

Implementasi *Extract-Transform-Load* (ETL) Data Warehouse Laporan Harian Pool

Doni Andriansyah¹

Abstract - *Pool Daily Report (LHP)* is a report used by the Operations department and other relevant departments to find out the position, condition, and availability of rental units. In the process, this report is formed by several data sources including from the main system and mobile applications. Differences in data structure and format become the next obstacle faced in the data integration process. The management decision-making process is hampered because the information provided is less relevant, because some of the data is in another database that is different from the database used by the company. The implementation of a data warehouse is one of the efforts to integrate data. *Extract-transform-load (ETL)* is a method that can be used in a data warehouse to extract, transform, and save data back into the prepared target table. The result of this research is the implementation of the ETL process with a snowflake approach to produce the required dimensions, which are then related to form reports that are in accordance with the wishes of the user.

Intisari - Laporan Harian Pool (LHP) merupakan laporan yang digunakan oleh departemen Operation dan departemen terkait lainnya untuk mengetahui posisi, kondisi, dan ketersediaan unit sewa. Dalam prosesnya, laporan ini dibentuk oleh beberapa sumber data diantaranya berasal dari sistem utama dan aplikasi mobile. Perbedaan struktur dan format data menjadi kendala berikutnya yang dihadapi dalam proses integrasi data. Proses pengambilan keputusan manajemen menjadi terhambat karena informasi yang diberikan kurang relevan, dikarenakan sebagian data berada pada basis data lain yang berbeda dengan basis data yang digunakan oleh perusahaan. Penerapan *data warehouse* menjadi salah satu upaya dalam mengintegrasikan data. *Extract-transform-load* (ETL) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam *data warehouse* untuk mengekstrak, mentransformasi, dan menyimpan kembali data kedalam tabel target yang telah disiapkan. Hasil dari penelitian ini adalah di implementasikannya proses ETL dengan pendekatan snowflake untuk menghasilkan dimensi-dimensi yang dibutuhkan, untuk selanjutnya di relasikan membentuk pelaporan yang sesuai dengan keinginan pengguna.

Kata Kunci— *data warehouse, ETL, snowflake, laporan harian pool.*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan perusahaan akan informasi dewasa ini semakin meningkat, hal ini pula yang mendasari informasi menjadi sangat penting dalam menentukan keberlangsungan hidup

perusahaan [1]. Informasi dihasilkan dari berbagai macam data yang memiliki fakta dan arti sehingga penyajiannya menjadi penting untuk menghasilkan informasi yang akurat, tepat waktu, dan relevan kepada pengguna [2].

Data sebagai sumber utama informasi terkadang memiliki format dan struktur data yang tidak sesuai dengan yang diinginkan [3]. Banyaknya sumber data dalam suatu perusahaan yang berasal dari penggunaan sistem seperti *Enterprise Resource Planning* (ERP), flat file, aplikasi mobile, sistem berbasis web, hingga *spreadsheets* (Excel) [4] menjadikan perusahaan mengalami kendala ketika melakukan pengolahan data dalam mendukung pengambilan keputusan manajemen.

Agar data tersebut dapat diolah dan dapat memberikan informasi yang bermanfaat [5], maka diperlukanlah suatu teknologi yang dapat mengumpulkan data dari berbagai macam sumber sehingga hasilnya dapat digunakan untuk mendukung keputusan pada level manajerial.

Data warehouse menawarkan arsitektur dan *tools* bagi para eksekutif bisnis untuk mengorganisir secara sistematis, memahami dan menggunakan data dalam pengambil keputusan [6].

Extract-Transform-Load (ETL) menjadi dasar dari penerapan *data warehouse*. ETL dirancang dengan baik untuk mengekstrak data dari sumber data, menerapkan kualitas data dan standar konsistensi, menyesuaikan data sehingga data dari sumber terpisah dapat digunakan secara bersamaan, dan akhirnya mengirim data dalam format yang sudah siap untuk dipresentasikan sehingga pengguna akhir dapat membuat keputusan [7]. Proses ETL sebagai bagian dari *data staging area*, merupakan tahap pertama yang menerima data yang berasal dari sumber data yang heterogen, memastikan kualitas data dan konsistensi [8].

ETL memberikan nilai tambah kedalam data, tidak hanya sekedar mendapatkan data dari sumber data untuk kemudian dipindahkan kedalam *data warehouse* [7]. Secara spesifik, ETL dapat melakukan:

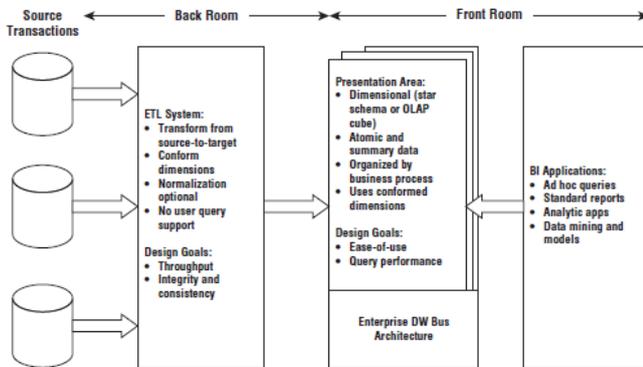
- Menghapus kesalahan dan memperbaiki data yang hilang
- Memberikan ukuran kepercayaan yang terdokumentasi dalam data
- Menangkap data transaksional untuk diamankan
- Menyesuaikan data dari berbagai sumber untuk dapat digunakan bersama
- Struktur data untuk dapat digunakan oleh *tools* pengguna akhir

Proses ETL memiliki fungsi untuk mengumpulkan data dari sumber data yang berbeda membuatnya menjadi satu kesatuan data yang terintegrasi [4].

II. KAJIAN LITERATUR

A. Data Warehouse

Data warehouse adalah sebuah metode didalam desain basis data yang mendukung sistem pengambilan keputusan (DSS) dan sistem informasi eksekutif (EIS). Secara fisik *data warehouse* adalah sebuah basis data, namun desain *data warehouse* dengan basis data sangatlah berbeda. Dalam desain basis data menggunakan normalisasi, namun tidak untuk *data warehouse*. *Data warehouse* berorientasi pada subjek, terintegrasi, memiliki variasi waktu, mudah untuk diakses, dan dapat mendukung proses pengambilan keputusan manajemen [4].



Gbr. 1 Kimball DW/BI architecture.

B. Extract, Transformation, and Load

Extract, transformation, dan load didalam lingkungan DW/BI terdiri dari area kerja, struktur data yang digunakan, dan serangkaian proses [9].

Ekstraksi merupakan tahap pertama didalam proses untuk mendapatkan data sebelum dipetakan kedalam *data warehouse*. Ekstraksi dapat diartikan membaca dan memahami sumber data, meng-copy data yang dibutuhkan kedalam ETL untuk dilakukan proses manipulasi data selanjutnya. Pada tahap ini, data sudah berada didalam *data warehouse* atau *staging*.

Setelah data di ekstraksi kedalam ETL, terdapat beberapa potensi transformasi, seperti pembersihan data (koreksi ejaan yang salah, menghilangkan duplikasi data, atau merubah format data), dan mengkombinasikan data dari berbagai sumber data.

Tahap terakhir dari proses ETL adalah menyimpan kembali data kedalam target model dimensional, karena misi utamanya adalah untuk memisahkan tabel dimensi dan fakta dalam penyajiannya.

1) Struktur Data ETL

ETL harus mementaskan data kedalam bentuk permanen dan semi permanen [7]. Terdapat istilah *staging* didalam ETL, yaitu menulis data kedalam *disk*. Karena alasan inilah terkadang ETL dikenal sebagai *staging area*. Direkomendasikan harus memiliki beberapa *staging area* untuk menyimpan data yang sudah melewati proses ETL.

Beberapa jenis data yang dapat di proses dalam ETL diantaranya *flat file*, data set XML, tabel kerja DBMS, skema normalisasi tabel/ER, dan model dimensional.

2) Aliran Data / Data Flow

Tahapan aktual yang dibutuhkan untuk melakukan ekstraksi, pembersihan, penyesuaian, dan penyajian data yang berasal dari berbagai macam sumber data kedalam model dimensional *data warehouse*. Dimulai dari perintah penyeleksian data (*select*) dan strategi untuk menganalisa data sumber. Pada tahap ini pula dilakukan pembersihan dan penyesuaian data kedalam format dan struktur yang dibutuhkan model dimensional untuk selanjutnya disajikan kepada pengguna akhir.

- *Extracting*

Tanggung jawab utama dari *data warehouse* adalah untuk menyediakan data yang berasal dari berbagai macam jenis aplikasi yang ada diperusahaan kedalam media penyimpanan yang kohesif. Proses ekstraksi menjadi proses yang sangat penting karena merupakan proses penggabungan data dari sumber data yang heterogen menjadi satu kesatuan data yang dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan.

- *Cleaning and Conforming*

Cleaning dapat diartikan mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan dan kelalaian yang terdapat didalam data. Sedangkan *conforming* dapat diartikan menyelesaikan kendala dalam pemberian label yang berasal dari sumber data dan berpotensi tidak kompatibel terhadap struktur dan format yang akan digunakan dalam *data warehouse*. Proses ini membutuhkan teknik dan pengukuran spesifik yang harus diimplementasikan didalam ETL.

- *Delivering Dimension Table*

Data warehouse harus mampu menyajikan data kedalam bentuk yang sederhana dan dapat ditindak lanjuti sebagai bentuk keuntungan bagi pengguna akhir. Tabel dimensional merupakan konteks pengukuran bisnis, menjadi titik masuk ke data karena merupakan target bagi semua batasan *data warehouse* dan memberikan label yang berarti bagi setiap baris keluaran.

C. Penelitian Terdahulu

Seperti yang telah dijelaskan oleh Wulan Stau Fana, Rini Soviab, Randy Permana, dan Md Ataul Islam dalam penelitiannya yang berjudul "Data Warehouse Design with ETL Method (Extract, Transform, and Load) for Company Information Centre" bahwa *data warehouse* menampung data secara keseluruhan dan meyajikannya kembali untuk pelaporan dan analisis data yang bertujuan mendukung pengambilan keputusan strategis berdasarkan analisis data. Tujuan dari penelitian adalah untuk memudahkan perusahaan dalam pengambilan keputusan serta tindakan atas hasil akhir berupa informasi akibat pengolahan data yang dilakukan, memudahkan perusahaan dalam melihat pergerakan perusahaan selama beberapa tahun secara keseluruhan dari data yang ada, memudahkan dalam pencarian data yang sudah lama, untuk memantau perkembangan perusahaan, untuk meningkatkan kinerja yang lebih efisien dan berkualitas bagi perusahaan, untuk memprediksi keadaan masa depan perusahaan, membantu perusahaan menyusun strategi menghadapi tantangan yang ada di perusahaan. Metode penelitian yang digunakan adalah *Extract-Transform-Load*

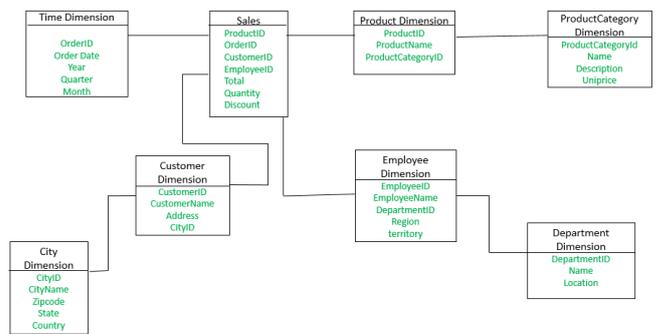
(ETL) menggunakan SQL Server Integration Services (SSIS), selanjutnya hasil dari proses ETL akan di analisis menggunakan SQL Server Analysis Services (SSAS), hasilnya akan disajikan dalam bentuk pelaporan menggunakan SQL Server Reporting Services (SSRS). Kesimpulan dari penelitian ini adalah *data warehouse* dapat membantu memilih dan mengidentifikasi data dari berbagai macam sumber data. Data yang telah diterima dan dipilih dapat diakses sesuai kebutuhan untuk pengambilan keputusan perusahaan.

I Made Suwija Putra dan Dewa Komang Tri Adhitya Putra dalam penelitiannya berjudul “Rancang Bangun Engine ETL Data Warehouse dengan Menggunakan Bahasa Python” mengemukakan bahwa perusahaan yang memiliki banyak cabang dan tersebar di berbagai lokasi sering mengalami kendala dalam mengumpulkan informasi transaksi di setiap cabang. Proses pengambilan data transaksi dari masing-masing cabang ke kantor pusat masih dilakukan secara manual melalui email atau SMS yang menyebabkan kurang reliabel nya data yang diberikan oleh masing-masing cabang. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif, hasil yang didapat dari penelitian merupakan sebuah realitas dan variabel yang dapat diukur. Kesimpulannya adalah ETL yang dibangun oleh Python dapat bekerja secara manual dan otomatis menggunakan penjadwalan didalamnya, dan mampu menjalankan proses *extract, transform, dan load* dari basis data OLTP (db_toko) menuju basis data tujuan *data warehouse* (dwh_toko) dengan menghasilkan waktu proses yang cepat sehingga ketersediaan data pada *data warehouse* perusahaan selalu terjaga.

Ardhian Agung Yulianto dalam penelitiannya yang berjudul “Extract transform load (ETL) process in distributed database academic data warehouse” menemui kendala bahwa didalam server basis data terdiri dari beberapa basis data akademik untuk masing-masing fakultas. Artinya setiap fakultas memiliki basis data masing-masing, tidak ada jaminan memiliki kesamaan atribut dan referensi tabel. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah ETL dengan mengadopsi pendekatan *bottom-up* Kimball dalam membangun model multi dimensional. Kesimpulannya adalah sumber data yang heterogen dapat diatasi dengan merancang proses ETL yang terdiri dari *extract, clean, conform, dan delivery/load*.

III. METODE PENELITIAN

Data yang menjadi sumber penelitian merupakan data yang berasal dari *Relational Database Management System* (RDBMS) yaitu basis data SQL Server dan MySQL. Pendekatan yang akan digunakan adalah skema *snowflake* yang merupakan varian dari skema *star*, dimana dimensi disimpan dalam beberapa tabel dimensi yang saling berelasi [10]. Dalam skema ini, dimensi sudah dalam bentuk yang telah di normalisasi sehingga dapat mengurangi redudansi data [11].



Gbr. 2 Schema Snowflake.

Skema *snowflake* memiliki beberapa karakteristik, yaitu:

- Skema *snowflake* menggunakan *disk space* yang kecil.
- Mudah menambahkan dimensi kedalam skema.
- Terdapat beberapa tabel, mengakibatkan berkurangnya performa.
- Tabel dimensi terdiri dari dua atau lebih set atribut yang mendefinisikan informasi pada butir yang berbeda.
- Kumpulan set atribut dari tabel dimensi yang sama di isi dari sumber sistem yang berbeda.

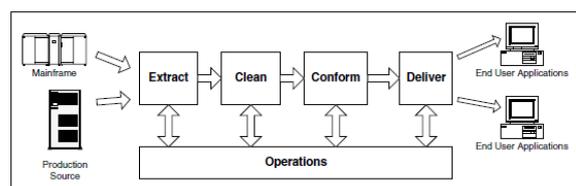
Keuntungan dari penggunaan skema *snowflake* adalah:

- Menyediakan data terstruktur yang mengurangi masalah integritas data.
- Menggunakan *disk space* kecil karena data sudah sangat terstruktur.

Selain itu, skema *snowflake* juga memiliki kekurangan, diantaranya:

- Mengurangi ruang yang dikonsumsi oleh tabel dimensi namun dibandingkan dengan keseluruhan *data warehouse*, penghematan biasanya tidak signifikan.
- Hindari penggunaan skema *snowflake* atau normalisasi tabel dimensi, kecuali jika diperlukan dan sesuai.
- Jangan membuat hirarki *snowflake* dari satu tabel dimensi kedalam tabel terpisah. Hirarki harus dimiliki oleh tabel dimensi saja, dan tidak boleh berupa *snowflake*.
- Beberapa hirarki yang dapat dimiliki oleh dimensi yang sama telah dirancang dengan detail serendah mungkin.

Setelah sumber data diketahui, selanjutnya adalah merancang proses ETL yang akan digunakan untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan kemudian menyimpannya kedalam *data warehouse* yang telah ditentukan. Dalam hal ini akan menggunakan pendekatan ETL Data Flow [7] yang terdiri dari *extract, clean, conforming, dan delivery*.



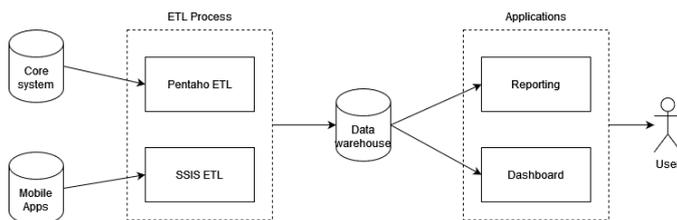
Gbr. 3 ETL Data Flow.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Laporan Harian Pool (LHP) merupakan laporan yang di gunakan dan di konsumsi setiap hari oleh departemen Operation khususnya untuk mengetahui posisi dan status unit. Melalui laporan ini departemen-departemen terkait lainnya dapat mengetahui pula kondisi dan ketersediaan unit sewa.

Untuk dapat menunjang hal tersebut, maka dibuatlah laporan harian pool yang dapat diakses melalui *browser* menggunakan SQL Server Reporting Services (SSRS). Terdapat tiga buah ETL yang dirancang untuk dapat menyediakan data yang dibutuhkan dalam pelaporan. Dua diantaranya menggunakan SQL Server Integration Services (SSIS) dan 1 menggunakan Pentaho Data Integration (PDI).

Secara umum, proses ETL yang dirancang mulai dari sumber data sampai dengan ke pengguna akhir adalah seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini:

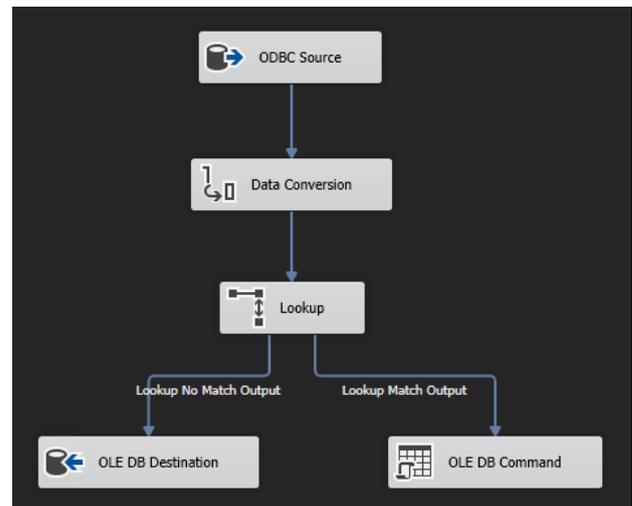


Gbr. 4 LHP ETL Process.

Pelaporan yang akan dihasilkan kedalam bentuk SSRS merupakan penggabungan dari beberapa tabel dari dua jenis basis data yang berbeda. *Core system* merupakan sistem utama yang digunakan didalam perusahaan dengan basis data berbasis SQL Server. Sedangkan *mobile apps* merupakan aplikasi berbasis mobile yang dibuat oleh vendor dengan basis data MySQL.

Tabel-tabel yang berada didalam kedua basis data ini tidak dapat direlasikan karena berasal dari dua jenis basis data yang berbeda.

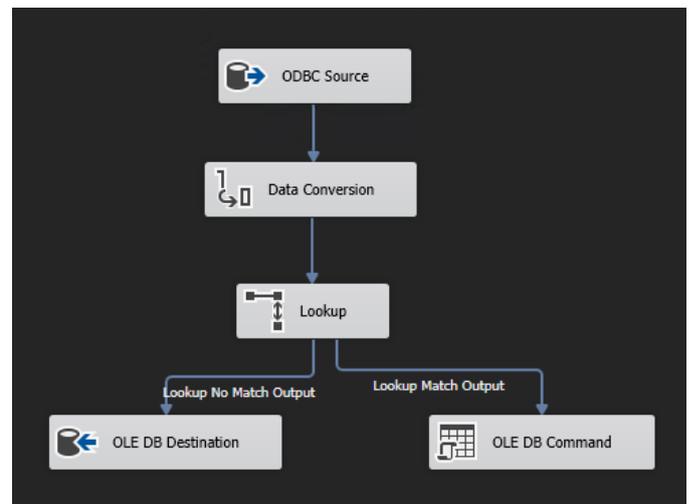
Maka dari itu, tabel-tabel yang dibutuhkan dari basis data MySQL perlu dipindahkan data-data nya kedalam basis data SQL Server. Disana telah disiapkan beberapa tabel *staging* untuk menyimpan data dari tabel-tabel yang berada didalam basis data MySQL. Pemindahan dilakukan hanya untuk kolom-kolom yang dibutuhkan saja, berikut kolom yang menjadi kunci dalam relasi tabel. Berikut adalah rancangan ETL untuk data *print history*:



Gbr. 5 ETL Print History.

Proses ETL diatas akan menghasilkan data riwayat permintaan cetak QRCode unit, dimana jika *device number* unit tersebut belum ada didalam tabel *staging* maka data riwayat cetak baru akan ditambahkan, namun jika data unit sudah ada didalam tabel *staging* maka data riwayat cetak akan di *update* berdasarkan *device number* yang telah ada. Proses *update* didalam ETL dilakukan oleh *stored procedure* yang dijalankan oleh elemen OLE DB Command.

Berikutnya adalah rancangan ETL untuk *getDataAdmin* yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gbr. 6 ETL getDataAdmin.

Secara rancangan proses memang sama dengan proses ETL *print history*, namun dengan tabel yang berbeda. *Stored procedure* yang dijalankan pun berbeda karena memang kebutuhan tabel nya berbeda. Proses ETL diatas akan menghasilkan data pengguna yang melakukan permintaan cetak QRCode unit dan melakukan persetujuan permintaan cetak beserta tanggal permintaan dan tanggal persetujuannya.

Selanjutnya adalah proses ETL utama yang dihasilkan melalui relasi antar tabel dan sudah disaring menggunakan

parameter-parameter yang telah ditentukan sebelumnya, dan tentunya data sudah diverifikasi kebenarannya oleh pengguna akhir.

informasi yang sangat cepat sebagai pendukung dalam proses pengambilan keputusan. Proses ETL yang baik akan menghasilkan data yang reliabel sehingga informasi yang dihasilkan pun akan lebih akurat.



Gbr. 7 ETL Utama.

Proses ETL diatas menghasilkan data-data utama yang dibutuhkan dalam pelaporan harian pool, yang sumbernya berasal dari *core system* perusahaan.

Dari hasil ketiga ETL diatas, maka akan direlasikan kembali sehingga menjadi satu kesatuan data yang menghasilkan informasi baru ke pengguna akhir. Proses relasi dilakukan melalui query didalam SSRS, berikut hasil pelaporan harian pool yang sudah tersaji kedalam bentuk *report*.

F	Y	Z	AA	AB	AC	AD
Car Model	Limit Print	Used Print	Requested Print	Tanggal	Requested by	Approval by
AVANZA G 1.3 MT	1	1	1	16/06/2022 2:41:23 PM	Imam Mukti	rafi
SIGRA D 1.0 MT	1	1	1	16/06/2021 11:09:48 AM	Imam Mukti	rafi
GRANMABLINDVAN 1.3 AC FH	1	1	1	17/05/2021 1:07:47 PM	Imam Mukti	rafi
VOXY 2.0 AT	1	1	1	19/03/2021 9:32:22 AM	Imam Mukti	rafi
NEW PAJERO SPORTS 4 AT DAKAR 434	1	1	1	13/15/2022 11:27:20 AM	Imam Mukti	rafi
GRANMABLINDVAN 1.3 AC FH	1	1	1	16/09/2021 1:32:53 PM	Imam Mukti	rafi
SIGRA D 1.0 MT	1	1	1	11/02/2021 9:55:05 AM	Imam Mukti	rafi
SIGRA D 1.0 MT	1	1	1	16/11/2022 5:00:44 PM	Imam Mukti	rafi
NEW TERIOS R 1.5 AT	1	1	1	19/09/2021 2:06:53 PM	Imam Mukti	rafi
NEW CRV 2.0 CVT	1	1	1	19/14/2021 2:31:29 PM	Imam Mukti	rafi
ALL NEW TERIOS X AT DELUDE	1	1	1	12/22/2022 3:49:49 PM	Imam Mukti	rafi
SIGRA D 1.0 MT	1	1	1	16/06/2021 3:42:27 PM	Imam Mukti	rafi
SIGRA D 1.0 MT	1	1	1	14/06/2021 1:18:42 PM	Imam Mukti	rafi
ALL NEW INNOVA G 2.0 AT	1	1	1	12/18/2022 10:10:54 AM	Imam Mukti	rafi
AVANZA G 1.3 AT	1	1	1	13/22/2021 2:20:14 PM	Imam Mukti	rafi
AVANZA G 1.3 AT	1	1	1	16/10/2022 3:40:08 PM	Imam Mukti	rafi
ALL NEW INNOVA G 2.0 AT	1	1	1	18/06/2021 12:42:58 PM	Imam Mukti	rafi
ALL NEW INNOVA Q 2.0 AT VENTURER	1	1	1	16/01/2022 2:43:12 PM	Imam Mukti	rafi
MITSUBISHI COLT DIESEL FE 74 LONG BOX POWER STEERING	2	2	2	16/24/2021 2:43:24 PM	Imam Mukti	rafi
GRANMABLINDVAN 1.3 AC FH	1	1	1	17/09/2021 10:34:31 AM	Imam Mukti	rafi

Gbr. 8 Laporan e-LHP.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan ETL dalam proses integrasi data sangat membantu perusahaan dalam menyajikan kebutuhan informasi bagi departemen-departemen terkait, terlebih apabila pelaporan tersebut ditujukan bagi manajemen yang membutuhkan

UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa syukur dan terima kasih diucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, mendukung serta membimbing selama penelitian dilakukan.

REFERENSI

- [1] I. M. S. Putra and D. K. T. Adhitya Putra, "Rancang Bangun Engine ETL Data Warehouse dengan Menggunakan Bahasa Python," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 2, pp. 113–123, 2019, doi: 10.29207/resti.v3i2.872.
- [2] K. C. Laudon and J. P. Laudon, *Management Information Systems Managing The digital Firm*, Thirteenth. Pearson, 2014.
- [3] R. Wijaya and B. Pudjoatmodjo, "Penerapan Extraction-Transformation-Loading (ETL) Dalam Data Warehouse (Studi Kasus : Departemen Pertanian)," *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 2, p. 61, 2016, doi: 10.23887/janapati.v5i2.9855.
- [4] W. S. Fana, R. Sovia, R. Permana, and M. A. Islam, "Data Warehouse Design With ETL Method (Extract, Transform, And Load) for Company Information Centre," *Int. J. Artif. Intell. Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 132–137, 2021, doi: 10.29099/ijair.v5i2.215.
- [5] A. Y. Berliantara, S. A. Wicaksono, and A. Pinandito, "Optimasi Scheduling untuk Proses Extract , Transform , Load (ETL) pada Data Warehouse Menggunakan Metode Round Robin Data Partitioning (Studi Kasus : Universitas XYZ)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 1, no. 11, pp. 1358–1366, 2017.
- [6] R. Trisminingsih and I. Yuli Kiswari, "Modul Extract , Transform , Load Untuk Data Warehouse Komoditas," *J. Siliwangi*, vol. 2, no. 2, pp. 108–113, 2016.
- [7] J. Kimball, Ralph; Caserta, *The Data Warehouse ETL Toolkit*. 2004.
- [8] A. A. Yulianto, "Extract Transform Load (ETL) Process in Distributed Database Academic Data Warehouse," *APTIKOM J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 61–68, 2019, doi: 10.11591/aptikom.jcsit.36.
- [9] R. Kimball and M. Ross, *The Data Warehouse Toolkit - The Definitive Guide to Dimensional Modelling*. 2013.
- [10] A. S. Kusumo, *Inteligensi Bisnis SQL Server 2014*, 1st ed. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2017.
- [11] "Snowflake Schema in Data Warehouse Model - GeeksforGeeks." [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/snowflake-schema-in-data-warehouse-model/>. [Accessed: 29-Jun-2022].