



Elastisitas: Jurnal Manajemen Akuntansi Keuangan Yayasan Salmiah Education Global International (YSEGI)

Jl. Pendidikan, Kec. Percut Sei Rotan, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara, 21333
Website: <https://glonus.org/index.php/jmak> Email: glonus.info@gmail.com

Sistem Basis Data Kontekstual dengan Kemampuan Reinterpretasi Data Historis

Pebrian Sahputra Sinulingga¹, Muhammad Irwan Padli Nasution²

^{1,2} Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

¹pebriansahputra2@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji konsep, arsitektur, serta tantangan dalam pengembangan *sistem basis data kontekstual* yang memiliki kemampuan untuk melakukan *reinterpretasi* terhadap data historis. Dalam era big data dan evolusi informasi yang cepat, kebutuhan akan sistem basis data yang adaptif dan kontekstual semakin mendesak, terutama untuk mendukung pengambilan keputusan yang responsif terhadap perubahan makna data dari waktu ke waktu. Melalui studi pustaka terhadap berbagai literatur ilmiah, ditemukan bahwa sistem basis data tradisional bersifat statis dalam menafsirkan data historis, sehingga kurang mampu menangkap dinamika konteks seperti perubahan kebijakan, kondisi sosial, atau pemaknaan ulang terhadap peristiwa masa lalu. Sistem basis data kontekstual menawarkan pendekatan baru dengan mengintegrasikan *context-aware models*, penanda temporal, dan teknik anotasi semantik yang memungkinkan reinterpretasi data berdasarkan konteks terkini. Penelitian ini juga menyoroti berbagai pendekatan seperti *context modeling*, *temporal reasoning*, dan penggunaan *knowledge graph* dalam mendukung sistem reinterpretatif. Studi ini menyimpulkan bahwa pengembangan sistem basis data kontekstual dengan kemampuan reinterpretasi memerlukan kerangka kerja multidisipliner yang melibatkan bidang basis data, ilmu semantik, dan kecerdasan buatan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi teoritis sebagai dasar bagi pengembangan sistem informasi adaptif yang relevan di berbagai sektor seperti kesehatan, keamanan, sejarah, dan bisnis.

Kata Kunci: Sistem Basis Data Kontekstual, Reinterpretasi Data, Data Historis

Pendahuluan

Dalam era informasi yang berkembang pesat, sistem basis data memainkan peran sentral dalam pengumpulan, penyimpanan, dan pengambilan data. Namun, tantangan utama dalam sistem basis data tradisional adalah keterbatasannya dalam menangani dinamika makna dan konteks dari data historis. Sebagian besar sistem basis data dirancang dengan pendekatan statis yang menganggap makna data bersifat tetap, padahal dalam kenyataannya makna data sangat kontekstual dan dapat berubah seiring waktu (Bhatt &

Patoglu, 2011).

Sebagai contoh, sebuah catatan medis pasien yang tersimpan 10 tahun lalu mungkin perlu ditafsirkan ulang berdasarkan pedoman diagnosis terbaru. Demikian pula, data transaksi keuangan dari masa lalu bisa mengandung interpretasi yang berbeda setelah perubahan regulasi atau pergeseran nilai ekonomi. Oleh karena itu, sistem basis data modern dituntut tidak hanya menyimpan data secara akurat, tetapi juga harus mampu *mereinterpretasi* data berdasarkan konteks baru yang muncul di kemudian hari (Wang et al., 2017).

Sistem basis data kontekstual muncul sebagai pendekatan inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Sistem ini mengintegrasikan mekanisme pemodelan konteks (*context modeling*) dan penalaran temporal (*temporal reasoning*) yang memungkinkan data untuk ditafsirkan kembali sesuai dengan kondisi terbaru atau perubahan pengetahuan (Strang & Linnhoff-Popien, 2004). Penggunaan teknologi seperti *semantic annotation*, *context-aware computing*, dan *knowledge graphs* memungkinkan sistem untuk menangkap relasi makna yang kompleks dan berubah-ubah dari waktu ke waktu (Sheth et al., 2005).

Namun, penerapan sistem basis data kontekstual dengan kemampuan reinterpretasi historis masih menghadapi banyak tantangan, mulai dari kompleksitas arsitektur sistem, kebutuhan akan metadata kontekstual yang akurat, hingga kesulitan dalam mengintegrasikan berbagai sumber konteks eksternal. Selain itu, terdapat pula kendala dalam hal *versioning* data, penanganan data yang tidak lengkap, serta potensi ambigu interpretasi yang dapat memengaruhi akurasi analisis data (Gómez-Pérez et al., 2006).

Meskipun perkembangan teknologi sistem basis data telah mencapai kemajuan signifikan dalam hal kecepatan, skalabilitas, dan integrasi lintas platform, namun penelitian yang secara khusus membahas kemampuan reinterpretasi data historis dalam konteks yang dinamis masih sangat terbatas. Mayoritas penelitian sebelumnya lebih terfokus pada aspek *context-aware systems* untuk aplikasi real-time, seperti layanan berbasis lokasi dan sistem rekomendasi (Strang & Linnhoff-Popien, 2004; Dey & Abowd, 2000), namun belum secara mendalam mengintegrasikan reinterpretasi konteks pada data yang sudah tersimpan dalam sistem historis.

Selain itu, riset-riset sebelumnya banyak menitikberatkan pada konteks saat ini (*present context*) daripada *historical contextual reinterpretation*. Contohnya, Sheth et al. (2005) lebih menyoroti pemodelan semantik dalam Semantic Web untuk meningkatkan relevansi data dalam konteks saat ini, sementara studi seperti Wang et al. (2017) masih terbatas pada pengelolaan konteks yang berubah secara dinamis tanpa mekanisme eksplisit

untuk memperbarui atau merevisi pemaknaan data historis.

Kesenjangan lainnya terletak pada kurangnya integrasi antara model temporal, ontologi dinamis, dan sistem anotasi semantik dalam satu arsitektur sistem yang kohesif. Sistem basis data temporal telah lama diteliti (Snodgrass, 1999), namun penelitian tersebut umumnya hanya berfokus pada pengelolaan waktu kronologis tanpa mengaitkannya dengan dinamika konteks eksternal yang relevan. Demikian pula, pendekatan ontologis sering kali bersifat statis dan tidak memiliki mekanisme untuk mengakomodasi evolusi makna atau pengetahuan baru terhadap entitas historis (Gómez-Pérez et al., 2006).

Novelty dari penelitian ini terletak pada upaya konseptual untuk menggabungkan *context-aware data modeling*, *temporal semantics*, dan *reinterpretative reasoning* dalam sistem basis data. Pendekatan ini tidak hanya menyimpan data historis secara pasif, melainkan memberikan kemampuan aktif bagi sistem untuk menafsirkan ulang data berdasarkan perubahan pengetahuan, nilai, dan situasi. Dengan demikian, penelitian ini memperkenalkan kerangka berpikir baru untuk basis data yang lebih fleksibel dan adaptif terhadap dinamika konteks dan evolusi makna.

Kontribusi ilmiah lainnya adalah usulan integrasi *knowledge graphs* dan *semantic versioning* sebagai landasan teknis untuk merepresentasikan transformasi konteks dari waktu ke waktu (Nguyen et al., 2015). Dengan fondasi ini, sistem basis data dapat merekonstruksi makna historis yang lebih akurat sesuai dengan realitas dan interpretasi terkini, suatu aspek yang belum banyak disentuh oleh penelitian basis data konvensional.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian studi pustaka ini bertujuan untuk menelusuri perkembangan konsep sistem basis data kontekstual, mengeksplorasi teknik-teknik reinterpretasi data historis yang telah dikembangkan, serta mengidentifikasi tantangan dan arah pengembangan di masa depan. Kajian ini penting untuk memberikan dasar teoritis dan teknis dalam mendesain sistem informasi yang tidak hanya menyimpan data secara historis, tetapi juga *adaptif terhadap perubahan makna* yang bersifat kontekstual dan dinamis.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi pustaka (library research) yang bersifat kualitatif-deskriptif dengan tujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis teori, konsep, serta temuan-temuan ilmiah yang relevan mengenai sistem basis data kontekstual yang memiliki kemampuan reinterpretasi terhadap data historis. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi perkembangan literatur

secara sistematis dan mendalam dalam ruang lingkup multidisipliner, khususnya pada bidang basis data, semantik, serta pemodelan konteks dan temporal.

Langkah pertama dalam metode ini adalah pengumpulan literatur dari berbagai sumber ilmiah seperti jurnal internasional bereputasi (Scopus, IEEE Xplore, ACM Digital Library, SpringerLink), buku akademik, dan prosiding konferensi yang relevan. Literatur yang dipilih memenuhi kriteria: (1) membahas sistem basis data kontekstual atau context-aware computing, (2) menyinggung aspek reinterpretasi atau evolusi makna data, (3) memuat informasi tentang model temporal dan anotasi semantik, serta (4) diterbitkan dalam kurun waktu 15 tahun terakhir untuk menjaga relevansi topik (Kitchenham, 2004).

Langkah kedua adalah analisis isi (content analysis) terhadap setiap publikasi untuk mengidentifikasi tema utama, metodologi, temuan, serta kesenjangan atau keterbatasan dari penelitian sebelumnya. Teknik analisis ini digunakan untuk mengkategorikan berbagai pendekatan seperti *context modeling* (Strang & Linnhoff-Popien, 2004), *semantic annotation* (Sheth et al., 2005), *temporal reasoning* (Snodgrass, 1999), serta penggunaan *knowledge graph* (Nguyen et al., 2015) dalam konteks reinterpretasi data.

Selanjutnya, dilakukan proses sintesis tematik, yaitu menyusun kembali berbagai temuan ke dalam kerangka berpikir konseptual yang menjelaskan hubungan antara konteks, waktu, dan makna data dalam sistem basis data. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk merumuskan model teoritis mengenai bagaimana sistem basis data kontekstual dapat mendukung reinterpretasi data historis secara dinamis.

Sebagai teknik validasi dan triangulasi konseptual, peneliti juga membandingkan berbagai model yang ditemukan dalam literatur dengan studi kasus terapan dalam bidang kesehatan, keuangan, dan sejarah digital untuk menguji keterpakaian ide-ide tersebut dalam konteks nyata (Boell & Cecez-Kecmanovic, 2015). Metode studi pustaka ini tidak hanya berfungsi untuk merangkum literatur yang ada, tetapi juga untuk menggali ruang inovasi dan kontribusi teoretis dalam pengembangan sistem basis data generasi mendatang yang mampu menangani perubahan makna secara kontekstual dan historis.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian studi pustaka ini menunjukkan bahwa sistem basis data kontekstual dengan kemampuan reinterpretasi data historis merupakan konsep yang berkembang sebagai respons terhadap kebutuhan akan sistem informasi yang adaptif terhadap perubahan makna dan konteks data. Berbagai literatur menggarisbawahi pentingnya integrasi antara konteks (situasional, temporal, sosial) dengan mekanisme penyimpanan

dan pemaknaan ulang data agar sistem informasi tidak hanya bersifat arsip statis, tetapi juga mampu menghasilkan pemahaman dinamis sesuai perkembangan pengetahuan atau perubahan kondisi eksternal.

Strang dan Linnhoff-Popien (2004) dalam survei mereka menekankan bahwa *context-aware systems* harus dapat memahami tidak hanya kondisi saat ini, tetapi juga mengakomodasi perubahan-perubahan historis untuk memberikan layanan atau informasi yang relevan. Namun, sebagian besar model hanya menangani konteks saat ini dan belum mengembangkan mekanisme untuk menyesuaikan interpretasi atas data masa lalu.

Dalam sistem basis data, reinterpretasi data historis membutuhkan integrasi dari *temporal data models* (Snodgrass, 1999), *semantic versioning* (Nguyen et al., 2015), dan *ontological evolution* (Flouris et al., 2006). Hasil studi pustaka menunjukkan bahwa kemampuan reinterpretasi memerlukan representasi data yang tidak hanya mencatat nilai dan waktu, tetapi juga makna yang melekat pada saat data itu dicatat, serta konteks yang berlaku saat dilakukan penafsiran ulang.

Sebagai contoh, pada sistem kesehatan elektronik, diagnosa pasien yang dibuat pada tahun 2010 harus bisa ditinjau ulang pada tahun 2025 dengan menggunakan pedoman medis terkini. Menurut Wang et al. (2017), hal ini hanya mungkin dilakukan jika sistem dapat menyimpan metadata kontekstual dan memperbarui representasi semantik dari data tersebut. Sistem seperti ini disebut sebagai *contextual database systems*, yang memperluas fungsi dari basis data tradisional dengan elemen konteks dan ontologi yang dapat dievolusikan.

Pembahasan lebih lanjut dari literatur juga menyoroti arsitektur teknis yang mendukung reinterpretasi, salah satunya adalah integrasi *knowledge graphs* dan *RDF reification* untuk merepresentasikan hubungan antar entitas dan perubahan makna dalam format yang dapat dimanipulasi secara semantik (Sheth et al., 2005; Nguyen et al., 2015). Teknologi ini memungkinkan sistem untuk menyimpan informasi tidak hanya sebagai fakta, tetapi juga sebagai *klaim kontekstual*, yang dapat berubah atau ditafsirkan ulang berdasarkan data dan pengetahuan baru.

Namun demikian, penerapan reinterpretasi data historis masih menghadapi beberapa tantangan. Pertama, kompleksitas dalam menyimpan dan memelihara informasi kontekstual yang lengkap dan akurat. Kedua, kebutuhan akan sistem inferensi yang mampu secara otomatis mengenali dan menerapkan aturan reinterpretasi berbasis konteks baru. Ketiga, keterbatasan dalam model basis data konvensional untuk mengakomodasi evolusi makna secara dinamis (Gómez-Pérez et al., 2006).

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa sistem basis data kontekstual dengan kemampuan reinterpretasi data historis adalah pendekatan yang menjanjikan dalam pengembangan sistem informasi masa depan. Sistem seperti ini tidak hanya menyimpan data, tetapi juga *menyimpan makna*—dan lebih penting lagi, memungkinkan *evolusi makna* yang mengikuti dinamika realitas.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi pustaka yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem basis data kontekstual dengan kemampuan reinterpretasi data historis merupakan pendekatan yang relevan dan sangat dibutuhkan dalam era informasi yang terus berkembang dinamis. Sistem ini menawarkan solusi atas keterbatasan sistem basis data tradisional yang cenderung bersifat statis dalam memahami data historis. Dengan mengintegrasikan elemen *context-awareness*, *temporal semantics*, serta mekanisme *semantic annotation* dan *knowledge representation*, sistem basis data dapat mereinterpretasi makna data sesuai perubahan konteks dan pengetahuan terkini. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan reinterpretatif membutuhkan model yang tidak hanya mencatat data dan waktu, tetapi juga menyertakan *metadata kontekstual*, seperti sumber, kebijakan, hingga standar pengetahuan yang berlaku saat data tersebut dikumpulkan dan saat ditafsirkan kembali. Kemampuan ini sangat krusial dalam berbagai bidang, seperti sistem informasi kesehatan, arsip digital, keuangan, hingga forensik data, di mana makna informasi sangat tergantung pada situasi waktu dan konteks yang berubah-ubah. Meskipun demikian, pengembangan sistem ini masih menghadapi sejumlah tantangan, antara lain: kompleksitas dalam pemodelan konteks multi-dimensi, kebutuhan akan interoperabilitas semantik yang tinggi, serta kesulitan dalam otomatisasi proses reinterpretasi makna historis. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan interdisipliner yang menggabungkan ilmu basis data, semantik, rekayasa ontologi, dan kecerdasan buatan untuk mewujudkan sistem yang adaptif dan dinamis secara makna. Dengan demikian, studi ini tidak hanya menegaskan pentingnya pengembangan sistem basis data kontekstual reinterpretatif, tetapi juga membuka ruang untuk riset lanjutan yang lebih aplikatif dalam perancangan arsitektur sistem, pengembangan standar metadata, dan integrasi teknologi *knowledge graphs* serta *temporal reasoning* sebagai fondasi utama sistem informasi masa depan.

Daftar Pustaka

Abiteboul, S., Buneman, P., & Suciu, D. (2000). *Data on the Web: From Relations to*

- Bao, J., Slaughter, L., & Honavar, V. (2011). Ontology-based semantic conflict resolution for database schema integration. *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 7(1), 1–25.
- Bizer, C., Heath, T., & Berners-Lee, T. (2009). Linked data—The story so far. *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 5(3), 1–22.
- Dey, A. K., & Abowd, G. D. (2000). Toward a better understanding of context and context-awareness. *Proceedings of CHI 2000 Workshop on The What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness*.
- Flouris, G., Manakanatas, D., Kondylakis, H., Plexousakis, D., & Antoniou, G. (2006). Ontology change: Classification and survey. *The Knowledge Engineering Review*, 23(2), 117–152.
- Gómez-Pérez, A., Fernández-López, M., & Corcho, O. (2006). *Ontological Engineering*. Springer.
- Gutierrez, C., Hurtado, C., & Vaisman, A. (2007). Introducing time into RDF. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 19(2), 207–218.
- Hitzler, P., Krötzsch, M., & Rudolph, S. (2009). *Foundations of Semantic Web Technologies*. Chapman and Hall/CRC.
- Kobsa, A. (2001). Generic user modeling systems. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11(1–2), 49–63.
- Ladwig, G., & Tran, D. T. (2013). SIENA: Semantic interpretation of evolving data. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 12, 30–49.
- McGuinness, D. L., & van Harmelen, F. (2004). OWL Web Ontology Language Overview. *W3C Recommendation*.
- Motik, B., Horrocks, I., & Sattler, U. (2009). Bridging the gap between OWL and relational databases. *Journal of Web Semantics*, 7(2), 74–89.
- Nguyen, V., Bodenreider, O., & Sheth, A. (2015). Don't like RDF reification? Making

- statements about statements using singleton property. *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web*, 759–770.
- Patterson, D. J., Liao, L., Fox, D., & Kautz, H. (2003). Inferring high-level behavior from low-level sensors. *International Conference on Ubiquitous Computing*, 73–89.
- Sheth, A., Ramakrishnan, C., & Thomas, C. (2005). Semantics for the Semantic Web: The implicit, the formal and the powerful. *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 1(1), 1–18.
- Snodgrass, R. T. (1999). *Developing Time-Oriented Database Applications in SQL*. Morgan Kaufmann.
- Strang, T., & Linnhoff-Popien, C. (2004). A context modeling survey. *Workshop on Advanced Context Modelling, Reasoning and Management*, UbiComp.
- Tappolet, J., & Bernstein, A. (2009). Applied temporal RDF: Efficient temporal querying of RDF data with SPARQL. *European Semantic Web Conference*, 308–322.
- Wang, Y., Lu, J., Zhang, G., & Shi, Y. (2017). A context-aware data model for handling dynamic contexts in context-based applications. *Information Sciences*, 417, 212–226.
- Zhai, Y., & Liu, B. (2005). Web data extraction based on partial tree alignment. *Proceedings of the 14th International Conference on World Wide Web*, 76–85.