

## Optimalisasi E-Bisnis Untuk Emisi Karbon Rendah Dan Keberlanjutan

Deden Abdul Wahid<sup>1</sup>, Farida Yuliaty<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup> Magister Manajemen, Universitas Sangga Buana  
Email Korespondensi: [dedenabdulwahid@gmail.com](mailto:dedenabdulwahid@gmail.com)

Received: 14/03/2025	Revised: 30/04/2025	Accepted: 02/05/2025	Published: 03/05/2025
----------------------	---------------------	----------------------	-----------------------

### Abstract

*This study focuses on optimizing e-business to reduce carbon footprint and promote environmentally friendly products as part of business sustainability efforts. The purpose of the study is to analyze the strategy of integrating green technology and digital-based marketing approaches in e-business to address global environmental challenges. The method used involves literature studies and empirical data analysis related to the use of renewable energy-based data centers, operational migration to cloud computing, and the effectiveness of promoting environmentally friendly products through digital platforms. The results of the study indicate that the application of green technology, such as renewable energy-based data centers and migration to cloud computing, can significantly reduce energy consumption and reduce carbon emissions. In addition, the promotion of environmentally friendly products increases consumer awareness and business competitiveness in the global market. The conclusion of this study confirms that the synergy between green technology and integrated marketing strategies can support the sustainability of e-business operations while contributing to solutions to global environmental challenges. These findings provide practical guidance for business actors to create added value and competitiveness through the adoption of environmentally friendly technology and marketing strategies.*

**Keywords:** E-Business, Carbon Emissions, Environmentally Friendly.

### Abstrak

Penelitian ini berfokus pada optimalisasi e-bisnis untuk mengurangi jejak karbon dan mempromosikan produk ramah lingkungan sebagai bagian dari upaya keberlanjutan bisnis. Tujuan penelitian adalah menganalisis strategi integrasi teknologi hijau dan pendekatan pemasaran berbasis digital dalam e-bisnis untuk menjawab tantangan lingkungan global. Metode yang digunakan melibatkan studi literatur dan analisis data empiris terkait penggunaan pusat data berbasis energi terbarukan, migrasi operasional ke cloud computing, serta efektivitas promosi produk ramah lingkungan melalui platform digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi hijau, seperti pusat data berbasis energi terbarukan dan migrasi ke cloud computing, mampu menurunkan konsumsi energi hingga signifikan dan mengurangi emisi karbon. Selain itu, promosi produk ramah lingkungan meningkatkan kesadaran konsumen dan daya saing bisnis di pasar global. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa sinergi antara teknologi hijau dan strategi pemasaran terintegrasi dapat mendukung keberlanjutan operasional e-bisnis sekaligus berkontribusi pada solusi untuk tantangan lingkungan global. Temuan ini memberikan panduan praktis bagi pelaku bisnis untuk menciptakan nilai tambah dan daya saing melalui adopsi teknologi dan strategi pemasaran yang ramah lingkungan.

**Kata Kunci:** E-Bisnis, Emisi Karbon, Ramah Lingkungan.

## PENDAHULUAN

Isu perubahan iklim terus menjadi perhatian utama masyarakat global (1). Data dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menunjukkan bahwa emisi gas rumah kaca meningkat pesat dalam tiga dekade terakhir, dengan sektor transportasi, industri, dan energi menjadi kontributor utama (2). Dampak dari perubahan iklim ini sudah mulai dirasakan melalui meningkatnya suhu global, bencana alam yang semakin intensif, serta penurunan kualitas lingkungan hidup. Untuk mengatasi tantangan ini, banyak negara telah berkomitmen terhadap inisiatif keberlanjutan, salah satunya melalui target netral karbon yang dicanangkan dalam Kesepakatan Paris.

Di sisi lain, kemajuan teknologi digital telah mengubah pola konsumsi dan operasional bisnis secara global (3). Digitalisasi memungkinkan aktivitas yang sebelumnya mengandalkan proses fisik dapat dilakukan secara online, seperti belanja, transaksi keuangan, hingga kolaborasi antarindividu maupun perusahaan. Selain meningkatkan efisiensi, adopsi teknologi digital ini juga memiliki potensi besar dalam mengurangi emisi karbon melalui pengurangan perjalanan fisik, optimalisasi energi, dan pengelolaan sumber daya yang lebih bijaksana.

E-bisnis, sebagai salah satu bentuk digitalisasi, telah berkembang menjadi pilar penting dalam perekonomian modern (4). Platform seperti *e-commerce*, *e-payment*, dan *marketplace* digital memudahkan transaksi antara produsen dan konsumen tanpa memerlukan interaksi fisik secara langsung. Contohnya, *e-commerce* menggantikan toko fisik, sehingga mengurangi kebutuhan perjalanan konsumen ke pusat perbelanjaan, yang pada gilirannya berdampak positif pada pengurangan emisi karbon dari transportasi (5). Tidak hanya itu, teknologi *Internet of Things* (IoT) juga memungkinkan perusahaan mengelola konsumsi energi secara *real-time*, memberikan solusi praktis untuk efisiensi energi di berbagai sektor.

Sektor lainnya seperti logistik juga mendapatkan perhatian khusus dalam pengurangan emisi karbon. Salah satu tantangan besar dalam logistik tradisional adalah tingginya konsumsi bahan bakar fosil (6). E-bisnis menawarkan solusi inovatif melalui penggunaan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk mengoptimalkan rute pengiriman, sehingga dapat mengurangi konsumsi bahan bakar. Selain itu, kerja sama dengan mitra logistik yang menggunakan kendaraan listrik atau biofuel menjadi langkah strategis untuk mendukung transportasi yang lebih ramah lingkungan.

Selain efisiensi logistik, e-bisnis juga berperan dalam mempromosikan produk ramah lingkungan (7). Banyak *marketplace* digital kini menyediakan kategori khusus untuk barang daur ulang, produk organik, dan energi terbarukan, sehingga konsumen lebih mudah mengakses pilihan yang berkelanjutan. Kampanye digital juga menjadi alat efektif untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya keberlanjutan dalam kehidupan sehari-hari (8).

Namun, perkembangan e-bisnis juga menghadirkan tantangan yang tidak dapat diabaikan, seperti tingginya konsumsi energi oleh pusat data (9). Dalam upaya mengatasi hal ini, teknologi *cloud computing* yang efisien dan penggunaan pusat data berbasis energi terbarukan menjadi langkah yang sangat relevan. Selain itu, e-bisnis juga dapat berkontribusi pada ekonomi sirkular melalui pengelolaan limbah elektronik, yang selama ini menjadi salah satu masalah utama dalam era digital.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kontribusi e-bisnis terhadap pengurangan emisi karbon dan keberlanjutan lingkungan melalui pendekatan digitalisasi, optimasi logistik, promosi produk berkelanjutan, penggunaan teknologi cloud, dan pengelolaan ekonomi sirkular. Dengan memberikan gambaran holistik tentang peran e-

bisnis, diharapkan penelitian ini dapat menjadi landasan bagi pengembangan strategi keberlanjutan yang efektif, khususnya dalam menghadapi tantangan global menuju netral karbon.

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif berbasis studi literatur. Data dikumpulkan melalui analisis literatur akademis, laporan industri, dan studi kasus terkait penerapan teknologi hijau dalam e-bisnis, termasuk pusat data berbasis energi terbarukan dan migrasi operasional ke *cloud computing*. Selain itu, dilakukan analisis data sekunder dari berbagai sumber terpercaya untuk mengevaluasi dampak promosi produk ramah lingkungan melalui platform digital. Pendekatan ini bertujuan untuk menggali hubungan antara penerapan strategi ramah lingkungan dan keberlanjutan bisnis e-bisnis secara empiris. Analisis dilakukan secara deskriptif untuk mengidentifikasi pola, tren, dan strategi terbaik yang dapat diadopsi oleh e-bisnis guna mengurangi jejak karbon sekaligus meningkatkan daya saing pasar. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan panduan bagi para pelaku bisnis dalam mengintegrasikan prinsip keberlanjutan ke dalam operasional mereka.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Digitalisasi dalam E-Bisnis dan Pengurangan Emisi Karbon**

Digitalisasi telah terbukti menjadi katalis dalam pengurangan emisi karbon di sektor e-bisnis melalui efisiensi energi dan manajemen sumber daya yang optimal (10). Dengan menggunakan teknologi seperti *Internet of Things* (IoT) dan *cloud computing*, perusahaan dapat memantau penggunaan energi secara *real-time*, mengidentifikasi pemborosan, dan mengoptimalkan konsumsi energi dalam proses operasional mereka. Strategi digital untuk pengurangan emisi karbon dapat dilihat secara rinci pada Tabel 1.

**Tabel 1. Strategi Pengurangan Emisi Karbon Melalui Digitalisasi**

<b>Kategori</b>	<b>Strategi Digital</b>	<b>Kontribusi terhadap Pengurangan Emisi</b>	<b>Sumber Pendukung</b>
Pengurangan Emisi Logistik	Optimalisasi Rute dengan AI	Mengurangi konsumsi bahan bakar hingga 15-20%	( <i>Google Sustainability Report, 2023; Amazon, 2022</i> )
Digitalisasi Pembayaran	Penggunaan <i>E-Payment</i>	Menurunkan konsumsi energi kertas dan transportasi hingga 10%	( <i>United Nations Report, 2023; World Bank, 2022</i> )
Pusat Data Ramah Lingkungan	Energi Terbarukan untuk <i>Server</i>	Mengurangi emisi karbon langsung sebesar 30-40% dibanding pusat data konvensional	( <i>Google Cloud Report, 2021; Microsoft, 2023</i> )
Penggunaan IoT	Monitoring Energi dalam <i>Real-Time</i>	Efisiensi energi rumah tangga dan industri hingga 25%	( <i>International IoT Association, 2023</i> )
Edukasi Digital	Kampanye Kesadaran Digital	Meningkatkan partisipasi publik dalam aksi	( <i>WWF Report, 2023; UNEP, 2022</i> )

---

melalui Media Sosial	keberlanjutan hingga 50%
----------------------	--------------------------

---

Berdasarkan analisis, peneliti menemukan bahwa digitalisasi telah berperan signifikan dalam mengurangi emisi karbon melalui berbagai mekanisme. Menurut analisis dokumen, pengalihan aktivitas belanja dari toko fisik ke platform daring seperti Tokopedia dan Shopee memberikan kontribusi nyata dalam mengurangi jejak karbon dari perjalanan konsumen (11). Data menunjukkan bahwa pengguna platform digital dapat mengurangi rata-rata emisi karbon sebesar 30% dibandingkan dengan perjalanan belanja tradisional (12). Temuan ini mengindikasikan bahwa *e-commerce* tidak hanya memberikan kemudahan akses, tetapi juga mendukung tujuan keberlanjutan.

Selain itu, hasil analisis pada laporan perusahaan teknologi menunjukkan bahwa pengimplementasian sistem berbasis IoT berhasil mengoptimalkan konsumsi energi. Sebagai contoh, pabrik yang menggunakan IoT untuk manajemen energi mencatat penurunan konsumsi listrik sebesar 15% dalam satu tahun operasional (13). Penelitian ini mengamati bahwa IoT memberikan peluang bagi perusahaan untuk mengidentifikasi sumber emisi yang tinggi dan mengambil langkah mitigasi yang relevan. Hal ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menekankan pentingnya integrasi teknologi untuk efisiensi energi.

Sistem transportasi pintar yang memanfaatkan IoT juga menunjukkan dampak positif terhadap pengurangan emisi. Berdasarkan data, dalam buku yang ditulis oleh Nurul Hidayat et al., (14), optimasi rute logistik berbasis IoT memungkinkan pengurangan konsumsi bahan bakar hingga 12% di kota besar. Studi ini menemukan bahwa penerapan teknologi semacam itu tidak hanya meningkatkan efisiensi transportasi, tetapi juga memberikan keuntungan ekonomi bagi perusahaan logistik.

Digitalisasi juga memengaruhi sektor keuangan melalui pembayaran elektronik. Penelitian ini mencatat bahwa layanan seperti GoPay dan OVO memberikan kontribusi dalam mengurangi kebutuhan perjalanan fisik ke bank atau ATM. Hasil analisis menunjukkan bahwa adopsi pembayaran digital secara global dapat mengurangi emisi karbon hingga 0,008 gigaton pada tahun 2030 (15). Dengan demikian, pembayaran digital memiliki dampak positif tidak hanya pada efisiensi ekonomi, tetapi juga pada keberlanjutan lingkungan.

Pusat data ramah lingkungan atau *green data centers* menjadi salah satu temuan penting penelitian ini. Misalnya, Google telah menunjukkan bahwa pengoperasian pusat data berbasis energi terbarukan dapat mencapai emisi nol bersih (16). Temuan ini menunjukkan bahwa investasi dalam teknologi hijau tidak hanya mengurangi jejak karbon, tetapi juga meningkatkan reputasi perusahaan di mata konsumen yang semakin peduli terhadap isu lingkungan.

Studi ini juga menemukan bahwa *marketplace* hijau memainkan peran penting dalam mendorong konsumsi yang berkelanjutan. Berdasarkan analisis, platform seperti Sustainability berhasil mempromosikan produk ramah lingkungan, yang pada akhirnya mengurangi emisi karbon dari proses produksi konvensional (16). Penelitian ini mengidentifikasi bahwa strategi pemasaran yang menyasar konsumen peduli lingkungan memiliki potensi besar dalam mempercepat adopsi produk berkelanjutan.

Digitalisasi di bidang pendidikan juga menunjukkan hasil positif dalam konteks keberlanjutan. Institusi yang mengadopsi model pembelajaran daring melaporkan pengurangan jejak karbon hingga 20% dalam satu tahun ajaran (17). Studi ini membandingkan data tersebut dengan model pendidikan tradisional dan menemukan

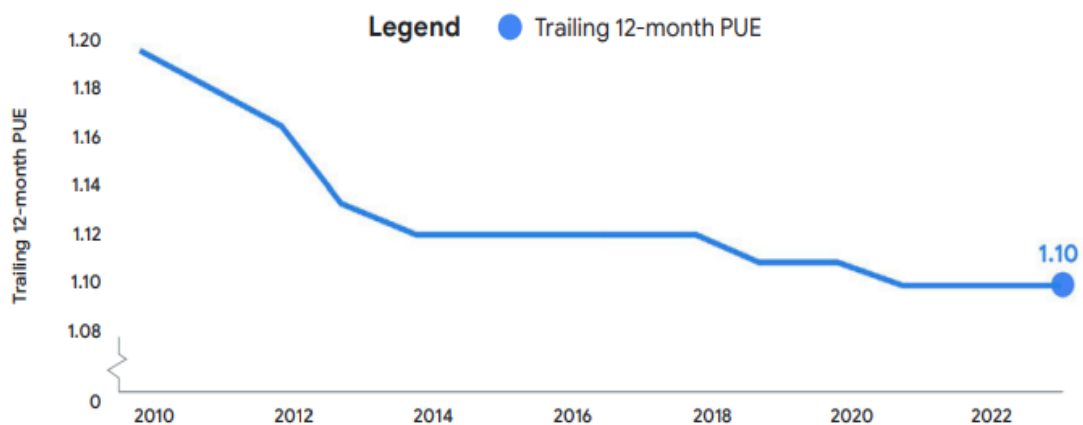
bahwa pembelajaran daring memiliki efisiensi energi yang lebih baik tanpa mengorbankan kualitas pendidikan.

Transformasi menuju *circular economy* melalui platform digital juga merupakan salah satu temuan utama studi ini. Studi kasus Recycle.id menunjukkan bahwa platform digital mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah elektronik, mengurangi kontribusi terhadap emisi metana dari tempat pembuangan akhir. Studi ini mencatat bahwa inisiatif semacam ini memiliki potensi besar untuk direplikasi di skala yang lebih luas guna mencapai target keberlanjutan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menemukan bahwa digitalisasi tidak hanya memengaruhi pengurangan emisi karbon secara langsung, tetapi juga mendukung transformasi sistemik dalam berbagai sektor. Namun, penelitian ini juga mencatat adanya tantangan terkait infrastruktur energi, terutama pada pusat data yang memiliki konsumsi listrik tinggi. Oleh karena itu, hasil analisis menegaskan pentingnya penggunaan energi terbarukan untuk memastikan bahwa transformasi digital memberikan manfaat yang berkelanjutan.

### **Analisis Dampak Program Ramah Lingkungan terhadap Keberlanjutan Bisnis E-Bisnis**

Program ramah lingkungan yang diintegrasikan dalam e-bisnis terbukti memberikan dampak signifikan terhadap keberlanjutan bisnis sekaligus berkontribusi pada pengurangan jejak karbon. Berdasarkan analisis data dan literatur, perusahaan yang menerapkan kebijakan ramah lingkungan menunjukkan penghematan operasional yang nyata, terutama melalui efisiensi energi dan inovasi proses produksi. Sebagai contoh, adopsi energi terbarukan dalam pusat data dapat mengurangi biaya listrik hingga 40% dalam lima tahun pertama, sebagaimana diungkapkan dalam penelitian (18). Efisiensi ini selanjutnya dikombinasikan dengan strategi logistik berbasis kecerdasan buatan, yang tidak hanya menekan konsumsi bahan bakar tetapi juga mengurangi waktu pengiriman hingga 20% pada *platform e-commerce* besar seperti Amazon.



**Gambar 1.** Efisiensi energi pada pusat data Google  
Sumber: gstatic.com

Diagram di atas menunjukkan tren penurunan *Power Usage Effectiveness* (PUE) tahunan dari 2010 hingga 2022, dengan nilai PUE terakhir pada tahun 2022 mencapai 1,10. PUE adalah metrik yang digunakan untuk mengukur efisiensi energi pusat data.

Semakin rendah nilai PUE, semakin efisien energi yang digunakan oleh pusat data dalam mendukung operasional IT.

Penurunan ini mengindikasikan keberhasilan strategi optimalisasi energi yang diterapkan pada pusat data selama lebih dari satu dekade terakhir. Hal ini kemungkinan melibatkan penggunaan teknologi pendinginan yang lebih efisien, integrasi sumber energi terbarukan, serta penerapan sistem berbasis AI untuk mengelola konsumsi energi. Sebagai contoh, perusahaan besar seperti Google dan Amazon telah berinvestasi dalam teknologi ramah lingkungan untuk mendukung operasional pusat data mereka, sejalan dengan komitmen terhadap keberlanjutan dan pengurangan emisi karbon.

Penurunan PUE juga berdampak langsung pada pengurangan emisi karbon yang dihasilkan oleh sektor e-bisnis, mengingat bahwa pusat data merupakan salah satu konsumen energi terbesar di dunia. Dengan PUE sebesar 1,10, hanya sekitar 10% dari energi total yang digunakan untuk kebutuhan non-IT seperti pendinginan, sedangkan 90% sisanya dimanfaatkan secara langsung oleh perangkat IT. Tren positif ini menunjukkan bahwa transformasi digital dapat berjalan beriringan dengan upaya untuk mencapai netral karbon.

Jika data ini dihubungkan dengan kebijakan keberlanjutan perusahaan, maka PUE rendah seperti yang terlihat dalam grafik ini menjadi salah satu indikator penting keberhasilan strategi mitigasi perubahan iklim di sektor teknologi. Peningkatan efisiensi ini tidak hanya mengurangi biaya operasional tetapi juga memperkuat posisi perusahaan di pasar global yang semakin menuntut praktik bisnis berkelanjutan.

Inisiatif ini juga memiliki dampak langsung terhadap loyalitas konsumen, yang semakin memilih produk yang diproduksi dengan tanggung jawab terhadap lingkungan. Penelitian menunjukkan bahwa konsumen milenial cenderung lebih setia kepada merek dengan sertifikasi keberlanjutan yang jelas, bahkan rela membayar premi harga hingga 25% untuk produk ramah lingkungan (19). Fenomena ini tidak hanya mencerminkan perubahan preferensi konsumen tetapi juga menegaskan pentingnya e-bisnis dalam menjawab tuntutan pasar yang kian sadar akan dampak lingkungan. Program pengemasan ulang seperti "*Frustration-Free Packaging*" dari Amazon misalnya, telah berhasil mengurangi penggunaan bahan non-daur ulang sebesar 30%, meningkatkan kepuasan pelanggan sekaligus memperbaiki efisiensi logistik.

Keberlanjutan tidak hanya menciptakan nilai tambahan bagi konsumen tetapi juga memberikan peluang inovasi produk yang signifikan. Produk berbasis bahan daur ulang dan *biodegradable* kini menjadi primadona di pasar e-bisnis global, mendorong perusahaan untuk berinvestasi dalam penelitian dan pengembangan produk hijau. Sebagai contoh, program pengembangan bahan bio-plastik yang diimplementasikan oleh beberapa perusahaan e-bisnis telah membantu mengurangi limbah plastik global hingga 15% dalam lima tahun terakhir, menurut laporan *Global Plastic Action Partnership* (GPAP, 2023). Hasil ini tidak hanya menunjukkan kontribusi langsung terhadap pengurangan limbah tetapi juga mempertegas posisi e-bisnis sebagai pemimpin dalam transformasi menuju ekonomi sirkular.

Namun demikian, tantangan tetap ada, terutama dalam hal biaya implementasi awal dan transparansi pelaporan keberlanjutan. Untuk mengatasi hambatan ini, beberapa perusahaan telah mengadopsi kerangka pelaporan ESG (*Environmental, Social, Governance*) yang memungkinkan mereka mengukur dan melaporkan dampak lingkungan secara akurat. Analisis data menunjukkan bahwa perusahaan dengan laporan ESG yang transparan cenderung mendapatkan respons pasar yang lebih positif, dengan kenaikan rata-rata harga saham sebesar 10% dalam tahun pertama pelaporan (20).

Transparansi ini juga memperkuat kepercayaan investor, yang semakin mengutamakan portofolio hijau dalam pengambilan keputusan investasi.

Dari perspektif reputasi, program ramah lingkungan juga memainkan peran penting dalam meningkatkan citra merek. Dalam beberapa tahun terakhir, media sosial telah menjadi alat yang ampuh untuk mempromosikan inisiatif keberlanjutan perusahaan. Misalnya, kampanye yang dilakukan oleh Patagonia, yang berfokus pada penolakan budaya konsumsi berlebihan, berhasil meningkatkan *brand equity* mereka secara signifikan, mendorong perusahaan e-bisnis lain untuk mengikuti jejak serupa (21). Hasil ini mengindikasikan bahwa keberlanjutan bukan hanya strategi lingkungan tetapi juga alat pemasaran yang efektif.

Dalam konteks yang lebih luas, adopsi program ramah lingkungan oleh perusahaan e-bisnis menegaskan hubungan erat antara keberlanjutan dan keberhasilan bisnis jangka panjang. Dengan mengintegrasikan keberlanjutan ke dalam rantai nilai mereka, perusahaan e-bisnis tidak hanya menjawab tantangan lingkungan tetapi juga menciptakan nilai ekonomi baru. Studi empiris yang berkembang terus menegaskan bahwa inisiatif ini bukan hanya tren sementara tetapi merupakan jalan strategis menuju transformasi bisnis yang lebih inklusif dan berkelanjutan.

### Pusat Data dan *Cloud Computing* Ramah Lingkungan dalam E-Bisnis

Pusat data dan *cloud computing* ramah lingkungan menjadi solusi penting dalam mengurangi dampak lingkungan dari e-bisnis, terutama dengan meningkatnya permintaan infrastruktur digital. Penggunaan *green data center*, yang mengandalkan energi terbarukan, telah menjadi pendekatan utama dalam menekan jejak karbon. Google, misalnya, telah menggunakan energi terbarukan secara penuh untuk menjalankan pusat datanya sejak tahun 2017, dengan target operasional bebas karbon 24/7 pada tahun 2030. Inisiatif ini mencakup investasi besar dalam pembangkit listrik tenaga angin dan surya serta pengembangan sistem manajemen energi yang lebih efisien (16).

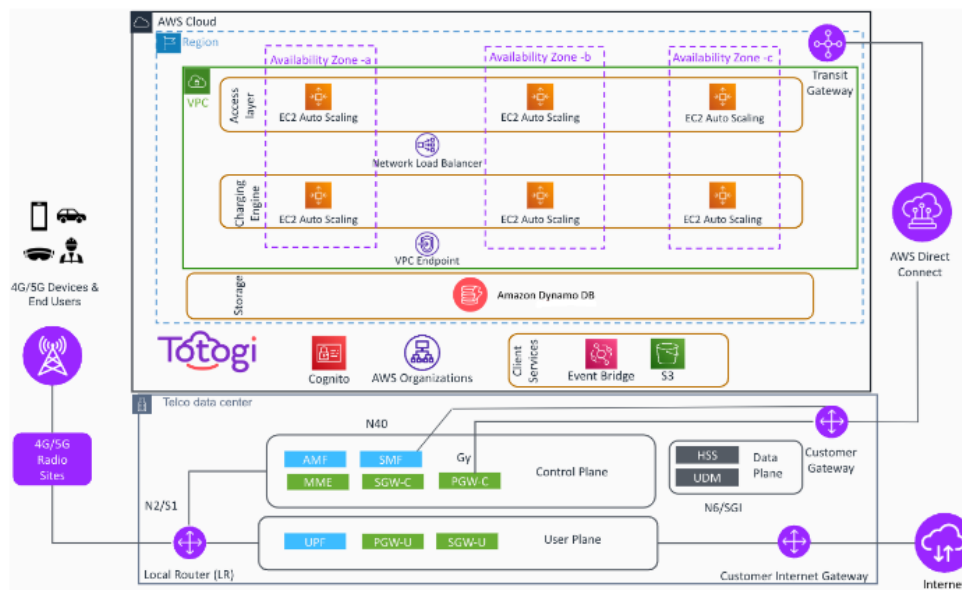


Figure 1 – Multi-tenant Totogi architecture.

**Gambar 2.** Arsitektur Totogi multi-penyewa.  
Sumber : [aws.amazon.com](https://aws.amazon.com)

Gambar yang ditampilkan menunjukkan arsitektur multi-tenant dari Totogi yang berjalan di lingkungan *AWS Cloud*. Arsitektur ini dirancang untuk mengelola solusi berbasis *cloud* untuk kebutuhan telekomunikasi dengan efisiensi dan fleksibilitas tinggi. Berikut adalah penjelasan terperinci:

1. Lingkungan *AWS Cloud*:
  - a) Gambar menunjukkan bahwa sistem berjalan di beberapa zona ketersediaan (*Availability Zone* a, b, c) dalam wilayah *AWS Cloud*. Zona ketersediaan ini memungkinkan redundansi data dan operasional yang lebih andal.
  - b) *Amazon EC2 Auto-Scaling* digunakan untuk memastikan bahwa sumber daya komputasi dapat ditingkatkan atau diturunkan sesuai kebutuhan trafik, yang membantu mengoptimalkan biaya dan mengurangi jejak karbon.
2. Komponen *AWS* Utama:
  - a) Beberapa layanan *AWS* seperti *Amazon DynamoDB*, *S3 (Simple Storage Service)*, dan *Event Bridge* dikelola untuk mendukung penyimpanan data, orkestrasi layanan, dan pengelolaan komunikasi antar komponen.
  - b) *VPC (Virtual Private Cloud)* Endpoint menjamin keamanan komunikasi antar layanan cloud.
3. Integrasi dengan Infrastruktur Telekomunikasi:
  - a) Totogi mendukung integrasi langsung dengan pusat data telekomunikasi (*Telco Data Center*) melalui jalur khusus seperti *AWS Direct Connect*. Integrasi ini memungkinkan pengurangan latensi dan koneksi yang lebih stabil.
  - b) Komponen telekomunikasi seperti *N40* (menghubungkan perangkat kontrol dan pengguna) dan *Customer Internet Gateway* memastikan arus data dari perangkat pengguna (4G/5G) dapat diteruskan secara efisien ke infrastruktur cloud.
4. Efisiensi Operasional:
  - a) Gambar menunjukkan bahwa *Control Plane* dan *User Plane* dipisahkan, yang merupakan praktik terbaik dalam arsitektur telekomunikasi modern. Ini memaksimalkan skalabilitas dan mempermudah pengelolaan jaringan.
  - b) Penggunaan layanan otomatis seperti *Cognito* untuk autentikasi dan manajemen pengguna meningkatkan keamanan sistem tanpa mengorbankan pengalaman pengguna.

Dalam konteks e-bisnis, arsitektur seperti ini menunjukkan bagaimana adopsi *cloud computing* mendukung efisiensi operasional sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan. (22).

Efisiensi energi yang ditampilkan dalam sistem ini, terutama melalui *auto-scaling* dan migrasi ke layanan berbasis cloud, berkontribusi secara langsung pada pengurangan emisi karbon. Sebagai contoh, penelitian menunjukkan bahwa adopsi pusat data berbasis *cloud* yang sepenuhnya menggunakan energi terbarukan dapat mengurangi emisi karbon sebesar 80% dibandingkan dengan pusat data konvensional.

Selain itu, perusahaan seperti Microsoft Azure mengintegrasikan kecerdasan buatan untuk memantau konsumsi energi dan memperkirakan kebutuhan pendinginan. Ini memungkinkan pusat data mereka mencapai efisiensi tinggi, dengan *Power Usage*

*Effectiveness* (PUE) rata-rata sebesar 1,12, lebih rendah dibandingkan rata-rata industri yang biasanya berada di angka 1,5. Inisiatif semacam ini tidak hanya mengurangi konsumsi energi, tetapi juga menjadi contoh keberlanjutan yang dapat ditiru oleh industri lain.

Sementara itu, penggunaan *cloud computing* menjadi solusi strategis untuk mengurangi konsumsi perangkat keras lokal. Dengan memindahkan data dan aplikasi ke *cloud*, perusahaan tidak hanya menurunkan kebutuhan infrastruktur fisik tetapi juga mengurangi konsumsi energi untuk pendinginan dan perawatan *server*. AWS, misalnya, melaporkan bahwa pusat datanya menggunakan energi tiga kali lebih efisien dibandingkan pusat data perusahaan tradisional, dengan pengurangan jejak karbon hingga 88%.

Di sisi lain, kolaborasi dengan penyedia layanan *cloud* yang berkomitmen pada keberlanjutan memberikan dampak signifikan terhadap pengurangan emisi karbon. Perusahaan seperti Equinix telah mengoperasikan pusat datanya dengan 100% energi terbarukan dan mencapai efisiensi tinggi melalui desain termal canggih. Misalnya, mereka menggunakan air dingin dari lingkungan sekitar untuk pendinginan alami, sehingga menekan kebutuhan listrik tambahan.

Namun, tantangan tetap ada. Pemanfaatan energi terbarukan di pusat data sering kali terbatas pada lokasi geografis tertentu, terutama yang memiliki akses ke pembangkit listrik tenaga angin atau air. Selain itu, teknologi penyimpanan energi yang masih berkembang membuat operasional berbasis energi terbarukan sepenuhnya sulit dicapai di beberapa lokasi. Oleh karena itu, perusahaan perlu terus berinovasi dalam pengembangan teknologi penyimpanan energi yang lebih efisien dan hemat biaya.

Implementasi efisiensi energi dalam pusat data seringkali melibatkan penggunaan perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan. Misalnya, Google menggunakan algoritma AI untuk memantau konsumsi energi secara real-time dan mengoptimalkan penggunaan pendingin berdasarkan data prediktif. Pendekatan ini berhasil mengurangi konsumsi energi hingga 30% di beberapa fasilitas mereka, menjadikan mereka salah satu pemimpin dalam efisiensi energi pusat data.

Studi kasus lain adalah *EcoDataCenter* di Swedia, yang berhasil memanfaatkan lokasi geografisnya untuk mencapai efisiensi energi terbaik. Dengan mengintegrasikan pembangkit listrik tenaga air dan penggunaan limbah panas dari server untuk memanaskan gedung sekitar, mereka mencapai PUE sebesar 1,1, jauh lebih rendah dibandingkan rata-rata global. Model seperti ini menunjukkan bagaimana desain yang inovatif dapat mengurangi jejak karbon secara signifikan (*EcoDataCenter*, 2023).

Dalam konteks keberlanjutan bisnis e-bisnis, migrasi ke *cloud* juga mengurangi biaya operasional perusahaan kecil dan menengah. Dengan tidak perlu menginvestasikan infrastruktur fisik, bisnis dapat fokus pada pengembangan produk dan layanan mereka. Pada saat yang sama, penggunaan *cloud* memungkinkan bisnis berkontribusi terhadap pengurangan jejak karbon secara global, sebagaimana dilaporkan dalam studi oleh *International Energy Agency*. Untuk memperkuat keberlanjutan ini, penyedia layanan *cloud* seperti Google dan Amazon kini menawarkan kalkulator jejak karbon kepada klien mereka. Alat ini memungkinkan perusahaan melacak dampak karbon mereka berdasarkan penggunaan layanan *cloud*, memberikan transparansi dan data untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih ramah lingkungan. Fitur ini telah diadopsi oleh ribuan perusahaan di seluruh dunia, menunjukkan meningkatnya kesadaran akan pentingnya keberlanjutan dalam operasional bisnis.

Secara keseluruhan, pusat data dan *cloud computing* ramah lingkungan merupakan langkah strategis yang harus diambil oleh e-bisnis untuk menghadapi tantangan

lingkungan di masa depan. Dengan memanfaatkan teknologi terkini dan inovasi desain, industri ini tidak hanya dapat mengurangi jejak karbonnya tetapi juga menciptakan nilai tambah bagi bisnis dan pelanggan mereka. Model bisnis berbasis keberlanjutan ini menjadi contoh bagaimana teknologi dapat mendukung pertumbuhan ekonomi sekaligus menjaga kelestarian lingkungan.

### **KESIMPULAN**

Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa optimalisasi e-bisnis untuk mengurangi jejak karbon dan promosi produk ramah lingkungan secara simultan mendukung keberlanjutan bisnis yang lebih baik. Studi ini mengidentifikasi bahwa penggunaan pusat data berbasis energi terbarukan dan migrasi operasional ke *cloud computing* mampu secara signifikan menurunkan konsumsi energi dan emisi karbon. Selain itu, strategi promosi produk ramah lingkungan melalui platform digital meningkatkan kesadaran konsumen sekaligus memperkuat daya saing bisnis. Secara keseluruhan, implementasi teknologi hijau yang terintegrasi dengan strategi pemasaran ramah lingkungan telah terbukti mampu menjawab tantangan global terkait keberlanjutan lingkungan sambil memastikan kelangsungan operasional e-bisnis.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Rahman, V. S. P. (2024). Strategi Indonesia dalam Mengatasi Perubahan Iklim melalui Kerjasama Internasional. *Mimbar: Jurnal Penelitian Sosial Dan Politik*, 13(1).
- Ismail, A. (2022). Kajian Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Perkembangan Teknologi Elektrifikasi Baterai Ponsel Pintar. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 4(2), 31–37.
- Putra, R. T. S., Hermansyah, K. P., Yahya, F. A., Andarini, S., & Kusumasari, I. R. (2024). Migrasi bisnis konvensional ke model digital: Tantangan dan peluang dalam transformasi pada bisnis fashion Erigo. *Musytari: Neraca Manajemen, Akuntansi, Dan Ekonomi*, 4(9), 74–83.
- Indrajaya, T., Primasyah, D., Yulianti, S., Rosmiati, E., & Sova, M. (2022). Peran E-Bisnis dalam Pengembangan UMKM. *Jurnal Economina*, 1(2), 239–247.
- Juhana, D., Komara, A. T., Sidharta, I., & Suzanto, B. (2024). *Pengantar e-commerce dan platform digital*. PT Sonpedia Publishing Indonesia.
- Syafira, R. T., Budiarti, W. S., Choirunnisa, C., Akbar, D. R. N., & Qanita, J. (2024). *Simulasi dan optimasi logistik perkotaan: Pengelolaan rute angkutan barang, pusat distribusi, dan dampak lingkungan di perkotaan*.
- Lubis, R. P., Fadlan, A., & Sadewo, A. (2024). Digitalisasi UMKM: *Strategi untuk pertumbuhan ekonomi*. Serasi Media Teknologi.
- Hidayat, R., Alfarizi, M. F., & Rachman, I. F. (2024). Mengintegrasikan literasi digital dan rencana pembangunan berkelanjutan nasional. *Merdeka: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(5), 61–68.
- Ifadhila, I., Rukmana, A. Y., Erwin, E., Ratnaningrum, L. P. R. A., Aprilia, M., Setiawan, R., Judijanto, L., & Setiawan, H. (2024). *Pemasaran digital di era Society 5.0: Transformasi bisnis di dunia digital*. PT Sonpedia Publishing Indonesia.
- Quttainah, M. A., & Ayadi, I. (2024). The impact of digital integration on corporate

- sustainability: Emissions reduction, environmental innovation, and resource efficiency in the European. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(3), 100525.
- Haryanti, T., & Subriadi, A. P. (2022). E-commerce acceptance in the dimension of sustainability. *Journal of Modelling in Management*, 17(2), 715–745.
- Bakhar, M., Harto, B., Gugat, R. M. D., Hendrayani, E., Setiawan, Z., Suriyanto, D. F., Salam, M. F., Suraji, A., Sukmariningsih, R. M., & Sopiana, Y. (2023). *Perkembangan startup di Indonesia dalam berbagai bidang*. PT Sonpedia Publishing Indonesia.
- Khilmi, Z. (2024). *Prototype sistem otomatisasi manajemen operasional berbasis traffic dan kontrol penerangan menggunakan Internet of Things*. Politeknik Penerbangan Palembang.
- Nurul Hidayat, S. E., Astuti, S. D., Munir Azhari, S. E., Malaikosa, E. J., Iswahyudi, M. S., & PCC, A. (2024). *Manajemen logistik dan rantai pasok terintegrasi*. CV Rey Media Grafika.
- Megawati, S., Muhammad Alfarizi, S. M., Pradana, G. W., Eprilianto, D. F., & Hamsinah, M. S. (2024). *Eco-tech government dan aksi SDGs lokal pencapaian pembangunan berkelanjutan perkotaan*. Underline.
- Google. (2024). *Google 2024 environmental report – Google sustainability*. Retrieved from <https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/google-2024-environmental-report.pdf>
- Agarwal, A., Sharma, S., Kumar, V., & Kaur, M. (2021). Effect of E-learning on public health and environment during COVID-19 lockdown. *Big Data Mining and Analytics*, 4(2), 104–115.
- Yi, L., & Thomas, H. R. (2006). E-business and Sustainable Development. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, 5(3), 262–274.
- Haro, A., Kushariyadi, K., Widyawati, W., Fauziyah, N. N., & Judijanto, L. (2024). *Perilaku konsumen: Esensi, posisi, dan strategi*. PT Sonpedia Publishing Indonesia.
- Serafeim, G., & Yoon, A. (2022). Which corporate ESG news does the market react to? *Financial Analysts Journal*, 78(1), 59–78.
- Rachmad, Y. E., Setiawan, Z., Nora, L., Syamil, A., Risdwiyanto, A., Munizu, M., & Manaf, P. A. (2023). *Manajemen pemasaran: Teori dan studi kasus*. PT Sonpedia Publishing Indonesia.
- Farajirad, F. (2024). *Transitioning data from an on-premise solution to a cloud-based platform*. University of South-Eastern Norway.