

TRANSFORMASI DATA WAREHOUSE DENGAN CLOUD DALAM ERA BIG DATA

Reza Irsyadul Anam¹

Institut Teknologi dan Bisnis Dewantara,
Email korespondensi: reza.irsyadul@gmail.com

Submit:
2025 March, 23

Review:
2025 May, 10

Revised:
2025 July, 20

Accepted:
2025 August, 04

Published:
2025 August, 30

Pages: 10-23

Link: [click here](#)

Abstract: kebutuhan akan sistem pengelolaan data yang efisien dan skalabel menjadi sangat krusial bagi organisasi (Rajadnye, 2017). (Theofilou et al., 2025) Fenomena ini telah memicu pergeseran paradigma dari arsitektur data warehouse tradisional menuju solusi berbasis cloud yang lebih adaptif dan fleksibel dalam mengakomodasi tuntutan analitik modern (Berisha et al., 2022). Transformasi ini tidak hanya mencakup infrastruktur awan, tetapi juga integrasi teknologi baru seperti danau data (data lakes) dan danau data terpadu (data lakehouses) yang memungkinkan pengelolaan data semi-terstruktur dan tidak terstruktur secara lebih efektif (Ponnusamy, 2023). Perubahan ini sangat penting untuk mendukung pengambilan keputusan strategi yang didorong oleh data, mengingat data warehouse sendiri dirancang untuk mengintegrasikan dan menyajikan data guna keperluan analisis dan pelaporan (Saputra, 2023).

Keywords: *Big data, Transformasi data warehouse, cloud computing*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang pesat telah mendorong organisasi untuk mengelola data dalam skala yang semakin besar dan kompleks. Era Big Data ditandai dengan pertumbuhan data yang sangat cepat (volume), keragaman format data (variety), dan kecepatan pemrosesan yang tinggi (velocity). Dalam konteks ini, sistem data warehouse tradisional mulai mengalami keterbatasan dalam menyimpan, memproses, dan menganalisis data secara efisien. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan baru yang lebih fleksibel, skalabel, dan hemat biaya. (Theofilou et al., 2025) Transformasi data warehouse menjadi krusial untuk mengatasi tantangan tersebut, khususnya dalam mengakomodasi volume dan heterogenitas data yang terus meningkat (Solodovnikova & Niedrite, 2018). Pendekatan ini melibatkan pemanfaatan teknologi cloud yang menawarkan skalabilitas tak terbatas dan kemampuan pemrosesan yang adaptif (Ponnusamy, 2023).

Transformasi data warehouse ke dalam platform cloud computing menjadi solusi strategis untuk mengatasi tantangan tersebut. Cloud menawarkan skalabilitas otomatis, fleksibilitas sumber daya, dan biaya operasional yang lebih efisien karena model pay-as-you-go. Selain itu, integrasi teknologi cloud memungkinkan adopsi alat analitik canggih seperti machine learning, real-time analytics, dan data lake yang mendukung pengambilan keputusan berbasis data secara lebih cepat dan akurat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana transformasi data warehouse tradisional ke dalam platform cloud dapat memberikan keunggulan kompetitif di era Big Data. Dengan meninjau pendekatan arsitektur, tantangan implementasi, dan manfaat yang dihasilkan, studi ini diharapkan memberikan kontribusi bagi organisasi dalam merancang strategi migrasi data yang efektif dan berkelanjutan. (Anil, 2025) Perusahaan dan peneliti telah berupaya untuk mengatasi tantangan keamanan dan masalah real-time dalam migrasi data besar ke platform berbasis cloud (Manekar & Pradeepini, 2017).

Organisasi modern bergantung pada sistem data warehouse untuk mengonsolidasikan data dari berbagai sumber guna mendukung pengambilan keputusan strategis. Namun, seiring meningkatnya volume dan kompleksitas data di era Big Data, arsitektur data warehouse konvensional tidak lagi memadai. Sistem tradisional sering menghadapi keterbatasan dalam hal skalabilitas, kecepatan pemrosesan, dan biaya pemeliharaan infrastruktur fisik. (Alsqour & Owoc, 2015)

Selain itu, munculnya kebutuhan akan analitik real-time dan integrasi data tidak terstruktur seperti media sosial, sensor IoT, atau log aplikasi, memerlukan sistem yang lebih dinamis dan fleksibel. Cloud computing menawarkan berbagai layanan berbasis infrastruktur, platform, maupun perangkat lunak yang mampu mengatasi tantangan tersebut. Namun, proses transformasi dari on-premise data warehouse ke cloud-based data warehouse bukan tanpa kendala. Tantangan seperti integrasi sistem lama, keamanan data, dan biaya migrasi menjadi perhatian utama organisasi.

Oleh karena itu, penting untuk memahami pendekatan transformasi yang efektif serta menilai manfaat dan risikonya bagi organisasi di era Big Data.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana peran cloud computing dalam mengatasi keterbatasan data warehouse tradisional di era Big Data?
2. Apa saja tantangan yang dihadapi organisasi dalam proses transformasi data warehouse ke cloud?
3. Bagaimana dampak transformasi data warehouse berbasis cloud terhadap efisiensi pengolahan dan analisis data?
4. Strategi apa yang paling efektif untuk mengadopsi cloud data warehouse secara berkelanjutan?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis kebutuhan transformasi data warehouse di tengah pertumbuhan Big Data.
2. Mengidentifikasi manfaat dan tantangan dalam implementasi cloud data warehouse.
3. Menilai efektivitas penggunaan cloud dalam meningkatkan performa dan efisiensi analitik data.
4. Memberikan rekomendasi strategi adopsi cloud data warehouse yang relevan dan aplikatif bagi organisasi.

Kontribusi Penelitian

Penelitian ini memberikan penerapan roadmap transformasi arsitektur data warehouse di organisasi nyata atau melalui studi simulasi, sehingga memberikan gambaran nyata implementasi tahapan yang telah dirumuskan.

KAJIAN PUSTAKA

Big Data

Big Data adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan kumpulan data yang sangat besar, kompleks, dan tumbuh dengan sangat cepat, sehingga tidak dapat dikelola, disimpan, atau dianalisis secara efektif menggunakan metode dan alat manajemen data tradisional. (Theofilou et al., 2025)

Big Data tidak hanya mengacu pada ukuran data, tetapi juga bagaimana data tersebut

digunakan untuk mendapatkan wawasan (insight), membuat keputusan, dan memprediksi tren dengan teknologi analitik canggih seperti machine learning, AI, dan real-time processing. (Sheikh & Goje, 2021)

Karakteristik Big Data (3V – 5V – 10V)

1. 3V (Karakteristik dasar Big Data):
 - Volume: Ukuran data sangat besar (terabyte hingga petabyte).
 - Velocity: Kecepatan data dihasilkan dan diproses sangat tinggi (real-time/streaming).
 - Variety: Jenis data beragam (teks, gambar, video, log, data IoT, dll).
2. 5V (penambahan 2 aspek lanjutan):
 - Veracity: Tingkat keakuratan atau kebenaran data (data bisa noisy atau tidak konsisten).
 - Value: Nilai atau manfaat yang dapat diambil dari data tersebut.
3. 10V (versi paling lengkap) – mencakup:
 - Variability, Visualization, Volatility, Validity, dan Vulnerability.

Teknologi Cloud

Cloud computing atau komputasi awan adalah teknologi yang memungkinkan pengguna untuk mengakses, menyimpan, dan mengelola data serta aplikasi melalui internet, tanpa perlu memiliki atau mengelola infrastruktur fisik secara langsung. (Mell & Grance, 2011)@

Dengan cloud, sumber daya komputasi seperti server, storage, database, jaringan, software, dan analitik dapat disediakan sesuai permintaan (on-demand) dan dibayar sesuai penggunaan (pay-as-you-go).

Karakteristik Teknologi Cloud

1. On-Demand Self-Service
Pengguna dapat mengakses layanan kapan saja, tanpa interaksi langsung dengan penyedia layanan.
2. Broad Network Access
Layanan tersedia melalui jaringan (biasanya internet) dan dapat diakses dari berbagai perangkat.

3. Resource Pooling

Sumber daya dikumpulkan dan digunakan oleh banyak pengguna secara bersama (multi-tenant model).

4. Rapid Elasticity

Kemampuan untuk mengatur skala sumber daya dengan cepat sesuai kebutuhan (scaling up/down).

5. Measured Service

Pemakaian sumber daya dimonitor dan ditagih secara transparan (berbasis metrik penggunaan).

Transformasi Data Warehouse

Transformasi Data Warehouse adalah proses perubahan arsitektur, platform, atau pendekatan dalam sistem data warehouse untuk menyesuaikan dengan kebutuhan bisnis yang dinamis, pertumbuhan data yang cepat (Big Data), serta kemajuan teknologi seperti cloud computing dan real-time analytics.(Ma et al., 2000)

Transformasi ini biasanya mencakup:

- Migrasi dari on-premise ke cloud-based data warehouse
- Integrasi dengan data lake
- Modernisasi pipeline ETL menjadi ELT
- Penggunaan arsitektur serverless atau scalable
- Penerapan AI dan machine learning dalam proses analitik data

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed methods dengan kombinasi metode kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan untuk memahami proses transformasi dan tantangan yang dihadapi melalui wawancara dan studi kasus. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur performa sistem dan efisiensi biaya sebelum dan sesudah transformasi melalui survei dan pengujian kinerja.(Purwanto, 2016) Sementara itu, analisis data sekunder dari laporan, artikel ilmiah, dan dokumen relevan lainnya akan memperkaya

pemahaman mengenai strategi transformasi digital yang telah diterapkan oleh berbagai organisasi (Manik & Juwono, 2024). Studi saat ini menunjukkan bahwa meningkatnya jumlah perusahaan sedang mengevaluasi keuntungan yang dijanjikan dan mempertimbangkan memanfaatkan layanan cloud (Asniar & Sari, 2015).

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menganalisis studi kasus nyata dari organisasi yang telah berhasil mengadopsi transformasi data warehouse berbasis cloud untuk mendapatkan wawasan praktis dan mendalam (Kurniawan et al., 2021). Penelitian dilakukan dengan cara :

- Wawancara Semi-Terstruktur: Dilakukan dengan praktisi TI, manajer proyek, dan data engineer yang berpengalaman dalam migrasi data warehouse ke cloud.
- Survei: Distribusi kuesioner kepada organisasi yang telah melakukan transformasi, berfokus pada metrik kinerja, biaya, dan kepuasan pengguna.
- Studi Kasus dan Observasi: Pemantauan langsung proses implementasi di satu atau beberapa organisasi sebagai representasi. Selanjutnya, analisis data historis dan perbandingan dengan baseline kinerja sebelum transformasi akan dilakukan untuk mengukur dampak kuantitatif.

Sumber Data

Organisasi yang menggunakan data warehouse dan memiliki pengalaman atau rencana migrasi ke cloud dalam konteks big data. Sampel diambil secara purposive, mempertimbangkan kesiapan dan kesediaan organisasi untuk berpartisipasi. Data dikumpulkan dari berbagai sumber, termasuk sistem operasional dan database terdistribusi, untuk memastikan kelengkapan dan relevansi analisis (Yulianto, 2019).

Analisis Data

- Analisis Kualitatif: Data hasil wawancara dan observasi dianalisis menggunakan teknik coding dan thematic analysis untuk mengidentifikasi pola, tantangan, dan best practice.
- Analisis Kuantitatif: Data survei diolah dengan statistik deskriptif dan inferensial untuk mengukur perubahan kinerja (misalnya response time, throughput) dan biaya operasional.

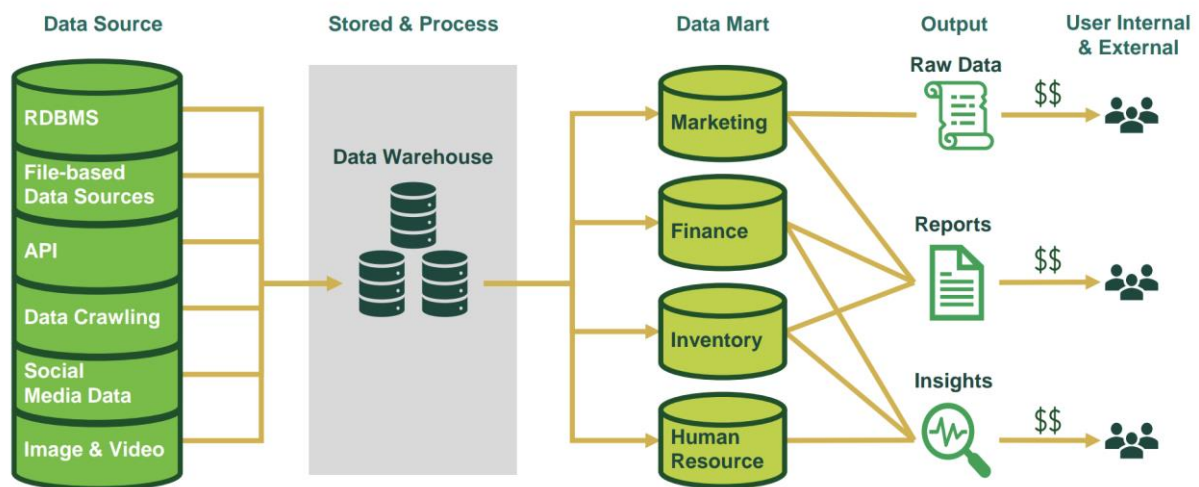
- Perbandingan Kinerja: Evaluasi teknis menggunakan metrik standar untuk menilai perbedaan kinerja antara data warehouse tradisional dan cloud-based.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Data Warehouse di Cloud

Implementasi ini mencakup migrasi data, konfigurasi infrastruktur, dan optimasi kinerja untuk mendukung kebutuhan analitik Big Data yang terus berkembang (Mahashabde & Banerjee, 2023) (Huda et al., 2010). Proses ini melibatkan pemilihan platform cloud yang tepat, seperti AWS, Google Cloud, atau Azure, yang menawarkan berbagai layanan komputasi dan penyimpanan yang elastis dan terukur (Amin & Vadlamudi, 2021).

Aspek krusial dalam implementasi ini meliputi pemilihan model layanan yang paling sesuai dengan kebutuhan organisasi serta strategi pengelolaan data yang efektif untuk memastikan integritas dan keamanan data (Asniar & Sari, 2015).



Analisis Kinerja Data Warehouse

Perbandingan kinerja antara data warehouse on-premise dan cloud-based menunjukkan bahwa solusi berbasis cloud menawarkan skalabilitas yang lebih baik dan biaya operasional yang lebih rendah, terutama dalam pengelolaan volume data yang sangat besar (Assunção et al., 2014). Studi ini juga menunjukkan bahwa implementasi data warehouse berbasis cloud

memungkinkan penanganan jenis data yang bervariasi dengan lebih efisien, mengatasi keterbatasan yang sering ditemukan pada metode data warehousing tradisional (Ahmadi, 2023). Perbandingan tersebut menekankan bagaimana arsitektur cloud dapat mengoptimalkan pemrosesan dan analisis data real-time, memberikan keunggulan kompetitif bagi organisasi (Khan et al., 2015). Penggunaan data warehouse yang berkualitas memiliki hubungan yang signifikan dengan peningkatan kualitas keputusan dan keuntungan bersih yang dirasakan, menegaskan pentingnya implementasi dan optimasi sistem ini (Amornbuth, 2015). Lebih lanjut, pemanfaatan teknologi data warehousing modern yang elastis mampu beradaptasi dengan pertumbuhan volume dan kecepatan data tanpa mengorbankan performa keseluruhan sistem (Ahmadi, 2023). Sistem data warehouse secara historis dirancang untuk mendukung analisis data besar demi pengambilan keputusan strategis, namun kini menghadapi tantangan baru dalam mengelola volume dan kecepatan data yang terus meningkat (Santos et al., 2019).

Studi Kasus

Suatu organisasi yang memiliki dataset terabyte hingga petabyte dan berhasil mencapai penghematan biaya penyimpanan yang signifikan, berkisar antara 50% hingga 83% (Mukherjee et al., 2023). Data warehouse juga telah memainkan peran penting dalam membantu para pengambil keputusan, tetapi di era big data dengan peningkatan besar dalam volume dan jenis data, sangat dibutuhkan untuk menerapkan arsitektur dan teknologi yang lebih memadai untuk mengatasinya (Saddad et al., 2020). perusahaan, sebuah data warehouse tradisional mungkin tidak lagi memadai dan memerlukan transformasi yang komprehensif (Li et al., 2011). Transformasi ini tidak hanya sebatas migrasi infrastruktur, tetapi juga melibatkan perubahan paradigma dalam pengelolaan dan analisis data untuk mendukung keputusan strategis yang lebih cepat dan akurat (Alhyasat & Al-Dalahmeh, 2013). Tujuan utama dari transformasi ini adalah untuk mengintegrasikan data dari berbagai sumber, sehingga memungkinkan analisis yang lebih komprehensif dan akurat (Sheta & Eldeen, 2013). Platform cloud memungkinkan organisasi untuk mengintegrasikan berbagai jenis data, termasuk data terstruktur, semi-terstruktur, dan tidak terstruktur, ke dalam satu repositori terpusat untuk analisis yang lebih holistik. Dalam konteks ini, data warehouse menjadi solusi terpusat untuk mengelola data terstruktur dari beragam sumber, mendukung analisis, dan menyediakan tampilan data historis (Ponnusamy, 2023). Dengan demikian, data warehouse modern berfungsi sebagai fondasi

analitik yang mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti dan memungkinkan organisasi untuk memanfaatkan potensi penuh dari data mereka (Watson et al., 2002).

Evaluasi Efisiensi Pengelolaan Data

Hal ini sejalan dengan kebutuhan organisasi modern yang memerlukan kapabilitas untuk mengelola data bervolume besar secara lebih efisien (Kurmiawan et al., 2020). Peningkatan efisiensi pengelolaan data ini sangat krusial mengingat pertumbuhan eksponensial volume data yang dihadapi organisasi saat ini, yang menuntut strategi komprehensif untuk akuisisi, penyimpanan, dan analisis (Kademeteme et al., 2016). Pemanfaatan data warehouse dalam era Big Data juga menghadapi tantangan evolusi yang memerlukan pendekatan inovatif untuk beradaptasi dengan perubahan kebutuhan analisis dan sumber data yang dinamis (Solodovnikova & Niedrite, 2018).

Tantangan dan Solusi dalam Transformasi Data Warehouse

Hal ini terutama relevan ketika mempertimbangkan tantangan dalam mencapai kecepatan respons yang memuaskan dari sistem manajemen basis data relasional n-ary tradisional saat menangani volume data yang sangat besar (González-Castro et al., 2009). Seiring dengan perubahan kebutuhan pengguna yang berkelanjutan dan evolusi sumber informasi yang dinamis, penanganan berbagai jenis perubahan ini menjadi keharusan, di mana data warehouse harus diperbarui secara berkala untuk mencerminkan realitas dunia nyata yang dianalisis (Oueslati & Akaichi, 2010). Transformasi ini membutuhkan algoritma yang efisien untuk mengatasi masalah redundansi data dan meminimalkan biaya komputasi yang timbul dari penyimpanan data yang tersebar (Dinesh & Devi, 2024).

Kesimpulan

Perubahan dalam sumber data memerlukan pembaruan metadata yang berkelanjutan untuk memastikan konsistensi dan akurasi analisis data (Solodovnikova & Niedrite, 2018). Perubahan ini juga harus memperhatikan kesulitan dalam mengumpulkan kebutuhan dari pengguna yang terus berubah, serta kompleksitas yang terlibat dalam mengelola dan mengintegrasikan data dari berbagai sumber dengan skema yang berbeda (Thakur & Gosain, 2011). Penting untuk dicatat bahwa peran data warehouse adalah untuk memfasilitasi

pengambilan keputusan dalam organisasi, menyediakan alat analisis untuk dukungan keputusan strategis (Barahama & Wardani, 2021) (Alasta & Enaba, 2019).

Ringkasan Temuan Utama

Model kapabilitas kematangan data warehouse dapat digunakan untuk menilai dan meningkatkan efisiensi proses pemantauan data (Fahmi et al., 2022). Pemanfaatan data warehouse merupakan basis informasi fundamental bagi organisasi besar untuk mendukung tugas pengambilan keputusan strategis mereka (Asrani & Jain, 2016). Meskipun demikian, data warehouse tradisional memiliki keterbatasan yang signifikan dalam menangani volume data yang sangat besar dan beragam secara efisien, yang menjadi semakin jelas dengan munculnya era big data (Venkatakrishnan, 2020).

Implikasi Penelitian

Transformasi menuju arsitektur yang lebih modern sangat diperlukan, seperti data warehouse berbasis cloud, untuk mengatasi tantangan ini dan memaksimalkan potensi analitik data besar. Transformasi ini tidak hanya berfokus pada peningkatan kapasitas penyimpanan dan pemrosesan, tetapi juga pada kemampuan untuk mengintegrasikan dan menganalisis data secara real-time demi mendukung keputusan yang lebih responsif dan adaptif. Dengan demikian, pendekatan ini memastikan bahwa sistem data warehouse tetap relevan dan efektif dalam menyediakan informasi yang akurat untuk mendukung pengambilan keputusan yang kompleks dan dinamis.

Saran untuk Penelitian Selanjutnya

Penerapan aplikasi database dalam pengelolaan data dapat mempermudah pengarsipan, pengorganisasian, dan pembaharuan data, serta menghasilkan informasi yang akurat dengan meminimalisir kesalahan (Wijaya & Subekti, 2021). Transformasi ini melibatkan perancangan ulang arsitektur sistem dari model database transaksional biasa ke model multidimensional Online Analytical Processing (Sami'un et al., 2022). Metode Online Analytical Processing memungkinkan analisis data dari berbagai dimensi, menyajikan informasi dalam model konseptual seperti kubus yang terdiri dari tabel fakta dan dimensi untuk memfasilitasi penambangan data yang efektif dan interaktif (Sami'un et al., 2022, Ahmed, 2014).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, S. (2023). Elastic Data Warehousing: Adapting To Fluctuating Workloads With Cloud-Native Technologies. *Journal of Knowledge Learning and Science Technology* ISSN 2959-6386 (Online), 2(3), 282. <https://doi.org/10.60087/jklst.vol2.n3.p301>
- Ahmed, M. S. (2014). DATA WAREHOUSING APPLICATIONS: AN ANALYTICAL TOOL FOR DECISION SUPPORT SYSTEM. *International Journal of Computer Science and Informatics*, 294. <https://doi.org/10.47893/ijcsi.2014.1163>
- Alasta, A. F., & Enaba, M. A. (2019). Data warehouse on Manpower Employment for Decision Support System. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.1904.01134>
- Alhyasat, E. B., & Al-Dalalmeh, M. (2013). Data Warehouse Success and Strategic Oriented Business Intelligence: A Theoretical Framework. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.1307.7328>
- Alsqour, M., & Owoc, M. L. (2015). The Role of Data Warehouse as a Source of Knowledge Acquisition in Decision-Making. An Empirical Study. In IFIP advances in information and communication technology (p. 21). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28868-0_2
- Amin, R., & Vadlamudi, S. (2021). Opportunities and Challenges of Data Migration in Cloud. *Engineering International*, 9(1), 41. <https://doi.org/10.18034/ei.v9i1.529>
- Amornbuth, C. (2015). The Relationship of the Quality Data Warehousing to Enhanced Perceived Net Profits and Decision Quality in the Enterprises. *Universal Journal of Management*, 3(12), 514. <https://doi.org/10.13189/ujm.2015.031206>
- Anil, T. K. (2025). Cloud Migration Strategies: Navigating the Shift to Modern IT Infrastructure. <https://philarchive.org/rec/KRICMS-2>
- Asniar, A., & Sari, S. K. (2015). Pemanfaatan Cloud Computing untuk Enterprise Resources Planning di Indonesia. *Jurnal Infotel*, 7(1), 75. <https://doi.org/10.20895/infotel.v7i1.33>
- Asrani, D., & Jain, R. (2016). Designing a Framework to Standardize Data Warehouse Development Process for Effective Data Warehousing Practices. *International Journal of Database Management Systems*, 8(4), 15. <https://doi.org/10.5121/ijdms.2016.8402>
- Assunção, M. D. de, Calheiros, R. N., Bianchi, S., Netto, M. A. S., & Buyya, R. (2014). Big Data computing and clouds: Trends and future directions. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2014.08.003>
- Barahama, A. D., & Wardani, R. (2021). Data analysis and data warehouse design based on

- Pentaho data integration (kettle) to support the determination of student learning achievement. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 1098(5), 52089. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1098/5/052089>
- Berisha, B., Mëziu, E., & Shabani, I. (2022). Big data analytics in Cloud computing: an overview. *Journal of Cloud Computing Advances Systems and Applications*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13677-022-00301-w>
- Dinesh, L., & Devi, K. G. (2024). An efficient hybrid optimization of ETL process in data warehouse of cloud architecture. *Journal of Cloud Computing Advances Systems and Applications*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s13677-023-00571-y>
- Fahmi, F., Hidayanto, A. N., Solikin, S., Indriany, H. S., Prastya, A., & Mardiansyah, S. F. (2022). Data warehouse capability maturity model assessment for efficient monitoring process: a case study in National Narcotics Board. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 969(1), 12055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/969/1/012055>
- González-Castro, V., MacKinnon, L., & Ángeles, M. del P. (2009). An Alternative Data Warehouse Reference Architectural Configuration. In *Lecture notes in computer science* (p. 33). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02843-4_6
- Huda, C., Jumas, R., Lumenta, M., & Kevin, K. (2010). Analisis Dan Perancangan Data Warehouse Pada PT Pelita Tatamas Jaya. *ComTech Computer Mathematics and Engineering Applications*, 1(2), 461. <https://doi.org/10.21512/comtech.v1i2.2395>
- Kademeteme, E., Kalema, B. M., & Pretorius, P. (2016). Managing and improving data quality through the adoption of data warehouse in the public sector. *African Journal of Science Technology Innovation and Development*, 9(1), 31. <https://doi.org/10.1080/20421338.2016.1258025>
- Khan, S., Shakil, K. A., & Alam, M. (2015). Cloud based Big Data Analytics: A Survey of Current Research and Future Directions. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1508.04733>
- Kurmiawan, T., Setiyawan, A., & Winandi, W. (2020). Perbandingan Kebijakan Sistem Big Data Di Indonesia Dan Uni Eropa. *Widya Yuridika*, 3(2), 119. <https://doi.org/10.31328/wy.v3i2.1514>
- Kurniawan, A., Rahayu, A., & Wibowo, L. A. (2021). Pengaruh Transformasi Digital terhadap Kinerja Bank Pembangunan Daerah di Indonesia. *Jurnal Ilmu Keuangan Dan Perbankan (JIKA)*, 10(2), 158. <https://doi.org/10.34010/jika.v10i2.4426>
- Li, G., Qian, X. S., & Ye, C. M. (2011). A New Architecture for Large Data Warehouse. *Applied*

- Mechanics and Materials, 87. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.55-57.87>
- Ma, C., Chou, D. C., & Yen, D. C. (2000). Data warehousing, technology assessment and management. *Industrial Management & Data Systems*, 100(3), 125. <https://doi.org/10.1108/02635570010323193>
- Mahashabde, S., & Banerjee, S. (2023). Data Warehousing in the Cloud: Unveiling the Advantages and Challenges for Modern Organizations. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 12(10), 1299. <https://doi.org/10.21275/sr231014081929>
- Manekar, A., & Pradeepini, G. (2017). Opportunity and Challenges for Migrating Big Data Analytics in Cloud. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 225, 12148. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/225/1/012148>
- Manik, S. P., & Juwono, V. (2024). Strategi Transformasi Digital dalam Tata Kelola Pemerintahan: Studi pada Kementerian Keuangan. *Briliant Jurnal Riset Dan Konseptual*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.28926/briliant.v9i1.1623>
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing. <https://doi.org/10.6028/nist.sp.800-145>
- Mukherjee, K., Shah, R., Saini, S. K., Singh, K., Khushi, K., Kesarwani, H., Barnwal, K., & Chauhan, A. (2023). Towards Optimizing Storage Costs on the Cloud. 2022 IEEE 38th International Conference on Data Engineering (ICDE), 2919. <https://doi.org/10.1109/icde55515.2023.00223>
- Oueslati, W., & Akaichi, J. (2010). A Survey on Data Warehouse Evolution. *International Journal of Database Management Systems*, 2(4), 11. <https://doi.org/10.5121/ijdms.2010.2402>
- Ponnusamy, S. (2023). Evolution of Enterprise Data Warehouse: Past Trends and Future Prospects. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 71(9), 1. <https://doi.org/10.14445/22312803/ijctt-v71i9p101>
- Purwanto, E. (2016). Metodologi penelitian kuantitatif. https://perpustakaan.kemendagri.go.id/opac/index.php?p=show_detail&id=3378&keyword=s=
- Rajadnye, A. (2017). Is Datawarehouse Relevant in the Era of Big Data? *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3224451>
- Saddad, E., El-Bastawissy, A., Hoda, M., & Hazman, M. (2020). Lake Data Warehouse Architecture for Big Data Solutions. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(8). <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2020.0110854>

- Sami'un, D. C., Rumlaklak, N. D., & Pandie, E. S. Y. (2022). ANALISA TRANSAKSI SISTEM KREDIT MENGGUNAKAN METODE ONLINE ANALYTICAL PROCESSING. *Transformasi*, 18(1). <https://doi.org/10.56357/jt.v18i1.291>
- Santos, M. Y., Costa, C., Galvão, J., Andrade, C., Pastor, Ó., & Marcén, A. C. (2019). Enhancing Big Data Warehousing for Efficient, Integrated and Advanced Analytics. In Lecture notes in business information processing (p. 215). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21297-1_19
- Saputra, E. (2023). Permodelan Data Warehouse Untuk Penjualan Ban Menggunakan Online Analytical Processing (OLAP). *Jurnal Ilmiah Informatika Dan Ilmu Komputer (JIMA-ILKOM)*, 2(1), 12. <https://doi.org/10.58602/jima-ilkom.v2i1.13>
- Sheikh, R. A., & Goje, N. S. (2021). Role of Big Data Analytics in Business Transformation (p. 231). <https://doi.org/10.1002/9781119711148.ch13>
- Sheta, O. E., & Eldeen, A. N. (2013). Evaluating a healthcare data warehouse for cancer diseases. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.1307.3448>
- Solodovnikova, D., & Niedrite, L. (2018). An Approach to Handle Big Data Warehouse Evolution. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.1809.04284>
- Thakur, G., & Gosain, A. (2011). DWEVOLVE. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 36(6), 1. <https://doi.org/10.1145/2047414.2047433>
- Theofilou, A., Nastis, S. A., Tsagris, M., Rodríguez-Pérez, S., & Mattas, K. (2025). Design and Implementation of a Scalable Data Warehouse for Agricultural Big Data. Sustainability, 17(8), 3727. <https://doi.org/10.3390/su17083727>
- Venkatakrishnan, R. (2020). Design, Implementation, and Assessment of Innovative Data Warehousing; Extract, Transformation, and Load(ETL); and Online Analytical Processing(OLAP) on BI. *International Journal of Database Management Systems*, 12(3), 1. <https://doi.org/10.5121/ijdms.2020.12301>
- Watson, H. J., Goodhue, D. L., & Wixom, B. H. (2002). The benefits of data warehousing: why some organizations realize exceptional payoffs. *Information & Management*, 39(6), 491. [https://doi.org/10.1016/s0378-7206\(01\)00120-3](https://doi.org/10.1016/s0378-7206(01)00120-3)
- Wijaya, W. M., & Subekti, Z. M. (2021). Penerapan Aplikasi Database pada Kegiatan Manajemen Sekolah. *Jurnal Manajemen Pendidikan Jurnal Ilmiah Administrasi Manajemen Dan Kepemimpinan Pendidikan*, 1(2), 157. <https://doi.org/10.21831/jump.v1i2.42352>
- Yulianto, A. A. (2019). Extract Transform Load (ETL) Process in Distributed Database



Academic Data Warehouse. *APTIKOM Journal on Computer Science and Information Technologies*, 4(2), 61. <https://doi.org/10.11591/aptikom.j.csit.36>