkan bahwa pada tahun 2024, sebanyak 43% website memiliki skor Core Web Vitals yang baik dengan metrik Interaction to Next Paint yang menggantikan First Input Delay (Archive, 2019). Urgensi implementasi teknologi optimasi performa website menjadi semakin kritis untuk menangkap peluang pasar dan mempertahankan keunggulan kompetitif dalam ekosistem digital yang sangat kompetitif.

Tujuan penelitian ini secara umum adalah menganalisis dan mengevaluasi strategi optimasi kecepatan loading website e-commerce melalui implementasi Content Delivery

Network (CDN) dan teknik lazy loading untuk meningkatkan performa sistem, pengalaman pengguna, serta business metrics.

Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi dan menjelaskan arsitektur serta mekanisme operasional CDN dan lazy loading dalam konteks aplikasi e-commerce modern; (2) menganalisis faktor-faktor teknis, konfigurasi optimal, dan best practices dalam implementasi kedua teknologi tersebut pada platform e-commerce; serta (3) mengevaluasi dampak kuantitatif dan kualitatif dari penerapan CDN dan lazy loading terhadap metrik performa website, conversion rate, bounce rate, dan peringkat SEO berdasarkan studi literatur maupun data empiris.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan kualitatif deskriptif dan analitis. Metode ini dipilih untuk mengkaji secara komprehensif teori-teori, konsep-konsep, dan temuan-temuan empiris terkait optimasi kecepatan loading website perdagangan elektronik melalui teknologi CDN dan lazy loading.

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari literatur primer berupa jurnal ilmiah internasional yang telah melalui proses penelaahan sejawat. Jurnal pertama adalah penelitian dari (Wiegand, 2022) yang berjudul "Content Delivery Networks: State of the Art, Trends, and Future Roadmap" yang dipublikasikan dalam ACM Computing Surveys, Volume 53, Nomor 2, yang memberikan tinjauan komprehensif mengenai arsitektur CDN, evolusi teknologi distribusi konten, serta arah pengembangan masa depan. Jurnal kedua berasal dari Vagmi dan Gupta, R.K. (2024) dengan judul "*Content Delivery Networks in the Modern Age: Analyzing Trends, Overcoming Challenges, and Pioneering Developments*" yang dipublikasikan dalam *Smart Innovation, Systems and Technologies, Volume 392, Springer Singapore*, yang mengeksplorasi tantangan dan dinamika CDN dalam dunia digital yang berkembang pesat. (Vagmi & Gupta, 2024)

Sebagai pelengkap literatur primer, makalah ini menggunakan literatur pendukung yang menyediakan data empiris dan perspektif industri terkini. Literatur pertama adalah HTTP Archive Web Almanac 2024 yang dirilis November 2024, sebuah laporan komprehensif tahunan tentang kondisi web yang didukung oleh analisis data dari lebih dari 16,9 juta website global, mencakup tingkat adopsi teknologi optimasi dan distribusi metrik Core Web Vitals. Literatur kedua adalah laporan riset pasar dari Straits Research (2024) tentang pasar Content Delivery Network yang menyediakan data valuasi pasar, proyeksi pertumbuhan, dan tren adopsi CDN di berbagai industri vertikal. Literatur ketiga adalah dokumentasi Google Web.dev (2024) tentang Core Web Vitals yang menyediakan standar resmi dan panduan untuk metrik performa web seperti Largest Contentful Paint, Interaction to Next Paint, dan Cumulative Layout Shift.

Literatur keempat adalah studi dari (Wiegand, 2022) mengenai korelasi antara waktu loading halaman dengan tingkat konversi yang menganalisis data dari jutaan tampilan halaman untuk mengidentifikasi dampak kecepatan website terhadap performa bisnis perdagangan elektronik. Literatur kelima adalah artikel dari HubSpot (2023) tentang implementasi lazy loading yang menyediakan wawasan praktis mengenai teknik lazy loading dan dampaknya terhadap performa web. Literatur keenam adalah laporan Market Research Future (2024) tentang analisis pasar CDN yang mencakup data proyeksi pasar, segmentasi industri, dan tren adopsi CDN di sektor perdagangan elektronik. Literatur ketujuh adalah dokumentasi Mozilla Developer Network Web Docs tentang panduan performa lazy loading yang menyediakan referensi teknis dan praktik terbaik implementasi. Literatur kedelapan adalah artikel Cloudflare Learning Center tentang hubungan antara performa website dan tingkat konversi yang menjelaskan dampak bisnis dari optimasi kecepatan website. (Market Research Future, 2024)

Analisis data dilakukan melalui pendekatan sistematis yang mengintegrasikan berbagai perspektif. Tahap pertama adalah analisis deskriptif untuk mendeskripsikan konsep fundamental CDN dan lazy loading. Tahap kedua adalah analisis komparatif yang membandingkan berbagai pendekatan implementasi. Tahap ketiga adalah analisis evaluatif yang mengevaluasi efektivitas dan dampak implementasi teknologi berdasarkan metrik kuantitatif dan kualitatif. Tahap terakhir adalah sintesis temuan untuk menghasilkan pemahaman komprehensif dan rekomendasi praktis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi performa website perdagangan elektronik merupakan domain multidisipliner yang menggabungkan arsitektur jaringan, rekayasa perangkat lunak, dan strategi bisnis digital. Content Delivery Network atau CDN didefinisikan sebagai sistem jaringan terdistribusi yang terdiri dari server-server tersebar secara geografis untuk menyediakan konten web dengan latensi minimal kepada pengguna akhir. Arsitektur CDN beroperasi berdasarkan prinsip komputasi tepi, dimana konten disimpan pada server tepi yang berlokasi dekat dengan pengguna, sehingga mengurangi jarak tempuh data dan mempercepat waktu respons sistem. Teknologi ini telah menjadi komponen fundamental dalam infrastruktur internet modern, mengelola volume lalu lintas yang sangat besar secara efisien (Zolfaghari et al., 2020). Lazy loading atau pemuatan malas merupakan teknik optimasi antarmuka yang mengimplementasikan pola desain pemuatan tertunda untuk sumber daya yang tidak kritis. Teknik ini bekerja dengan menangguhkan pemuatan elemen multimedia seperti gambar, video, dan iframe hingga elemen tersebut memasuki atau mendekati area pandang pengguna, sehingga mengurangi beban awal halaman dan mempercepat waktu rendering konten kritis.

Perdagangan elektronik atau e-commerce didefinisikan sebagai aktivitas penyebaran, pembelian, penjualan, dan pemasaran barang serta jasa melalui sistem elektronik yang mencakup produksi, distribusi, dan pengiriman secara digital, dimana transaksi dilakukan tanpa pertemuan fisik dan bersifat lintas batas geografis (Arianto, 2021). Ruang lingkup e-commerce mencakup berbagai aspek yang terlibat dalam jual beli produk atau jasa secara online, termasuk manajemen perusahaan, hubungan dengan pemasok dan distributor, pengelolaan inventori, strategi pemasaran digital, serta infrastruktur global yang semuanya dijalankan secara elektronik (Mualim & Islami, 2020). Dalam konteks perdagangan elektronik, kualitas website memiliki korelasi signifikan dengan kepuasan pelanggan dan minat pembelian berulang, dimana aspek kecepatan loading menjadi salah satu dimensi kualitas yang paling krusial dalam menentukan pengalaman pengguna secara keseluruhan (Mavilinda & Nazaruddin, 2022).

Konvergensi teknologi CDN dan lazy loading menciptakan arsitektur optimasi holistik yang meningkatkan performa dari perspektif infrastruktur jaringan maupun implementasi aplikasi, menghasilkan pengalaman pengguna yang superior dalam ekosistem digital yang semakin kompleks dan kompetitif. Pemahaman mendalam terhadap landasan teoritis ini menjadi prasyarat esensial bagi praktisi teknologi informasi dalam merancang dan mengimplementasikan solusi optimasi yang efektif. Integrasi kedua teknologi tersebut memerlukan pertimbangan holistik terhadap aspek teknis, ekonomis, dan pengalaman pengguna untuk mencapai keseimbangan optimal antara performa sistem dan kepuasan pelanggan.

Perkembangan teknologi web modern menuntut pendekatan yang lebih sophisticated dalam mengelola distribusi konten dan pemuatan sumber daya, dimana strategi tradisional yang bersifat monolitik tidak lagi memadai untuk memenuhi ekspektasi pengguna kontemporer yang menginginkan akses instan terhadap informasi dan layanan digital (Ramli et al., 2024).

Mekanisme Kerja CDN dalam Akselerasi Distribusi Konten E-Commerce

Content Delivery Network beroperasi melalui mekanisme caching atau penyimpanan sementara terdistribusi yang mereplikasi konten dari server asal ke berbagai server tepi yang tersebar di lokasi geografis strategis. Ketika pengguna mengakses website perdagangan elektronik, permintaan diarahkan secara otomatis ke server tepi terdekat berdasarkan kedekatan geografis, kondisi jaringan, dan algoritma distribusi beban. Proses ini secara signifikan mengurangi waktu byte pertama dan waktu perjalanan bolak-balik, dua metrik fundamental yang menentukan persepsi performa dari sudut pandang pengguna. Penelitian menunjukkan bahwa implementasi CDN dapat meningkatkan efisiensi distribusi konten dengan optimasi efisiensi biaya melalui penempatan node kabus yang strategis dan konstruksi jalur distribusi konten dengan kualitas layanan yang terjamin (Yadav & Kar, 2024).

Dalam konteks perdagangan elektronik Indonesia, dimana jarak geografis antara pusat data dan pengguna akhir seringkali mencapai ribuan kilometer, implementasi CDN menjadi krusial untuk memastikan konsistensi performa di seluruh nusantara. Teknologi CDN modern juga mengintegrasikan algoritma caching cerdas yang mampu memprediksi konten populer dan melakukan pengambilan awal, sehingga konten yang sering diakses selalu tersedia di server tepi tanpa perlu mengambil dari server asal. Aspek keamanan juga menjadi dimensi penting dalam arsitektur CDN, dimana arsitektur terdistribusi secara inheren menyediakan proteksi terhadap serangan penolakan layanan terdistribusi melalui distribusi beban dan penyaringan lalu lintas. Dengan mempertimbangkan bahwa platform perdagangan elektronik modern mengelola katalog produk yang ekstensif dengan ribuan gambar beresolusi tinggi, video demonstrasi produk, dan konten multimedia interaktif, implementasi CDN bukan lagi opsional melainkan prasyarat fundamental untuk mempertahankan keunggulan kompetitif dalam pasar digital yang sangat kompetitif (Adila & Hadiwandura, 2024).

Mekanisme routing cerdas yang diimplementasikan dalam sistem CDN memungkinkan distribusi lalu lintas yang optimal berdasarkan analisis real-time terhadap kondisi jaringan, beban server, dan lokasi geografis pengguna. Sistem ini secara otomatis melakukan penyesuaian jalur distribusi konten ketika mendeteksi adanya gangguan atau degradasi performa pada server tertentu, memastikan kontinuitas layanan tanpa interupsi yang dapat mempengaruhi pengalaman pengguna. Implementasi CDN yang efektif juga memerlukan strategi manajemen konten yang matang, termasuk penentuan konten mana yang perlu di-cache, durasi cache yang optimal, dan mekanisme pembaruan konten yang efisien untuk menjaga konsistensi data di seluruh jaringan distribusi global.

Implementasi Lazy Loading dalam Optimasi Performa Frontend E-Commerce

Lazy loading merupakan strategi optimasi yang mengubah paradigma pemuatan sumber daya dari pemuatan segera menjadi pemuatan sesuai permintaan, dimana elemen yang tidak kritis hanya dimuat ketika diperlukan oleh pengguna. Terdapat dua pendekatan utama dalam implementasi lazy loading yaitu pemuatan malas native yang menggunakan atribut HTML dan pendekatan berbasis JavaScript menggunakan API pengamat persimpangan. Penelitian komparatif menunjukkan bahwa pengamat persimpangan memberikan performa superior dalam hal waktu pemuatan gambar dan efisiensi bandwidth, dengan peningkatan kecepatan yang signifikan, sementara pemuatan malas native menunjukkan efisiensi lebih tinggi dalam konsumsi memori (Setyowidodo et al., 2025).

Dalam konteks website marketplace dengan volume lalu lintas tinggi, implementasi lazy loading menggunakan pendekatan caching tingkat aplikasi dengan basis data dalam memori seperti Redis dapat menghasilkan peningkatan performa hingga 38-65% tergantung pada beban dan skenario penggunaan (Suryawan & Muliantara, 2024). Mekanisme lazy loading bekerja dengan mendeteksi posisi elemen relatif terhadap area pandang menggunakan

API pengamat persimpangan JavaScript atau kemampuan browser native, kemudian secara dinamis memuat sumber daya ketika ambang batas tertentu tercapai. Implementasi optimal memerlukan konfigurasi ambang batas yang tepat untuk menyeimbangkan antara persepsi performa dan pemuatan sumber daya aktual, dimana pengaturan terlalu agresif dapat menyebabkan placeholder kosong terlihat pengguna, sementara pengaturan terlalu konservatif mengurangi efektivitas optimasi.

Dalam konteks metrik vital web inti yang menjadi faktor peringkat Google, lazy loading berkontribusi langsung pada peningkatan cat konten terbesar dan pergeseran tata letak kumulatif, dua metrik yang sangat mempengaruhi performa optimasi mesin pencari dan akuisisi lalu lintas organik untuk platform perdagangan elektronik yang bergantung pada visibilitas mesin pencari (Firtman, 2018). Strategi implementasi lazy loading yang efektif memerlukan pemahaman mendalam terhadap perilaku pengguna dan pola interaksi dengan website, dimana analisis data pengguna dapat memberikan insight berharga mengenai konten mana yang perlu diprioritaskan untuk pemuatan segera dan konten mana yang dapat ditunda pemuatannya. Pertimbangan aksesibilitas juga menjadi aspek krusial dalam implementasi lazy loading, memastikan bahwa pengguna dengan keterbatasan fisik atau yang menggunakan teknologi assistive tetap dapat mengakses seluruh konten website tanpa hambatan. Pengujian performa yang komprehensif di berbagai kondisi jaringan dan perangkat menjadi tahapan penting untuk memvalidasi efektivitas strategi lazy loading yang diimplementasikan, memastikan bahwa optimasi yang dilakukan memberikan manfaat nyata tanpa mengorbankan fungsionalitas atau pengalaman pengguna.

Analisis Kritis Terhadap Implementasi CDN dan Lazy Loading

Implementasi CDN dan lazy loading menawarkan keunggulan substansial dalam optimasi performa website perdagangan elektronik, namun juga memiliki keterbatasan yang perlu dipertimbangkan secara kritis. Keunggulan utama CDN mencakup pengurangan latensi melalui kedekatan geografis, peningkatan ketersediaan melalui redundansi, dan skalabilitas untuk menangani lonjakan lalu lintas selama periode acara promosi. Namun, implementasi CDN menghadapi tantangan dalam hal kompleksitas pembatalan cache, dimana pembaruan konten dinamis seperti informasi stok produk atau harga promo memerlukan strategi pembersihan cache yang canggih untuk mencegah konten basi.

Aspek biaya juga menjadi pertimbangan signifikan, karena layanan CDN premium dengan cakupan geografis luas dan bandwidth tanpa batas memerlukan investasi finansial yang substansial. Dalam konteks lazy loading, keunggulan utama meliputi pengurangan berat halaman awal, percepatan cat konten pertama, dan penghematan bandwidth untuk konten di luar layar. Penelitian menunjukkan bahwa pemilihan metode lazy loading harus disesuaikan dengan kebutuhan optimasi spesifik dan prioritas kinerja aplikasi (Setyowidodo et al., 2025). Keterbatasan lazy loading mencakup potensi penundaan visibilitas konten yang dapat mempengaruhi pengalaman pengguna, terutama pada koneksi lambat, serta kompleksitas implementasi untuk konten dinamis yang memerlukan eksekusi JavaScript.

Perbandingan antar pendekatan dalam literatur menunjukkan pertukaran antara kesederhanaan dan kontrol dimana pemuatan malas native menawarkan implementasi yang langsung dengan optimasi tingkat browser, namun memberikan kontrol terbatas atas perilaku, sementara pendekatan berbasis JavaScript memberikan fleksibilitas maksimal dengan biaya kompleksitas kode yang lebih tinggi dan potensi overhead eksekusi JavaScript yang dapat mempengaruhi metrik interaksi ke cat berikutnya (Ramli et al., 2024). Evaluasi mendalam terhadap kedua teknologi mengungkapkan bahwa kesuksesan implementasi sangat bergantung pada konteks spesifik aplikasi dan karakteristik pengguna target.

Platform perdagangan elektronik dengan basis pengguna yang tersebar secara geografis luas akan mendapatkan manfaat maksimal dari implementasi CDN, sementara website dengan

katalog produk yang ekstensif akan sangat diuntungkan oleh implementasi lazy loading yang optimal. Pertimbangan terhadap infrastruktur teknologi existing dan kemampuan tim pengembang juga menjadi faktor determinan dalam menentukan strategi implementasi yang paling sesuai. Monitoring kontinyu terhadap metrik performa dan pengalaman pengguna menjadi esensial untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dan memastikan bahwa implementasi teknologi optimasi memberikan nilai tambah yang signifikan terhadap tujuan bisnis organisasi.

Pendapat dan Analisis Pribadi

Berdasarkan kajian literatur komprehensif, penulis berpendapat bahwa optimasi performa website perdagangan elektronik melalui konvergensi CDN dan lazy loading merupakan strategi yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga strategis dari perspektif bisnis digital. Evaluasi kritis terhadap literatur mengungkapkan bahwa meskipun kedua teknologi telah terdokumentasi secara ekstensif, kesenjangan masih ada dalam hal panduan implementasi yang kontekstual untuk pasar Indonesia dengan karakteristik heterogenitas infrastruktur dan kesenjangan digital yang signifikan. Implikasi praktis dari temuan ini adalah bahwa strategi optimasi performa harus adaptif, menggunakan pendekatan peningkatan progresif dimana fungsi dasar tetap dapat diakses tanpa JavaScript atau pada koneksi lambat, sementara pengalaman yang ditingkatkan disediakan untuk pengguna dengan konektivitas yang lebih baik. Rekomendasi implementasi mencakup pertama, adopsi strategi CDN hibrida yang mengkombinasikan pendekatan multi-CDN untuk redundansi geografis dan optimasi biaya. Kedua, implementasi lazy loading cerdas dengan kerangka prioritas yang memuat konten di atas lipatan segera sambil menunda sumber daya di bawah lipatan. Ketiga, pemantauan berkelanjutan menggunakan alat pemantauan pengguna nyata untuk mengidentifikasi hambatan performa berdasarkan data pengguna aktual bukan tes sintesis.

Keempat, implementasi strategi pemuatan adaptif yang menyesuaikan agresivitas lazy loading berdasarkan kecepatan jaringan yang terdeteksi menggunakan API informasi jaringan. Lebih lanjut, penulis merekomendasikan fokus pada optimasi holistik yang tidak hanya mempertimbangkan metrik teknis seperti waktu loading halaman, tetapi juga metrik bisnis seperti tingkat konversi dan nilai seumur hidup pelanggan, karena tujuan akhir optimasi performa adalah meningkatkan hasil bisnis bukan hanya mencapai target performa yang arbitrer (Zainudin, 2024). Penelitian masa depan sebaiknya mengeksplorasi integrasi pembelajaran mesin dalam pengiriman konten prediktif dan optimasi performa yang dipersonalisasi berdasarkan pola perilaku pengguna.

KESIMPULAN

Kajian komprehensif terhadap optimasi kecepatan loading website e-commerce melalui implementasi Content Delivery Network dan lazy loading menghasilkan beberapa temuan fundamental. Pertama, mekanisme CDN melalui arsitektur caching terdistribusi secara geografis mampu mereduksi latensi transmisi data secara signifikan dengan mendekatkan konten kepada pengguna akhir, sementara lazy loading mengoptimalkan pemuatan sumber daya frontend melalui pendekatan on-demand loading yang menangguhkan rendering elemen non-kritis hingga diperlukan. Kedua, efektivitas implementasi kedua teknologi dipengaruhi oleh konfigurasi teknis meliputi strategi cache invalidation, threshold pemuatan lazy loading, serta infrastruktur jaringan existing yang menentukan tingkat akselerasi performa aktual.

Ketiga, konvergensi CDN dan lazy loading menghasilkan dampak multidimensional terhadap ekosistem e-commerce mencakup peningkatan conversion rate hingga 45% pada pengurangan loading time dari 5 detik menjadi 1 detik, perbaikan metrik Core Web Vitals yang berimplikasi positif terhadap SEO rankings, serta reduksi bounce rate yang berkontribusi pada

peningkatan user engagement dan customer lifetime value secara berkelanjutan dalam konteks perdagangan digital kontemporer.

REFERENSI

- Adila, M. D., & Hadiwandura, T. Y. (2024). Peningkatan kinerja dan skalabilitas website e-commerce menggunakan load balancing. *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, 10(2), 428–442. <https://doi.org/10.37012/jtik.v10i2.2183>
- Archive, H. (2019). *The 2024 Web Almanac*. HTTP Archive, 1–404. <https://almanac.httparchive.org/en/2019/table-of-contents>
- Arianto, N. (2021). *E-commerce internasional*.
- Firtman, M. (2018). *Hacking web performance: Moving beyond the basics of web performance optimization*.
- Lo, C., Yu, H., Yin, X., Shetty, K., He, C., Hu, K., Platz, J. M., Ilardi, A., & Madhvanath, S. (2021). Page-level optimization of e-commerce item recommendations. *RecSys 2021: 15th ACM Conference on Recommender Systems*, 495–504. <https://doi.org/10.1145/3460231.3474242>
- Market Research Future. (2024). *Content delivery network market size, industry report - 2032*.
- Market Research Future. (2024). *Content delivery network market size, industry report - 2032*. <https://www.marketresearchfuture.com/reports/content-delivery-network-market-2796>
- Mavilinda, H. F., & Nazaruddin, A. (2022). Analisis website quality, customer satisfaction dan repurchase intention pada bisnis e-commerce di Indonesia. *Jurnal Bisnis dan Manajemen*, 9(1), 130–141. <https://doi.org/10.26905/jbm.v9i1.7455>
- Mualim, I., & Islami, M. R. R. (2020). *E-business & e-commerce* (Vol. 7). Journal GEEJ.
- Ramli, A. S. A., Malik, D., Firmansyah, Pertiwi, H., Basri, Indra, Purnomo, K. D. M., Subekti, W., & Rusman, I. (2024). *Digital marketing content*.
- Sanbella, L., Versie, I. V., & Audiah, S. (2024). Online marketing strategy optimization to increase sales and e-commerce development: An integrated approach in the digital age. *Startuppreneur Business Digital (SABDA Journal)*, 3(1), 54–66. <https://doi.org/10.33050/sabda.v3i1.492>
- Setyowidodo, F. A., Pinandito, A., & Akbar, M. A. (2025). Studi perbandingan lazy loading native dan IntersectionObserver JavaScript dalam pengelolaan konten gambar pada pengembangan website. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 9(2), 1–9. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/14443>
- Suryawan, A. I., & Muliantara, A. (2024). Database performance optimization using lazy loading with Redis on online marketplace website. *JELIKU (Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana)*, 12(3), 627. <https://doi.org/10.24843/jlk.2023.v12.i03.p16>
- Totok, A., & Karamcheti, V. (2010). RDRP: Reward-driven request prioritization for e-commerce web sites. *Electronic Commerce Research and Applications*, 9(6), 549–561. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2010.03.001>
- Vagmi, & Gupta, R. K. (2024). Content delivery networks in the modern age: Analyzing trends, overcoming challenges, and pioneering developments. In A. K. Somani, A. Mundra, R. K. Gupta, S. Bhattacharya, & A. P. Mazumdar (Eds.), *Smart systems: Innovations in computing* (pp. 793–806). Springer Nature Singapore.
- Wiegand, M. (2022). *Site speed is (still) impacting your conversion rate*. <https://portent.com/blog/analytics/research-site-speed-hurting-everyones-revenue.htm>