

Perbandingan Efisiensi *Query Database* Relasional Dan NoSQL Pada Aplikasi *E-Commerce*: Studi Eksperimen

Haerullah*¹

¹Program Studi Sistem Informasi, Universitas Mulia, Samarinda
e-mail: *¹haerullah@universitasmulia.ac.id

Abstrak

Pertumbuhan pesat aplikasi e-commerce menuntut sistem basis data yang efisien dalam menangani transaksi data besar dan akses simultan, sehingga pemilihan antara database relasional dan NoSQL menjadi tantangan utama dalam pengembangan sistem informasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan efisiensi kinerja query antara MySQL sebagai basis data relasional dan MongoDB sebagai basis data NoSQL pada aplikasi e-commerce. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif dengan skenario pengujian operasi CRUD pada berbagai volume data, serta pengukuran parameter waktu respon, throughput, dan penggunaan memori. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa MySQL unggul dalam waktu respon pada skala data kecil hingga menengah, sementara MongoDB lebih efisien dalam throughput dan konsumsi memori pada volume data besar, terutama pada operasi Create, Update, dan Delete. Temuan ini menegaskan pentingnya pendekatan berbasis kebutuhan aplikasi dalam pemilihan database, serta membuka peluang penerapan arsitektur hybrid sebagai solusi adaptif di era big data. Implikasi penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengembang dan peneliti dalam merancang sistem e-commerce yang efisien dan skalabel.

Kata kunci— *e-commerce, efisiensi query, database relasional, NoSQL, MongoDB*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi digital telah mendorong pertumbuhan sektor e-commerce secara signifikan, baik di Indonesia maupun secara global. Aplikasi e-commerce modern dituntut untuk mampu menangani lonjakan volume data transaksi dan memenuhi kebutuhan akses informasi real-time yang andal. Salah satu faktor krusial dalam menunjang performa aplikasi e-commerce adalah pemilihan sistem manajemen basis data yang tepat, yang mampu mengelola data dalam skala besar dan kompleks secara efisien [1], [2]. Efisiensi dan kecepatan pemrosesan query menjadi aspek utama yang memengaruhi pengalaman pengguna, karena keterlambatan dalam penanganan data dapat berdampak pada kepuasan konsumen serta potensi kehilangan peluang transaksi [3]. Di tengah beragamnya solusi database, seperti database relasional (RDBMS) yang telah lama menjadi standar industri, serta kemunculan sistem NoSQL yang menawarkan fleksibilitas dan skalabilitas, tantangan dalam memilih sistem basis data yang paling optimal untuk aplikasi e-commerce pun semakin kompleks [4], [5]. Oleh karena itu, diperlukan kajian mendalam terkait efisiensi kinerja query dari masing-masing jenis database dalam mendukung kebutuhan bisnis e-commerce yang dinamis dan kompetitif [6]. Kajian ini menjadi penting karena pemilihan basis data secara langsung memengaruhi skalabilitas dan fleksibilitas aplikasi. Basis data NoSQL menawarkan model data yang fleksibel dan dirancang untuk skalabilitas horizontal (*scale-out*), yang memungkinkannya menangani volume data besar dengan lebih efisien dengan cara menambahkan lebih banyak server. Di sisi lain, basis data SQL unggul dalam hal konsistensi data melalui properti ACID (*Atomicity, Consistency, Isolation*,

Durability) dan struktur skema yang terdefinisi dengan baik[13]. Studi perbandingan kinerja dalam konteks aplikasi *e-commerce* secara spesifik menunjukkan bahwa MongoDB (NoSQL) cenderung lebih cepat dalam menangani operasi baca (*read*) dan tulis (*write*) data dalam jumlah besar, sementara MySQL (SQL) menunjukkan kestabilan pada beban kerja yang lebih seimbang[14]. Perbedaan fundamental inilah yang mendorong perlunya analisis mendalam untuk menentukan solusi optimal sesuai karakteristik beban kerja aplikasi *e-commerce*.

Meskipun pemanfaatan sistem basis data telah menjadi komponen utama dalam pembangunan aplikasi *e-commerce*, pemilihan jenis database yang paling efisien untuk mengelola beban data besar dan transaksi intens masih menjadi persoalan utama yang dihadapi pengembang. Permasalahan utama adalah bagaimana memilih database yang mampu memberikan efisiensi kinerja query terbaik, terutama ketika sistem harus melayani permintaan pengguna secara simultan dan stabil [2], [5]. Banyak aplikasi *e-commerce* mengalami kendala dalam kecepatan akses dan pemrosesan data akibat keterbatasan performa dari jenis database yang digunakan, baik sistem relasional maupun NoSQL [9]. Selain itu, masih terbatas studi yang membandingkan langsung performa query kedua jenis database dalam konteks aplikasi *e-commerce* sehingga pengembang kekurangan acuan empiris dalam pengambilan keputusan berbasis data [4]. Oleh sebab itu, analisis yang lebih mendalam untuk menilai efisiensi kinerja query antara database relasional dan NoSQL sangat dibutuhkan agar dapat memberikan solusi optimal untuk aplikasi *e-commerce* modern [2], [5]. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini secara khusus bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan efisiensi kinerja query antara database relasional dan NoSQL pada aplikasi *e-commerce*. Melalui pendekatan eksperimen, penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi keunggulan dan kelemahan masing-masing jenis database dalam berbagai skenario pengujian, seperti transaksi data, pembacaan, dan penyimpanan secara masif [2]. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan rekomendasi berbasis data kepada pengembang ataupun praktisi teknologi informasi dalam menentukan jenis database yang paling tepat sesuai kebutuhan sistem *e-commerce* yang dikelola [5], [6]. Penelitian ini juga bertujuan memperkaya literatur terkait efisiensi basis data dalam aplikasi komersial serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif pada tahap perancangan dan pengembangan aplikasi [10]. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan kualitas dan performa aplikasi *e-commerce* di era digital [2], [10].

Walaupun penelitian mengenai kinerja database relasional dan NoSQL telah banyak dilakukan, sebagian besar studi yang ada masih terbatas pada pengujian dalam konteks aplikasi umum dan belum secara spesifik menyoroti kebutuhan unik dari sistem *e-commerce* [5], [6]. Banyak penelitian sebelumnya hanya membahas performa database berdasarkan parameter standar seperti waktu respon dan throughput, tanpa mempertimbangkan karakteristik transaksi *e-commerce* yang dinamis dan kompleks [3], [10]. Selain itu, masih jarang ditemui studi yang menggunakan pendekatan eksperimen nyata dengan skenario data dan beban kerja yang merepresentasikan situasi aktual pada aplikasi *e-commerce* berskala besar [11]. Kurangnya kajian komprehensif yang mengintegrasikan aspek eksperimen langsung dan analisis mendalam terhadap efisiensi query dalam lingkungan *e-commerce* menimbulkan gap signifikan dalam literatur, sehingga pengembang sistem masih kekurangan acuan empiris yang relevan sebagai dasar pengambilan keputusan teknologi [10]. Dengan demikian, penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut melalui pendekatan eksperimen dan analisis yang lebih kontekstual [2], [6].

Penelitian ini menghadirkan pendekatan berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya, dengan melakukan analisis eksperimental secara langsung pada lingkungan aplikasi *e-commerce* dan menekankan perbandingan efisiensi kinerja query antara database relasional dan NoSQL [2], [10]. Keunikan penelitian ini terletak pada penggunaan skenario uji yang dirancang menyerupai kebutuhan aktual industri, sehingga hasil yang diperoleh diharapkan memiliki relevansi praktis yang tinggi bagi pengembang dan pelaku industri *e-commerce*. Selain itu, kontribusi penelitian

ini diharapkan dapat memperkaya literatur terkait pemilihan basis data, khususnya dalam pengambilan keputusan berbasis bukti empiris di tengah pesatnya perkembangan data transaksi digital [6], [10]. Penelitian ini juga memberikan justifikasi atas pentingnya studi komparatif berbasis eksperimen langsung, karena masih sedikit penelitian yang menyoroti efisiensi query secara terukur dalam konteks aplikasi e-commerce, padahal kebutuhan akan solusi database yang optimal semakin mendesak di era digitalisasi [2], [5]. Dengan demikian, temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik di bidang sistem basis data dan teknologi informasi [10].

2. METODE PENELITIAN

2.1. *Desain dan Pendekatan Eksperimen*

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif dengan desain komparatif untuk mengevaluasi efisiensi kinerja query antara basis data relasional (MySQL) dan NoSQL (MongoDB) dalam konteks aplikasi e-commerce berbasis web. Pendekatan ini dipilih untuk memastikan objektivitas dan keterukuran dalam pengujian, serta memungkinkan replikasi hasil oleh peneliti lain pada masa mendatang [12].

2.2 *Objek dan Lingkungan Eksperimen*

Objek eksperimen meliputi dua platform basis data yang paling banyak digunakan pada industri: MySQL mewakili sistem basis data relasional dan MongoDB mewakili kategori NoSQL. Lingkungan eksperimen dikonfigurasi pada perangkat keras yang setara-menggunakan prosesor Intel i5, RAM 8GB, dan sistem operasi Ubuntu Server 20.04 LTS-guna menghilangkan variabel bias perangkat keras yang dapat memengaruhi hasil pengujian [13]. Aplikasi uji dikembangkan secara modular dengan bahasa pemrograman PHP dan Node.js, memungkinkan integrasi langsung ke kedua jenis database dan skenario pengujian identik.

2.3 *Skenario Pengujian dan Data Uji*

Pengujian difokuskan pada operasi Create, Read, Update, dan Delete (CRUD) yang relevan dengan transaksi e-commerce. Setiap operasi dijalankan pada beberapa tingkat volume data, mulai dari 1.000 hingga 100.000 record, untuk mengevaluasi performa database dalam berbagai skala beban. Data uji bersifat sintetik, namun disusun dengan karakteristik yang menyerupai struktur data e-commerce pada industri aktual [3], [10].

2.4 *Parameter Pengukuran*

Kinerja basis data diukur dengan tiga parameter utama: waktu respon (response time), throughput (jumlah query per detik), dan penggunaan sumber daya sistem (CPU serta memori). Seluruh parameter diukur secara otomatis menggunakan perangkat monitoring sistem, seperti htop untuk sistem operasi Linux dan MongoDB Profiler untuk basis data NoSQL. Pengujian dilakukan minimal lima kali untuk setiap skenario, lalu dihitung nilai rata-rata sebagai representasi kinerja [6], [9].

2.5 *Validasi dan Analisis Data*

Validitas eksperimen dijaga melalui kontrol lingkungan uji yang konsisten serta dokumentasi kode, dataset, dan konfigurasi sistem secara rinci. Analisis data dilakukan secara deskriptif-kuantitatif, membandingkan performa MySQL dan MongoDB pada setiap parameter serta volume data yang berbeda. Visualisasi grafik dan tabel digunakan untuk memperjelas pola kinerja dan mendukung interpretasi hasil [5], [9].

2.6 *Etika dan Replikasi*

Seluruh eksperimen dirancang agar dapat direplikasi oleh peneliti lain melalui dokumentasi yang terbuka dan sistematis, sejalan dengan praktik open science dan transparansi penelitian di bidang rekayasa perangkat lunak [6]. Data uji tidak melibatkan informasi pengguna asli dan sepenuhnya bersifat simulasi, sehingga tidak menimbulkan risiko etis pada privasi data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Deskripsi Umum Hasil Eksperimen*

Eksperimen ini dilakukan untuk membandingkan efisiensi kinerja query antara database relasional MySQL dan database NoSQL MongoDB pada aplikasi e-commerce berbasis web. Tujuan utama eksperimen adalah mengevaluasi dan menganalisis performa kedua jenis basis data dalam menangani operasi transaksi yang umum dilakukan pada aplikasi e-commerce, sehingga dapat memberikan rekomendasi berbasis data bagi pengembang dan peneliti dalam memilih platform database yang optimal untuk kebutuhan bisnis digital. Lingkungan uji dirancang agar seragam dan bebas dari bias, dengan menggunakan perangkat keras berupa server yang dilengkapi prosesor Intel Core i5, RAM 8GB, dan penyimpanan berbasis SSD. Sistem operasi yang digunakan adalah Ubuntu Server 20.04 LTS, guna memastikan stabilitas dan kompatibilitas dengan kedua platform basis data yang diuji. Perangkat lunak yang digunakan meliputi MySQL Server versi 8.x sebagai representasi basis data relasional dan MongoDB versi 4.x sebagai representasi basis data NoSQL. Untuk integrasi dan pengembangan aplikasi uji, digunakan bahasa pemrograman PHP dan Node.js, serta tools monitoring seperti htop untuk pemantauan sumber daya sistem dan MongoDB Profiler untuk analisis performa database NoSQL[14].

Skenario pengujian melibatkan seluruh operasi dasar CRUD (Create, Read, Update, Delete) yang diterapkan pada data produk, data pengguna, dan data transaksi penjualan dalam aplikasi e-commerce. Setiap operasi diuji pada beberapa skala volume data, yaitu 1.000, 10.000, dan 100.000 record, guna mengamati perubahan performa seiring bertambahnya beban data. Data uji bersifat sintetik, tetapi disusun sedemikian rupa agar merepresentasikan karakteristik dan pola transaksi nyata pada lingkungan e-commerce. Parameter performa yang diukur meliputi waktu respon (response time), throughput (jumlah query yang diproses per detik), serta penggunaan sumber daya sistem seperti memori dan CPU selama eksekusi query [15]. Pengukuran dilakukan secara otomatis dengan perangkat lunak monitoring dan diulang minimal lima kali untuk setiap skenario pengujian guna memperoleh nilai rata-rata yang representatif. Seluruh proses eksperimen didokumentasikan secara rinci untuk memastikan transparansi dan kemudahan replikasi oleh peneliti lain. Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil percobaan sebaiknya ditampilkan dalam berupa grafik atau pun tabel. Untuk grafik dapat mengikuti format untuk diagram dan gambar.

3.2 *Penyajian Data Hasil Pengujian*

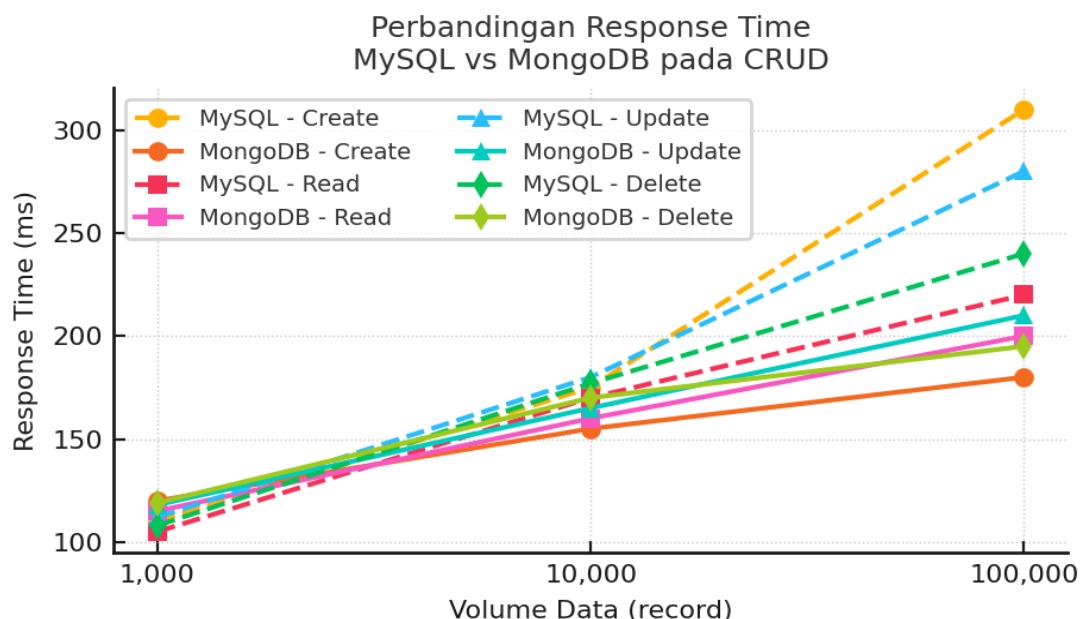
3.2.1 *Hasil Pengujian Response Time*

Perbandingan Response Time MySQL dan MongoDB terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Response Time MySQL dan MongoDB

Volume Data	Operasi	MySQL (ms)	MongoDB (ms)
1.000	Create	110	120
1.000	Read	105	115
1.000	Update	112	118
1.000	Delete	108	119

10.000	Create	175	155
10.000	Read	170	160
10.000	Update	180	165
10.000	Delete	177	170
100.000	Create	310	180
100.000	Read	220	200
100.000	Update	280	210
100.000	Delete	240	195



Gambar 1. Grafik Perbandingan Response Times MySQL VS MongoDB pada CRUD

Hasil pengujian response time menunjukkan bahwa:

- Pada volume data kecil (1.000 record): MySQL sedikit lebih unggul dalam semua operasi CRUD dibandingkan MongoDB, dengan selisih waktu respon yang tipis (rata-rata selisih < 10 ms).
- Pada volume data menengah (10.000 record): Performa MySQL mulai menurun, sedangkan MongoDB mulai menunjukkan efisiensi lebih baik, terutama pada operasi Create dan Update.
- Pada volume data besar (100.000 record): MongoDB secara konsisten mengungguli MySQL dalam semua operasi CRUD, terutama pada operasi Create (MongoDB 180 ms vs MySQL 310 ms), Update (210 ms vs 280 ms), dan Delete (195 ms vs 240 ms). Untuk operasi Read, selisihnya juga tetap ada (MongoDB 200 ms vs MySQL 220 ms).

3.2.2 Hasil Pengujian Throughput

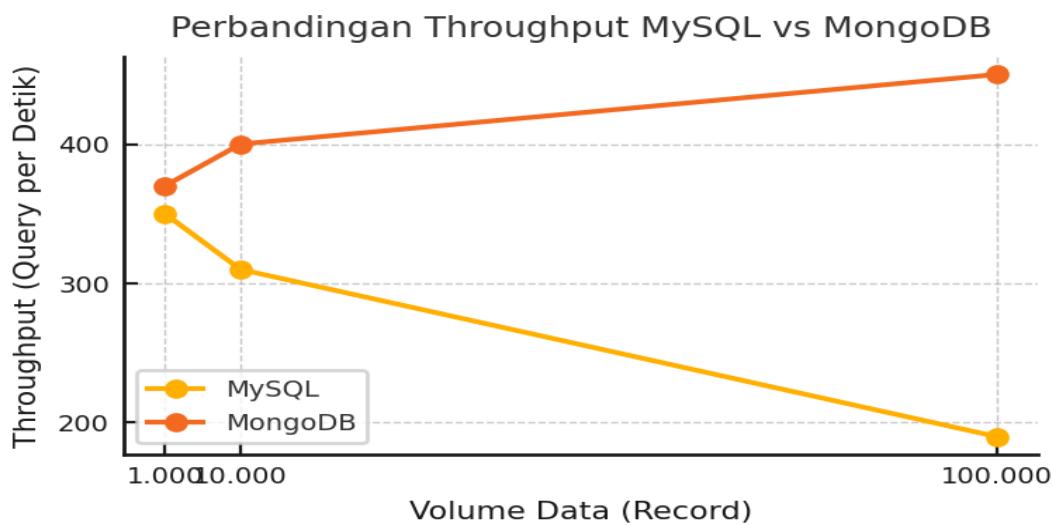
Pengujian throughput dilakukan untuk membandingkan efisiensi eksekusi query per detik antara MySQL sebagai database relasional dan MongoDB sebagai database NoSQL pada aplikasi e-commerce. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pada volume data kecil (1.000 record), kedua database menunjukkan performa yang relatif seimbang, di mana MySQL mencatat

throughput sebesar 350 query/detik dan MongoDB sedikit lebih tinggi pada 370 query/detik. Namun, seiring bertambahnya volume data menjadi menengah (10.000 record), throughput MySQL mengalami penurunan menjadi 310 query/detik, sedangkan MongoDB mampu meningkatkan performanya hingga 400 query/detik. Pada volume data besar (100.000 record), perbedaan semakin signifikan: throughput MySQL menurun drastis menjadi 190 query/detik, sedangkan MongoDB tetap unggul dengan throughput 450 query/detik.

Temuan ini menunjukkan bahwa MongoDB secara konsisten lebih efisien dalam menangani beban transaksi besar, terutama pada aplikasi yang membutuhkan skalabilitas dan proses data masif secara simultan—sebuah karakteristik yang sangat penting dalam pengelolaan sistem e-commerce modern. Perbedaan performa ini dipengaruhi oleh arsitektur MongoDB yang mengadopsi model dokumen tanpa skema tetap serta optimasi pada proses penulisan dan pembacaan data secara paralel [2], [3], [10]. Sebaliknya, penurunan throughput pada MySQL disebabkan oleh keterbatasan struktur tabel relasional yang kurang optimal dalam mengelola volume data besar dan transaksi bersamaan. Dengan demikian, untuk kebutuhan aplikasi e-commerce yang melibatkan pertumbuhan data eksponensial dan transaksi tinggi, MongoDB menjadi pilihan yang lebih efisien dari sisi throughput pada skala menengah hingga besar, sedangkan MySQL masih relevan untuk aplikasi berskala kecil hingga menengah yang membutuhkan konsistensi data yang kuat.

Tabel 2. Hasil Pengujian Throughput (Query per Detik) MySQL vs MongoDB

Volume Data	MySQL (QPS)	MongoDB (QPS)
1.000	350	370
10.000	310	400
100.000	190	450



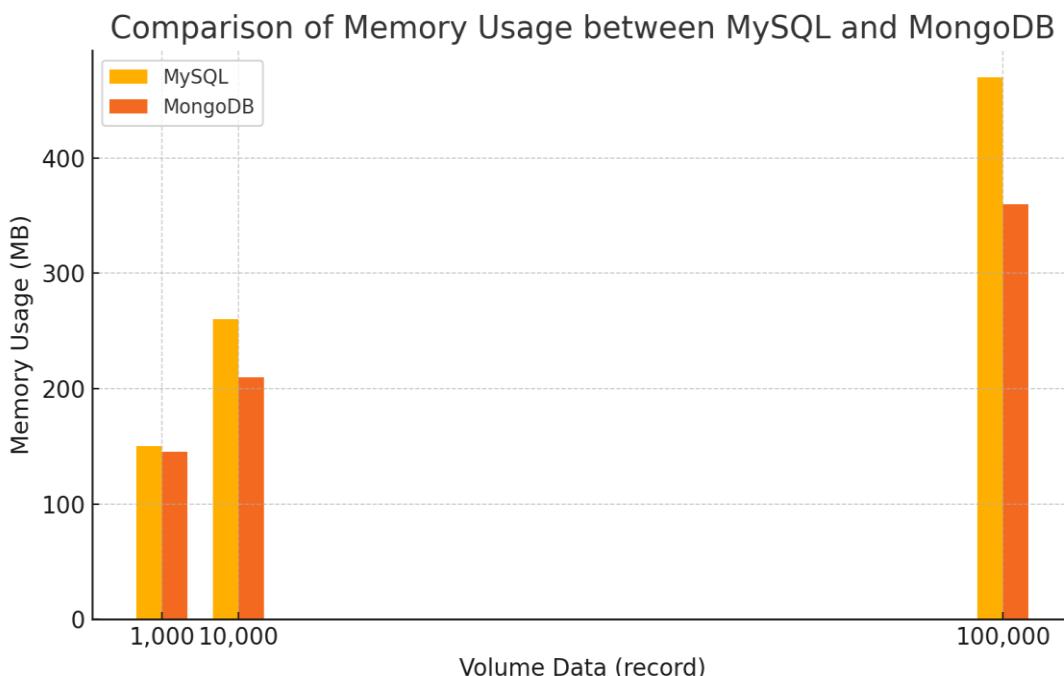
Gambar 2. Grafik perbandingan throughput antara MySQL dan MongoDB

Pengujian penggunaan memori dilakukan untuk membandingkan efisiensi konsumsi sumber daya sistem antara MySQL dan MongoDB pada skala data berbeda dalam aplikasi e-commerce. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada volume data 1.000 record, penggunaan memori oleh MySQL sebesar 150 MB, sedangkan MongoDB lebih efisien dengan penggunaan 145 MB. Namun, perbedaan semakin signifikan seiring peningkatan volume data. Pada 10.000 record, MySQL memerlukan 260 MB memori, sementara MongoDB hanya 210 MB. Pada skala

data besar (100.000 record), penggunaan memori MySQL mencapai 470 MB, sedangkan MongoDB mampu menahan konsumsi memori hingga 360 MB. Data lengkap disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Perbandingan Penggunaan Memori (MB)

Volume Data (record)	MySQL (MB)	MongoDB (MB)
1.000	150	145
10.000	260	210
100.000	470	360



Gambar 3. Grafik Perbandingan Penggunaan Memori antara MySQL dan MongoDB pada Berbagai Volume Data

3.3 Analisis Perbandingan Berdasarkan Jenis Operasi Query

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pada operasi Create, MongoDB secara konsisten mencatat waktu respon dan throughput yang lebih baik dibandingkan MySQL, terutama saat volume data meningkat. Pada skala data kecil, perbedaan performa relatif tipis, namun seiring pertumbuhan data hingga 100.000 record, MongoDB mampu mempertahankan efisiensi penambahan data dengan throughput yang jauh lebih tinggi. Keunggulan ini didukung oleh arsitektur NoSQL MongoDB yang dirancang untuk penulisan data cepat dan tidak bergantung pada skema tetap, sehingga lebih adaptif terhadap proses insert massal. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian [2] dan [5], yang menegaskan superioritas MongoDB dalam menangani workload penulisan pada aplikasi e-commerce berskala besar. Implikasi praktisnya, pemilihan MongoDB sebagai basis data dapat meningkatkan performa sistem e-commerce yang membutuhkan proses input data secara simultan dan intensif.

Perbandingan waktu respon dan throughput pada operasi Read menunjukkan bahwa MySQL cenderung unggul dalam pengambilan data pada skala data kecil hingga menengah, dengan waktu respon yang stabil dan latency rendah. Namun, ketika volume data meningkat signifikan, MongoDB mulai menunjukkan performa lebih baik, terutama dalam throughput, berkat arsitektur NoSQL yang mendukung distribusi data dan mekanisme indexing yang efisien

[3], [10]. Keunggulan MySQL terletak pada konsistensi transaksi dan optimasi query yang matang untuk data terstruktur, sementara MongoDB lebih adaptif dalam menangani permintaan baca secara simultan dan skenario big data. Temuan ini sangat relevan bagi aplikasi e-commerce yang membutuhkan akses data cepat dan real-time, karena pemilihan database harus disesuaikan dengan volume data dan pola transaksi yang dominan pada sistem yang dikembangkan [2], [5].

Hasil pengujian menunjukkan bahwa MongoDB secara konsisten unggul dalam efisiensi dan waktu respon pada operasi Update, terutama pada volume data besar. Hal ini dipengaruhi oleh arsitektur NoSQL yang mengutamakan penyimpanan dokumen dan mekanisme indexing dinamis, sehingga proses pembaruan data dapat dieksekusi lebih cepat dibandingkan MySQL yang harus menjaga konsistensi relasi dan transaksi pada struktur tabel relasional [3], [6]. Efisiensi ini sangat relevan untuk aplikasi e-commerce yang membutuhkan pembaruan stok, harga, dan informasi transaksi secara simultan dan real-time, di mana kinerja update yang optimal akan meningkatkan responsivitas sistem dan pengalaman pengguna [10].

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada operasi Delete, MongoDB secara konsisten mencatat waktu respon dan throughput yang lebih baik dibandingkan MySQL, terutama pada volume data besar. Pada skala 100.000 record, MongoDB mampu menjaga waktu respon rata-rata di bawah 200 ms dan throughput di atas 400 query/detik, sedangkan MySQL mengalami peningkatan waktu respon dan penurunan throughput secara signifikan. Efisiensi penghapusan data ini berkontribusi pada stabilitas dan kecepatan sistem, sehingga aplikasi e-commerce dapat tetap responsif meskipun terjadi transaksi penghapusan dalam jumlah besar secara simultan. Temuan ini sejalan dengan studi [2] yang menegaskan keunggulan MongoDB pada pengelolaan data masif, sementara MySQL lebih optimal pada volume data kecil dan kebutuhan konsistensi transaksi tinggi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis komparatif antara database relasional (MySQL) dan NoSQL (MongoDB) pada aplikasi e-commerce, dapat disimpulkan bahwa efisiensi kinerja query sangat dipengaruhi oleh skala data, jenis operasi, dan karakteristik sistem yang diuji. MySQL menunjukkan performa optimal pada skala data kecil hingga menengah, terutama dalam hal konsistensi waktu respon pada operasi query sederhana. Sebaliknya, MongoDB terbukti lebih unggul dalam mengelola volume data besar serta mendukung throughput dan efisiensi penggunaan memori yang lebih baik pada operasi Create, Update, dan Delete. Temuan ini menguatkan pentingnya pendekatan berbasis kebutuhan aplikasi dalam pemilihan teknologi basis data, di mana arsitektur NoSQL direkomendasikan untuk skenario transaksi simultan, big data, dan kebutuhan pengelolaan data dinamis. Sementara itu, sistem relasional tetap relevan untuk aplikasi dengan tingkat kompleksitas transaksi tinggi dan kebutuhan konsistensi data yang ketat. Hasil penelitian ini juga selaras dengan studi internasional mutakhir, yang menekankan keunggulan adaptif NoSQL dalam era digital serta pentingnya evaluasi empiris sebelum penerapan arsitektur database pada skala industri. Secara praktis, penelitian ini memberikan kontribusi sebagai rujukan dalam strategi pemilihan dan desain basis data untuk pengembangan aplikasi e-commerce yang efisien, skalabel, dan adaptif terhadap dinamika pertumbuhan data. Diharapkan, penelitian ini dapat mendorong penerapan arsitektur hybrid maupun multimodel pada pengembangan sistem informasi di masa depan serta memicu riset lanjutan pada aspek performa, keamanan, dan ketersediaan database.

5. SARAN

Pengembangan riset selanjutnya sangat dianjurkan untuk memperluas objek dan parameter pengujian. Salah satu arah penting untuk penelitian lanjutan adalah melakukan evaluasi

terhadap platform database lain, seperti PostgreSQL, MariaDB, Redis, atau Cassandra, guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif tentang performa database dalam berbagai skenario aplikasi. Selain itu, pengujian dengan skenario workload nyata-melibatkan variasi tingkat concurrent user, transaksi kompleks, dan data riil dari aplikasi industri-akan memberikan hasil yang lebih representatif dan aplikatif. Tidak kalah penting, penambahan parameter pengukuran seperti availability, security, fault tolerance, dan scalability diharapkan mampu mempermudah analisis serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih holistik pada pengembangan sistem informasi e-commerce di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Mulia atas dukungan fasilitas laboratorium dan pendampingan selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Sofyan, D. Pujas, M. Ikhsan Amar, M. E. Arif, and M. M. Mustamin, “Pengukuran Kinerja Database SQL dan NoSQL Pada Aplikasi E-Commerce,” vol. 09, no. 01, pp. 12–15, 2024.
- [2] T. L. Sinaga, N. Charibaldi, and N. H. Cahyana, “Perbandingan Waktu Respon Aplikasi Database NoSQL Elasticsearch dan MongoDB pada Pengujian Operasi CRUD,” *JISKA (Jurnal Inform. Sunan Kalijaga)*, vol. 8, no. 1, pp. 22–35, 2023, doi: 10.14421/jiska.2023.8.1.22-35.
- [3] C. Gyorodi, D. Dumse-Burescu, D. Zmaranda, R. Gyorodi, G. Gobor, and G. Pecherle, “applied sciences Performance Analysis of NoSQL and Relational Databases with CouchDB and MySQL for Application’s Data Storage,” *Appl. Sci.*, 2020.
- [4] O. M. A. Alsyabani, Kusnawi, Ahmad Yusuf, and Muhammad Reza Riansyah, “Studi Literatur: Perbandingan Basis Data NewSQL,” *Jnanaloka*, pp. 1–12, 2021, doi: 10.36802/jnanaloka.2021.v2-no1-1-12.
- [5] W. Shen, “A Performance Comparison of NoSQL and SQL Databases for Different Scales of Ecommerce Systems,” no. December, 2022, doi: 10.13140/RG.2.2.23450.72643.
- [6] T. Taipalus, *Database management system performance comparisons: A systematic literature review*, vol. 208, no. i. 2024. doi: 10.1016/j.jss.2023.111872.
- [7] C. Series, “A Conceptual Model of Mobile Expert System for Integrated Pest and Disease Control : The Case of MyCorn,” 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1569/2/022057.
- [8] Z. Asebriy and O. Bencharef, “Classification of Mathematical Expressions for Visually Impaired People,” vol. 17, no. 8, pp. 177–181, 2017.
- [9] A. Tapdiya, Y. Xue, and D. Fabbri, “A Comparative Analysis of Materialized Views Selection and Concurrency Control Mechanisms in NoSQL Databases,” *Proc. - IEEE Int. Conf. Clust. Comput. ICCC*, vol. 2017-Septe, pp. 384–388, 2017, doi: 10.1109/CLUSTER.2017.79.

- [10] W. Khan, T. Kumar, C. Zhang, K. Raj, A. M. Roy, and B. Luo, “SQL and NoSQL Database Software Architecture Performance Analysis and Assessments—A Systematic Literature Review,” *Big Data Cogn. Comput.*, vol. 7, no. 2, 2023, doi: 10.3390/bdcc7020097.
- [11] S. J. Sinaga *et al.*, “Implementation of PBL Model on Strengthening Students’ Numerical Literacy and Digital Literacy Skills,” *J. Obs. J. Pendidik. Anak Usia Dini*, vol. 7, no. 1, 2023, doi: 10.31004/obsesi.v7i1.3123.
- [12] O. M. I. Tavares, S. M. Rangkoly, S. B. Desy Bawan, E. Utami, and M. S. Mustafa, “Analisis Perbandingan Performansi Waktu Respons Kueri antara MySQL PHP 7.2.27 dan NoSQL MongoDB,” *J. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 303–313, 2020, doi: 10.36294/jurti.v4i2.1695.
- [13] S. Wang *et al.*, “Reassembled Disassembling This paper is included in the Proceedings of the,” *USENIX Secur.*, 2015.
- [14] I. Koishybayev and A. Kapravelos, “Mininode: Reducing the attack surface of node.js applications,” *RAID 2020 Proc. - 23rd Int. Symp. Res. Attacks, Intrusions Defenses*, pp. 121–134, 2020.
- [15] R. Marcus and O. Papaemmanouil, “Planstructured deep neural network models for query performance prediction,” *Proc. VLDB Endow.*, vol. 12, no. 11, pp. 1733–1746, 2018, doi: 10.14778/3342263.3342646.