

Pengoptimalan Performa Database Pada Proses Transformasi Data Pada SQL Server



Desi Setiya Budi¹
Hadi Syahrial²

Universitas Budi Luhur, Jakarta Indonesia

E-mail: desisetiyab@gmail.com¹; hadi.syahrial@budiluhur.ac.id²

Notifikasi Penulis

14 November 2023

Akhir Revisi

21 November 2023

Terbit

4 Februari 2024

Setiya Budi, D., & Syahrial, H. . (2023). Optimizing Database Performance in the Data Transformation Process in SQL Server : Pengoptimalan Performa Database Pada Proses Transformasi Data Pada SQL Server. *Technomedia Journal*, 8(3 Februari), 407–419.

<https://doi.org/10.33050/tmj.v8i3.2167>

ABSTRACT

The database itself in general is a collection of data that is stored systematically on a computer that can be processed or manipulated using software (application programs) to produce information. Database definition includes specifications in the form of data types, data structures and also limitations on the data to be stored. One of the tools that are often used is SQL Server. Data processing itself requires a lot of time through various stages. During the data processing stage, there is what is called data transform and data transfer. Which means the data is sent from process A to Process B and changed. In this case it is not information from a data, but what is changed is not the content or value in it, but changes it into a form of information that can be easily accepted and read by readers of the information. In the transform and transfer process, there are several obstacles experienced. What often happens is a matter of time. Time refers to the speed of a data process itself. Because if each process has a very slow speed it will take a lot of time, even though there are many other processes that have to run. In this study, the use of Indexing, Temporary Table techniques and a combination of the two was carried out. In order to get results which are faster to use. In this study using the True Experiment Design method with repeated measurement design. Which in this study will find several treatments, and carried out with more than 1 trial.

Keywords: Indexing, Temporary Table, Tuning, True Experiment Design, Database, Optimal, Transformation, Transfer, Data, SQL Server

ABSTRAK

Database sendiri secara umum adalah kumpulan data yang disimpan secara sistematis di dalam komputer yang dapat diolah atau dimanipulasi menggunakan perangkat lunak (program aplikasi) untuk menghasilkan informasi. Pendefinisian database meliputi spesifikasi



berupa tipe data, struktur data dan juga batasan-batasan pada data yang akan disimpan. Salah satu tools yang sering digunakan adalah SQL Server. Pengolahan data sendiri membutuhkan waktu yang tidak sedikit melalui berbagai tahapan. Saat tahapan proses data ada yang disebut dengan transform data dan transfer data. Yang artinya data dikirim dari proses A ke Proses B dan diubah. Dalam hal ini bukan informasi dari sebuah data, namun yang diubah bukan isi atau nilai yang ada di dalamnya, namun merubah menjadi bentuk informasi yang dapat dengan mudah diterima dan dibaca oleh pembaca informasi. Pada proses transform dan transfer, ada beberapa kendala yang dialami. Yang sering terjadi adalah masalah waktu. Waktu merujuk pada kecepatan sebuah proses data itu sendiri. Karena apabila setiap proses memiliki kecepatan yang sangat lamban itu akan memakan banyak waktu, padahal masih banyak proses lain yang harus berjalan. Pada penelitian ini, penggunaan teknik Indexing, Temporary Table dan gabungan antara keduanya dilakukan. Guna mendapatkan hasil mana yang lebih cepat untuk digunakan. Pada penelitian ini menggunakan metode True Experiment Design dengan rancangan pengukuran berulang. Yang mana pada penelitian ini akan mendapati beberapa perlakuan, dan dilakukan dengan lebih dari satu kali percobaan.

Kata kunci : Indexing, Temporary Table, Tuning, True Experiment Design, Database, Optimal, Transformation, Transfer, Data, SQL Server

PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi informasi di kehidupan sehari-hari sudah tidak lagi terhindarkan. Mulai dari untuk memenuhi kebutuhan primer seperti makan, bepergian, hingga kebutuhan non-primer seperti social media [1]. Semua kegiatan tersebut saat ini didukung oleh penggunaan teknologi informasi. Dengan semakin beragamnya kegiatan yang didukung oleh teknologi informasi, semakin banyak pula data yang bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain. Dan semakin banyak pula data yang tersimpan di sebuah tempat sebelum dikirim ke tempat lain [2].

Bagi sebuah instansi, inovasi menjadi hal yang mutlak untuk bisa bertahan dan berkembang di era teknologi informasi. Instansi dituntut untuk berinovasi secara tepat dan cepat [3]. Tepat, artinya inovasi yang dibuat berguna bagi kehidupan. Cepat, artinya inovasi tersebut harus segera direalisasikan [4]. Inovasi-inovasi lahir dari sebuah proses pengambilan keputusan yang baik, yang didukung oleh data yang akurat dan datang dengan cepat. Data, yang berupa angka, huruf, gambar tanda-tanda, isyarat, tulisan, suara, bunyi yang merepresentasikan keadaan sebenarnya, merupakan elemen penting dalam pengambilan suatu keputusan oleh sebuah instansi [5]. Data tersebut diolah menjadi sebuah laporan yang kemudian akan menjadi bahan untuk menganalisis sebuah kasus, membuat perbandingan atas laporan data lain, dan sebagainya [6].

Proses pengolahan data sendiri bukanlah proses sederhana. Data yang berasal dari masukan dari berbagai sumber akan disimpan terlebih dahulu di dalam sebuah basis data sebelum diolah ke dalam bentuk lain [7]. Basis data sendiri memiliki pengertian kumpulan data yang disimpan secara sistematis di dalam komputer yang dapat diolah atau dimanipulasi menggunakan perangkat lunak (program aplikasi) untuk menghasilkan informasi [8].

Pendefinisian database meliputi spesifikasi berupa tipe data, struktur data, dan juga batasan-batasan pada data yang akan disimpan [9]. Salah satu tool yang sering digunakan adalah SQL Server. Seperti yang peneliti ungkapkan di atas, kecepatan dalam pengolahan data merupakan hal yang vital dalam sebuah inovasi bagi sebuah instansi [10]. Padahal data yang tersimpan di database, bukanlah data bersih, yang bisa segera dikonsumsi. Dibutuhkan proses transform dan transfer data sebelum data tersebut benar-benar siap dikonsumsi [11]. Proses transform dan transfer sendiri memiliki arti bahwa data dikirim dari proses A ke proses B untuk kemudian diubah [12]. Dalam hal ini, bukan isi datanya yang diubah, melainkan mengubah bentuk data menjadi informasi yang sederhana yang dapat dengan mudah diterima dan dibaca oleh pembaca informasi tersebut [13]. Pada proses transform dan transfer inilah biasanya akan dimulai masalah pengolahan data. Kendala yang paling sering dialami adalah masalah lambatnya kedua proses tersebut diselesaikan [14]. Di SQL Server sendiri, masalah lambatnya proses transform dan transfer tersebut bisa diatasi dengan indexing, temporary table, dan gabungan keduanya [15].

PERMASALAHAN

Dalam melakukan analisis terhadap latar belakang, dapat disimpulkan bahwa lambatnya proses transformasi data merupakan hasil dari penumpukan data yang terus meningkat di dalam database [16]. Kemudian penambahan kapasitas memory tidak menjadi solusi jangka panjang dari lambatnya proses transformasi data karena data yang akan terus menerus bertambah [17]. Masalah ini menjadi semakin kompleks dengan adanya pertumbuhan data yang terus menerus, dan penambahan kapasitas memory tidak memberikan solusi jangka panjang terhadap masalah ini.

Penumpukan data yang terjadi mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, seperti pertumbuhan bisnis, peningkatan jumlah pengguna, atau bahkan penambahan sumber data baru. Hal ini dapat mengakibatkan beban kerja yang lebih besar pada sistem, terutama pada tahap transformasi data. Proses transformasi data yang lambat dapat berdampak negatif pada efisiensi operasional, keakuratan informasi, dan responsivitas sistem secara keseluruhan.

Selain itu, lambatnya proses transformasi data juga dapat mempengaruhi waktu pengambilan keputusan dan merugikan produktivitas organisasi secara keseluruhan. Keterlambatan ini bisa menjadi hambatan bagi inovasi, pengembangan produk, dan respons terhadap perubahan pasar yang cepat. Penting untuk mencari solusi yang tidak hanya bersifat sementara, melainkan dapat mengatasi masalah ini dalam jangka panjang. Upaya untuk meningkatkan efisiensi transformasi data dapat melibatkan peningkatan infrastruktur teknologi, penerapan algoritma transformasi data yang lebih efisien, atau bahkan strategi manajemen data yang lebih baik.

Dalam mengatasi masalah ini, perlu juga mempertimbangkan pengelolaan data yang baik, seperti pembersihan data berkala, kompresi data, atau strategi penyimpanan yang optimal. Pemahaman yang mendalam tentang sumber daya teknologi yang digunakan dan pemilihan solusi yang tepat dapat membantu organisasi menghadapi tantangan transformasi data dengan lebih efektif.

Dengan mengidentifikasi akar permasalahan dan merancang solusi yang holistik,

diharapkan lambatnya proses transformasi data dapat diatasi, dan organisasi dapat terus berinovasi serta beradaptasi dengan perubahan lingkungan bisnis yang dinamis.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan rancangan True Experiment Design [18]. Sedangkan desain yang dipakai adalah desain pengukuran berulang [19]. Pada penelitian ini, perlakuan ekperimental yang akan didapat oleh kelompok kontrol adalah teknik Indexing, *Temporary Table*, dan teknik gabungan keduanya [20]. Dalam penelitian ini teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah dengan menggunakan dummy data [21]. *Dummy* data sendiri adalah data tiruan [22]. Yakni isi dari atribut atau field-field yang ada adalah palsu dan hanya diinput atau di-extract menggunakan SSIS (*SQL Server Integration Service*) [23]. *Dummy* data adalah data yang diperoleh dari hasil *extract transform and load data* dari *text file* atau *xls file* [24]. Metode pengumpulan data yang digunakan yaitu *dummy* data dan menggandakannya, wawancara, dan observasi [25]. Teknik analisis yang digunakan untuk penelitian ini menggunakan teknik observasi/pengamatan [26].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, penulis melakukan pengumpulan data yang akan dimasukkan ke database dari masing-masing *data source* [27]. *Data source* ini berasal dari *text file* dan *xls file* [28]. Yang mana *file-file* tersebut nantinya akan diisi *dummy data* yang akan digandakan menjadi beberapa tanggal [29].

Proses Penelitian

Pada penelitian ini, proses penelitian yakni dengan *indexing*, *temporary table*, dan gabungan keduanya guna mendapatkan hasil mana yang tercepat dengan nilai data yang tetap sama jumlahnya [30].

Pengelompokan Data

Analisis Kebutuhan

Berikut daftar kebutuhan yang digunakan untuk penelitian:

1. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan teknik pengujian pada penelitian ini yaitu:

- a. Microsoft Office
Digunakan untuk proses dokumentasi penelitian.
- b. Mozilla Firefox
Digunakan untuk menjalankan aplikasi, karena lebih kompatibel dan lebih *user friendly*.
- c. Windows 10
Sebagai sistem operasi komputer.
- d. Visual Studio 2015
Digunakan untuk *tools editor* dalam pembuatan aplikasi.
- e. Database SQL Server 2016
Digunakan sebagai *database* tempat menampung dan menjalankan proses transformasi data.
- f. IIS 10
Digunakan sebagai *local web server* aplikasi.

- g. Draw.io
Digunakan untuk merancang *flowchart diagram* dan rancangan *database*.

2. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan untuk melakukan teknik pengujian pada penelitian ini dengan spesifikasi:

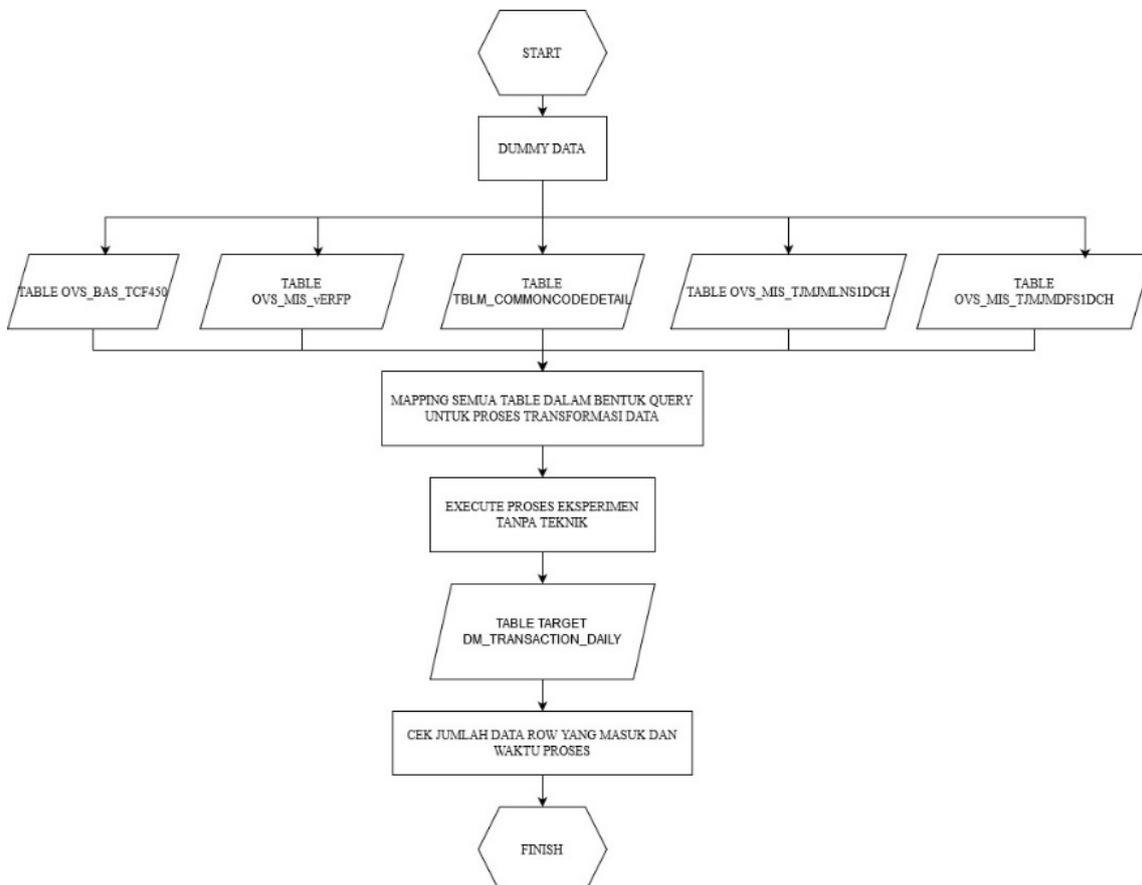
- h. Laptop Intel Core i5
- i. Intel® Core(TM) i5-6200 CPU @ 2.30GHz 2.30 GH
- j. Memory RAM 8 GB

Perancangan Eksperimen

Diagram Proses Eksperimen

Data Flow Diagram suatu cara atau metode untuk membuat rancangan sebuah sistem yang mana berorientasi pada alur data yang bergerak pada sebuah sistem/pengujian/eksperimen. Pada pembuatan *DFD* di bawah nantinya untuk menerangkan rancangan bagaimana eksperimen ini berjalan menggunakan pengujian metode eksperimen.

1. Diagram Proses Eksperimen Tanpa Menggunakan Teknik



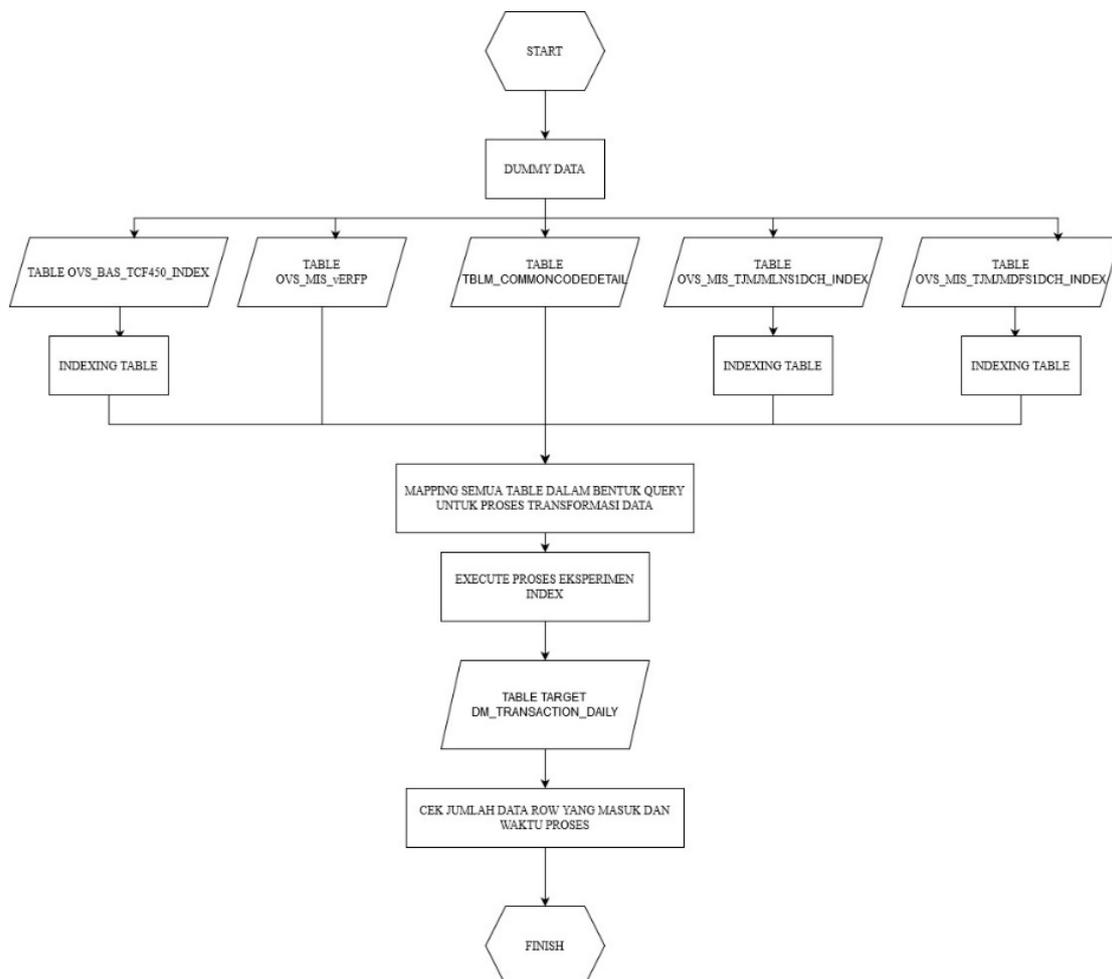
Gambar 1. Proses Eksperimen Tanpa Menggunakan Teknik

Keterangan *Diagram* Eksperimen Tanpa Menggunakan Teknik:

- a. *Start/Mulai*.
- b. Memasukkan *dummy data* tanpa proses (memperbanyak data pada *database* secara manual).

- c. Terdapat lima tabel yang digunakan, untuk mendapatkan data bersih dengan join antar tabel. Tiga tabel data dan dua tabel master.
- d. *Mapping* di sini adalah menggabungkan setiap *table* sesuai kebutuhan instansi dengan *join table*, dan mengambil *field-field* yang dibutuhkan.
- e. *Execute* proses eksperimen tanpa teknik, yang mana di sini adalah tidak menggunakan teknik apapun (*indexing* atau *temporary table*).
- f. Pada tahap ini, data masuk pada tabel target. Di sini penulis mengambil contoh, yang digunakan di instansi adalah DM_TRANSACTION_DAILY.
- g. Tahap ini adalah tahapan penulis mengecek seberapa lama proses ini berjalan dan bagaimana mengecek ketepatan data.
- h. *Finish/Selesai*.

2. Diagram Proses Eksperimen Menggunakan Teknik *Indexing*



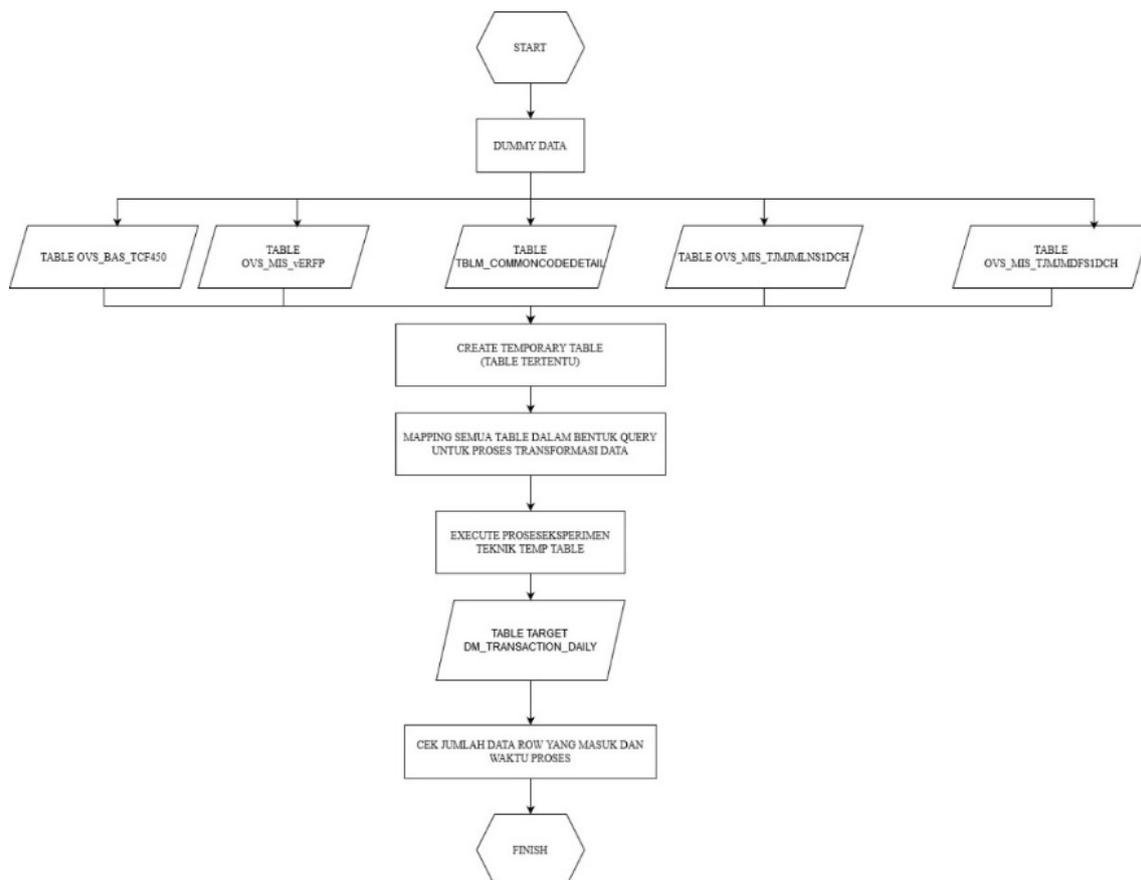
Gambar 2. Proses Eksperimen Teknik *Indexing*

Keterangan *Diagram* Proses Eksperimen Menggunakan Teknik *Indexing*:

- a. *Start/Mulai*.
- b. Memasukkan *dummy data* tanpa proses (memperbanyak data pada database secara manual).
- c. Terdapat lima tabel yang digunakan, untuk mendapatkan data bersih dengan join antar tabel. Tiga tabel data dan dua tabel master.

- d. *Index* semua tabel berdasarkan tanggal data dan *key join* yang digunakan.
- e. *Mapping* di sini adalah menggabungkan setiap tabel sesuai kebutuhan instansi dengan *join table*, dan mengambil *field-field* yang dibutuhkan.
- f. *Execute* proses eksperimen teknik *indexing*.
- g. Pada tahap ini, data masuk pada tabel target. Di sini penulis mengambil contoh, yang digunakan di instansi adalah DM_TRANSACTION_DAILY.
- h. Tahap ini adalah tahapan penulis mengecek seberapa lama proses ini berjalan dan bagaimana mengecek ketepatan data.
- i. *Finish/Selesai*.

3. Diagram Proses Eksperimen Menggunakan Teknik *Temporary Table*



Gambar 3. Proses Eksperimen Teknik *Temporary Table*

Keterangan *Diagram* Proses Eksperimen Menggunakan Teknik *Temporary Table*:

- j. *Start/Mulai*.
- k. Memasukkan *dummy data* tanpa proses (memperbanyak data pada database secara manual).
- l. Terdapat lima tabel yang digunakan, untuk mendapatkan data bersih dengan *join* antar tabel. Tiga tabel data dan dua tabel master.
- m. Membuat *temporary table* hanya untuk tabel tertentu (tidak semua table) terutama tabel data.
- n. *Mapping* di sini adalah menggabungkan setiap tabel sesuai kebutuhan instansi dengan *join table*, dan mengambil *field-field* yang dibutuhkan.

- o. *Execute* proses eksperimen teknik *temporary table*, yang mana di sini adalah menggunakan metode *Temporary Table* pada penggunaan metode ini, penulis tidak menggunakan semua tabel untuk dibuat *temporary table* (hanya tabel tertentu, yang mana itu adalah tabel yang *total row data*-nya lebih banyak, dan posisinya adalah sebagai tabel data.
- p. Pada tahap ini, data masuk pada tabel target. Di sini penulis mengambil contoh, yang digunakan di instansi adalah `DM_TRANSACTION_DAILY`.
- q. Tahap ini adalah tahapan penulis mengecek seberapa lama proses ini berjalan dan bagaimana mengecek ketepatan data.
- r. *Finish/Selesai*

4. *Diagram* Proses Eksperimen Menggunakan Teknik *Indexing* dan *Temporary Table*



Gambar 4. *DFD* Proses Kelompok Eksperimen Teknik *Indexing* dan *Temporary Table*

Keterangan *Diagram* Proses Eksperimen Menggunakan Teknik *Indexing* dan *Temporary Table*:

- s. *Start/Mulai*.

- t. Memasukkan *dummy data* tanpa proses (memperbanyak data pada database secara manual).
- u. Terdapat lima tabel yang digunakan, untuk mendapatkan data bersih dengan join antar tabel. Tiga tabel data dan dua tabel master.
- v. *Index* semua tabel berdasarkan tanggal data dan *key join* yang digunakan.
- w. Membuat *temporary table* hanya untuk tabel tertentu (tidak semua tabel), terutama tabel data.
- x. *Mapping* di sini adalah menggabungkan setiap tabel sesuai kebutuhan instansi dengan *join table*, dan mengambil *field-field* yang dibutuhkan.
- y. *Execute* proses eksperimen teknik *temporary table* dan *indexing*, yang mana di sini adalah menggunakan metode *Temporary Table* pada penggunaan metode ini, penulis tidak menggunakan semua tabel untuk dibuat *temporary table* (hanya tabel tertentu, yang mana itu adalah tabel yang *total row data*-nya lebih banyak, dan posisinya adalah sebagai tabel data dan menggunakan tabel yang masing-masing sudah diindex).
- z. Pada tahap ini, data masuk pada tabel target. Di sini penulis mengambil contoh, yang digunakan di instansi adalah DM_TRANSACTION_DAILY.
- aa. Tahap ini adalah tahapan penulis mengecek seberapa lama proses ini berjalan dan bagaimana mengecek ketepatan data.
- bb. *Finish/Selesai*.

Dari hasil eksperimen setiap teknik, dan percobaan berulang setiap tekniknya, menghasilkan ringkasan sebagai berikut:

Percobaan 1

Pada percobaan pertama, pada waktu proses menunjukkan eksperimen menggunakan teknik *indexing* lebih cepat dibanding dengan dua teknik yang lain.

Tabel 1. Hasil percobaan 1

No	Perlakuan	Waktu Mulai	Waktu Selesai	Waktu Proses
1	Tanpa <i>Index</i>	18:44:18	19:01:10	00:16:52
2	<i>Indexing</i>	19:29:09	19:38:55	00:09:46
3	<i>Temporary Table</i>	19:55:00	20:08:15	00:13:15
4	<i>Indexing</i> dan <i>Temporary Table</i>	20:18:00	20:31:10	00:13:10

Percobaan 2

Pada percobaan kedua, pada waktu proses menunjukkan eksperimen menggunakan teknik *indexing* lebih cepat dibanding dengan dua teknik yang lain.

Tabel 2. Hasil percobaan 2

No	Perlakuan	Waktu Mulai	Waktu Selesai	Waktu Proses
1	Tanpa <i>Index</i>	20:50:00	21:05:10	00:15:10
2	<i>Indexing</i>	21:30:01	21:38:31	00:08:30
3	<i>Temporary Table</i>	21:53:20	22:05:55	00:12:35

4	<i>Indexing dan Temporary Table</i>	22:10:00	22:23:30	00:13:30
---	-------------------------------------	----------	----------	-----------------

Percobaan 3

Pada percobaan ketiga, pada waktu proses menunjukkan eksperimen menggunakan teknik *indexing* masih lebih cepat dibanding dengan dua teknik yang lain.

Tabel 3. Hasil percobaan 3

No	Perlakuan	Waktu Mulai	Waktu Selesai	Waktu Proses
1	Tanpa <i>Index</i>	22:55:22	23:16:00	00:20:38
2	<i>Indexing</i>	23:30:02	23:39:02	00:09:00
3	<i>Temporary Table</i>	23:50:40	00:10:00	00:17:20
4	<i>Indexing dan Temporary Table</i>	00:45:23	01:01:32	00:16:09

Percobaan 4

Pada percobaan keempat, pada waktu proses menunjukkan eksperimen menggunakan teknik *indexing* masih lebih cepat dibanding dengan dua teknik yang lain.

Tabel 4. Hasil percobaan 4

No	Perlakuan	Waktu Mulai	Waktu Selesai	Waktu Proses
1	Tanpa <i>Index</i>	03:48:22	04:02:12	00:13:50
2	<i>Indexing</i>	04:30:08	04:39:36	00:09:28
3	<i>Temporary Table</i>	04:55:23	05:08:55	00:13:32
4	<i>Indexing dan Temporary Table</i>	05:17:36	05:31:14	00:13:38

Ringkasan

Berikut waktu rata-rata yang didapat dari empat percobaan di atas. Sehingga sudah dapat disimpulkan bahwa dari percobaan di atas, teknik *indexing* memiliki waktu tercepat dibandingkan yang lain. Namun bisa dilihat di sini, bahwa setiap waktunya memang tidak signifikan. Ini bisa terjadi karena *log database* yang semakin digunakan semakin menumpuk dan penuh pada percobaan menggunakan laptop pribadi.

Tabel 5. Tabel ringkasan

No	Perlakuan	Waktu Proses Rata-Rata
1	Tanpa <i>Index</i>	00:16:38
2	<i>Indexing</i>	00:09:11
3	<i>Temporary Table</i>	00:14:11
4	<i>Indexing dan Temporary Table</i>	00:14:07

Implikasi Penelitian

Aspek Penelitian

Dari aspek penelitian mengharapkan adanya sebuah *server* yang mendukung penyimpanan data besar untuk dengan kapasitas memori yang lebih besar, untuk menunjang proses transformasi data yang lebih stabil tanpa harus mengurangi kapasitas data.

Aspek Manajerial

Yang dihasilkan pada penelitian ini diharapkan dapat diterapkan pada proyek-proyek yang ada di kemudian hari atau diterapkan di proyek-proyek yang sudah berjalan.

Aspek Penelitian Lanjut

Setelah dilakukan penelitian untuk menentukan teknik mana yang tercepat, maka penelitian ini bisa digunakan referensi untuk penelitian yang lebih baik selanjutnya. Atau akan dikembangkan menjadi lebih baik.

KESIMPULAN

Sesuai dengan pembahasan, studi pustaka, tinjauan penelitian dan metode penelitian dalam pengoptimalan database SQL Server dalam transformasi data dengan membandingkan teknik mana yang tercepat, maka penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut. Pertama, didapat dari beberapa kali percobaan, teknik indexing menghasilkan waktu yang lebih cepat dibanding dengan teknik yang lain. kedua, dengan metode True Experiment Design, dengan rancangan desain pengukuran berulang, dapat memudahkan penelitian untuk membandingkan eksperimen satu dengan eksperimen yang lain.

SARAN

Pada penelitian selanjutnya diharapkan dalam pegujian dengan jumlah data yang besar, disarankan menggunakan hardisk SSD dan kapasitas RAM yang lebih besar dan tidak menggunakan laptop/notebook sebagai perangkat uji coba. Para penulis selanjut bisa menemukan teknik lain dan membandingkan dengan penelitian yang sudah ada dengan teknik baru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] X. Niu *et al.*, "Provenance-aware query optimization," in *2017 IEEE 33rd International Conference on Data Engineering (ICDE)*, IEEE, 2017, pp. 473–484.
- [2] I. Indrajani, "Analisis dan Penerapan Metode Tuning pada Basis Data Funding," *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, vol. 6, no. 1, pp. 143–153, 2015.
- [3] R. Schiesser, *IT Systems Management: IT Systems Management _c2*. Pearson Education, 2010.
- [4] J. R. Lourenço, B. Cabral, J. Bernardino, and M. Vieira, "Comparing NoSQL databases with a relational database: performance and space," *International Journal of Big Data*, vol. 2, no. 1, pp. 1–14, 2015.
- [5] S. A. T. Mpinda, L. C. Ferreira, M. X. Ribeiro, and M. T. P. Santos, "Evaluation of graph databases performance through indexing techniques," *International Journal of*

-
- Artificial Intelligence & Applications (IJAA)*, vol. 6, no. 5, pp. 87–98, 2015.
- [6] C. Fehily, *SQL Database Programming*. Questing Vole Press, 2014.
- [7] D. M. Ibrahim, R. Primananda, and M. Data, “Perbandingan Performa Database Apache HBase dan Apache Cassandra Sebagai Media Penyimpanan Data Sensor Internet of Things,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 8, pp. 2943–2949, 2018.
- [8] S. Perkassa, “IMPLEMENTASI ETL (EXTRACT, TRANSFORM, LOAD) PADA PERANCANGAN SISTEM DATA WAREHOUSE UNIVERSITAS WIDYATAMA,” 2016.
- [9] H. Kurniawan and H. HERMANTO, “Otorisasi Pengguna Laboratorium IBI Darmajaya Berbasis Client Server,” *Expert*, vol. 7, no. 2, p. 346053, 2017.
- [10] E. M. Kuszera¹², L. M. Peres, and M. D. Del Fabro, “Metamorfose: a data transformation framework based on Apache Spark,” 2018.
- [11] C. G. Corlăţan, M. M. Lazăr, V. Luca, and O. T. Petricică, “Query Optimization Techniques in Microsoft SQL Server.,” *Database Systems Journal*, vol. 5, no. 2, 2014.
- [12] D. Setiawan, *Buku sakti pemrograman web: html, css, php, mysql & javascript*. Anak Hebat Indonesia, 2017.
- [13] A. S. Kusumo, *Administrasi SQL Server 2014*. Elex Media Komputindo, 2016.
- [14] Y. Chen, “Research of Data Storage and Querying Methods Based on Ring Distributed Hash,” *The Open Automation and Control Systems Journal*, vol. 7, no. 1, 2015.
- [15] S. H. Situmorang, I. Muda, M. Doli, and F. S. Fadli, *Analisis data untuk riset manajemen dan bisnis*. USUpress, 2010.
- [16] F. Alharbi and O. Smadi, “Database Development for Pavement Performance Modeling,” *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, vol. 3, no. 9, p. 239914.
- [17] Z. Kedah, “Use of E-Commerce in The World of Business,” *Startupreneur Bisnis Digital (SABDA)*, vol. 2, no. 1, 2023, doi: 10.34306/sabda.v2i1.273.
- [18] V. Meilinda, S. A. Anjani, and M. Ridwan, “A Platform Based Business Revolution Activates Indonesia’s Digital Economy,” *Startupreneur Business Digital (SABDA Journal)*, vol. 2, no. 2, pp. 155–174, 2023.
- [19] S. Kosasi, U. Rahardja, N. Lutfiani, E. P. Harahap, and S. N. Sari, “Blockchain Technology - Emerging Research Themes Opportunities in Higher Education,” in *2022 International Conference on Science and Technology, ICOSTECH 2022*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022. doi: 10.1109/ICOSTECH54296.2022.9829053.
- [20] U. Rahardja, A. Ngadi, S. Millah, E. P. Harahap, and Q. Aini, “Blockchain Application in Educational Certificates and Verification Compliant with General Data Protection Regulations.”
- [21] N. Lutfiani and L. Meria, “Utilization of Big Data in Educational Technology Research,” *International Transactions on Education Technology (ITEE)*, vol. 1, no. 1, pp. 73–83, 2022.
- [22] N. Lutfiani, P. A. Sunarya, S. Millah, and S. Aulia Anjani, “Penerapan Gamifikasi
-

-
- Blockchain dalam Pendidikan iLearning,” *Technomedia Journal*, vol. 7, no. 3, pp. 399–407, Dec. 2022, doi: 10.33050/tmj.v7i3.1958.
- [23] U. Rahardja, “Penerapan Teknologi Blockchain Dalam Pendidikan Kooperatif Berbasis E-Portfolio,” *Technomedia Journal*, vol. 7, no. 3, pp. 354–363, Dec. 2022, doi: 10.33050/tmj.v7i3.1957.
- [24] S. Zebua and M. Heru Riza Chakim, “Effect of Human Resources Quality, Performance Evaluation, and Incentives on Employee Productivity at Raharja High School,” *APTISI Transactions on Management (ATM)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2023, doi: 10.34306.
- [25] R. Muthia, “Structured Data Management for Investigating an Optimum Reactive Distillation Design,” *ADI Journal on Recent Innovation (AJRI)*, vol. 5, no. 1, pp. 34–42, Mar. 2023, doi: 10.34306/ajri.v5i1.899.
- [26] N. P. A. Mentayani, I. P. Satwika, I. G. A. Pramesti Dwi Putri, A. A. I. I. Paramitha, and T. Tiawan, “Analisis Dan Perancangan User Interface Sistem Informasi Pembayaran Mahasiswa STMIK Primakara Berbasis Web,” *Technomedia Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 78–89, Apr. 2022, doi: 10.33050/tmj.v7i1.1850.
- [27] I. Hidayat and F. O. S. Dewi, “Effect of Liquidity, Leverage, and Working Capital Turn on Profitability,” *APTISI Transactions on Management (ATM)*, vol. 7, no. 1, pp. 60–68, Feb. 2022, doi: 10.33050/atm.v7i1.1832.
- [28] Q. Aini, I. Handayani, and F. H. N. Lestari, “Utilization Of Scientific Publication Media To Improve The Quality Of Scientific Work,” *Aptisi Transactions on Management (ATM)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2020.
- [29] N. M. Nila Febrianti and G. S. Darma, “Millennials’ Intention to Invest through Securities Crowdfunding Platform,” *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 5, no. 1, pp. 19–30, Jan. 2023, doi: 10.34306/att.v5i1.280.
- [30] Gleny and I. Bernardo, “Research on the Intention to Purchase of Fabric Saints : Based on the Theory of Consumption Value, Green Purchase Intention, and Green Purchase Behaviour,” *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 5, no. 1, pp. 31–39, Jan. 2023, doi: 10.34306/att.v5i1.287.