

Data Warehouse Menggunakan Snowflake Schema Pada Virtual Shop

Vicky Novreza^{*1}, Yuda Munarko², Lailatul Husniah³

^{1,2,3}Teknik Informatika/Universitas Muhammadiyah Malang
vnovreza@gmail.com^{*1}, yuda.munarko@gmail.com², husniah@umm.ac.id³

Abstrak

Virtual shop adalah penerapan teknologi virtual reality pada toko online guna meningkatkan interaksi pembeli. Penerapan virtual reality pada online shop menimbulkan pertanyaan untuk penyimpanan data serta pengolahan data sebagai analisa kebutuhan. Data pada toko online sebatas pada data transaksional dan tidak dilakukan pengolahan yang lebih untuk dilakukan analisa. Solusi dari permasalahan tersebut dengan melakukan perancangan data warehouse untuk menyiapkan tempat penyimpanan data agar analisa dapat dilakukan guna pengembangan teknologi virtual shop. Sistem pada data warehouse dapat sebagai repository data yang digunakan oleh virtual shop. Penelitian ini menerapkan multidimensional snowflakes schema dengan tujuan me-normalisasi tabel dimensi sehingga tidak terjadi redudansi data khusus pada tabel dimensi. Menerapkan metode desain data multidimensional dari Moody pada Multidimensional snowflakes schema, from ER models to Dimensional models. Untuk mendukung penelitian ini, Peneliti melakukan analisis pada data warehouse dengan menggunakan OLAP Cube Reporting berbasis web.

Kata Kunci: OLAP, Cube, Snowflake Schema, Data Warehouse, ETL

Abstract

A Virtual Shop is kind of Online based store that implement Virtual Reality Technology for their interaction. Usually, Data inside online shop just as transactional data and there is not further process to makes that data as analyse need. So, in this research is to design we can call Data Warehouse as a solution to prepare a repository for data to make use as analyse need for Virtual Shop development. This research implement multidimensional scheme is Snowflake Scheme as Moody's from ER models to Dimensional Models for it method. For analysis activities, user will do that activities via Web Based OLAP Cube Reporting.

Keywords: OLAP, Cube, Snowflake Schema, Data Warehouse, ETL

1. Pendahuluan

Virtual Reality (VR) merupakan bentuk visualisasi terhadap objek *environment* tiga atau dua dimensi yang dapat dilihat dari berbagai arah sebagai pengguna. Pengguna dapat melakukan interaksi virtual terhadap *environment* VR. Hal tersebut memungkinkan pengguna untuk merasakan secara riil kedalam suasana virtual sehingga tidak terdapat batasan dalam menjelajah objek *environment* secara tidak langsung [1]. Batasan yang dimaksud adalah pengguna secara bebas memilih cara menikmati *environment* pada VR. Karena keunggulan dalam berinteraksi teknologi VR menjadikan VR salah satu objek pengembangan pada untuk berbagai bidang. Salah satu bidang pengembangan adalah penerapan VR kedalam *e-commerce*.

Penerapan VR pada *e-commerce* mencetuskan sebuah pengembangan supermarket dengan melakukan interaksi secara virtual atau virtual supermarket. Menurut Wilma waterlander, virtual supermarket adalah sebuah aplikasi yang menggambarkan supermarket secara nyata dalam objek *environment* tiga dimensi. Aplikasi yang terdiri dari frontend dan backend untuk membagi antara pengguna aplikasi dan kegiatan menejerial. Frontend adalah bagian yang digunakan oleh pengguna aplikasi untuk melakukan interaksi pada virtual supermarket. Sedangkan Backend adalah bagian yang digunakan oleh pemilik dalam melakukan manejerial pada supermarket [2]. Terdapat pertukaran data didalam aplikasi Virtual Supermarket, pertukaran data terjadi antara pengguna dan pemilik dalam prosese *e-commerce*. Alur pertukaran data yang dilakukan terus-menerus akibat aktifitas yang dilakukan pada virtual supermarket. Sehingga

diperlukan sebuah basis data untuk melakukan penyimpanan data serta pemilik dapat melakukan pengolahan data.

Berdasarkan rujukan buku *Fundamentals of Database System*, basis data adalah kumpulan dari relasi data yang terintergerasi [3]. Data dapat dimanfaatkan untuk melakukan analisa kebutuhan pemilik. Sehingga data yang didapat tidak hanya disimpan akan tetapi diolah agar dapat melakukan analisa tentang kinerja sistem. Yang Hao berpendapat bahwa data e-commerce hanya dipersiapkan untuk transasik dan analisi query, serta tidak dapat melakukan penyajian informasi lebih dalam [4]. Maka dibutuhkan sebuah cara yang memungkinkan untuk melakukan penyajian informasi lebih spesifik diperlukan sebuah cara yaitu dengan *Data Warehouse*

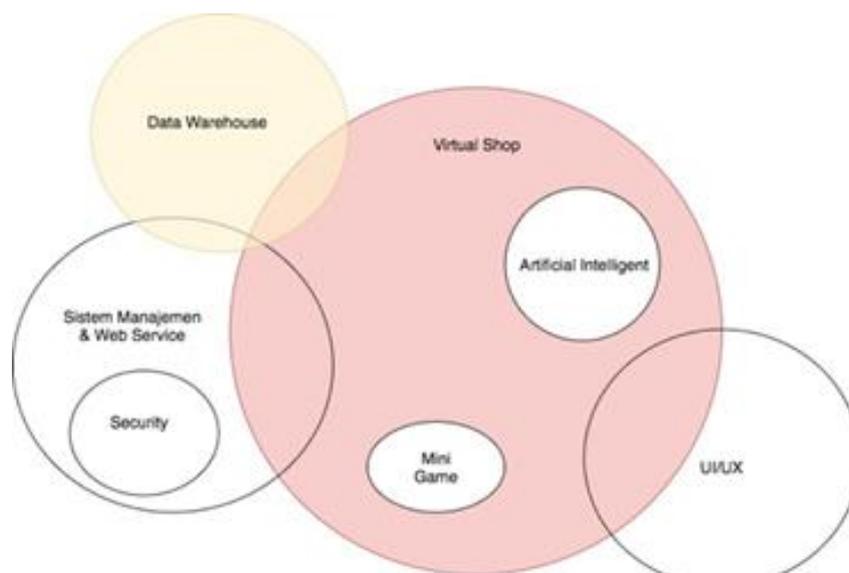
Menurut Yang Hao, *data warehouse* memungkinkan untuk mencari informasi terkait trend pembelian barang, informasi penjualan barang, informasi kehilangan produk [4]. *Data Warehouse* merupakan sebuah repositori untuk rekam jejak, terintegrasi dan bersifat konsisten terhadap data yang memungkinkan sebuah manajerial perusahaan untuk menghasilkan informasi yang dapat digunakan untuk proses pendukung pengambil keputusan [5].

Peneliti melakukan eksperimen dengan menggunakan studi kasus *virtual shop*. Penelitian ini merupakan bagian yang mencakup komponen yang terintergerasi dari satu kesatuan. Peneliti berkontribusi pembangunan data warehouse untuk menjawab permasalahan e-commerce dalam VR, yaitu belum adanya repository data yang dapat menyiapkan data guna melakukan analisis tentang kegiatan transaksional penjualan [2]. Solusi yang diajukan peneliti adalah untuk menangani permasalahan tersebut dengan membuat sistem data warehouse pada studi kasus virtual shop. Menyajikan data untuk melakukan analisis pada kegiatan jual-beli pada virtual shop guna melakukan monitoring.

Pada umumnya, *data warehouse* mayoritas menggunakan *Star Schema* sebagai paradigma skema yang digunakan. Pada penelitian ini, penulis ingin menggunakan perancangan *Data Warehouse* menggunakan *SnowFlakes Schema* pada *virtual shop*. Penulis menggunakan *SnowFlakes Schema* adalah skema tersebut dapat me-normalisasi pada tabel dimensi sehingga tidak terjadi *redudansi* data khususnya pada tabel dimensi. Pada *Snowflake Schema*, dimensi dilakukan *normalisasi* ke dalam tabel yang terelasi yang dimana dimensi pada *Star Schema* terjadi *denormalisasi* dikarenakan dimensi yang berada hanya pada satu tabel saja [6]. *Snowflake* juga bisa mengurangi terjadinya *redudansi* data dikarenakan dimensinya dilakukan pemecahan secara hierarki. Selain itu, pada *Snowflake Schema* memungkinkan untuk menampilkan data lebih spesifik dari dimensi-dimensi yang ada.

2. Metode Penelitian

Berikut merupakan gambaran secara umum sistem *Virtual Shop* yang dimana terdiri dari 7 bagian. Pada penelitian ini, bagian yang diambil adalah *Data Warehouse*.



Gambar 1. Gambaran Umum Sistem Virtual Shop

Gambar 1 dapat dilihat tentang gambaran keseluruhan sistem Virtual Shop, penulis akan melakukan penelitian mengenai pembangunan *Data Warehouse* untuk *Virtual Shop*. Dalam Pembangunan *Data Warehouse* dilakukan dalam beberapa tahapan perancangan sesuai dengan metodologi perancangan data warehouse yaitu *From ER Models to Dimensional Models* dari Moody.

2.1 ER Diagram Database

Pada sub bab ini akan dijelaskan rancangan yang berkaitan dengan Diagram OLTP pada *Virtual Shop*. *ER Diagram* meliputi *ER Diagram* pada *OLTP Virtual Shop*.

2.2 ER Diagram OLTP Virtual Shop

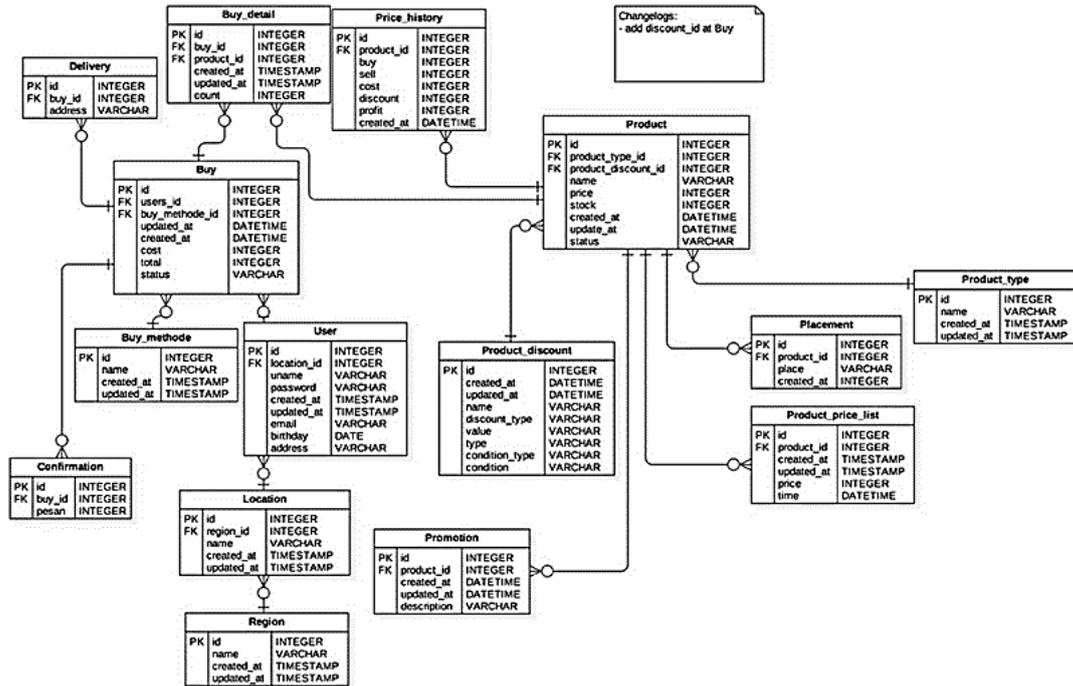
ER Diagram OLTP pada Virtual Shop merupakan rancangan yang digunakan pada sistem manajemen Virtual Shop. Rancangan ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Gusti Alfian M.P yang berjudul *Implementasi Rest dan Sistem Manajemen Pada Virtual Shop*. Pada OLTP tersebut memiliki total tabel sebanyak 16 tabel, ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi Tabel OLTP Virtual Shop

No.	Nama Tabel	Deskripsi
1	Buy	Tabel ini memuat data yang berkaitan dengan transaksi pembelian
2.	Buy_detail	Tabel ini berisi data yang berkaitan dengan detail pembelian yang dilakukan
3.	Buy_methode	Tabel ini
4.	Confirmation	Tabel ini berisi data pembelian yang memerlukan konfirmasi
5.	Delivery	Tabel ini berisi data yang berkaitan dengan progres pengiriman dari barang yang dibeli
6.	Location	Tabel ini berisi data yang berkaitan dengan lokasi dari user
7.	Placement	Tabel ini berisi data yang berkaitan dengan penempatan barang yang ada
8.	Price_history	Tabel ini berisi data yang berkaitan dengan perubahan harga pada barang yang dijual
9.	Product	Tabel ini berisi data yang berkaitan dengan deskripsi umum produk yang dijual
10	Product_discount	Tabel ini berisi data yang berkaitan dengan
11.	Product_location	Tabel ini berisi data yang berkaitan dengan lokasi produk berada
12.	Product_price_list	Tabel ini memuat data berkaitan dengan list harga pada produk yang dijual
13.	Product_type	Tabel ini memuat data yang berkaitan dengan tipe produk
14.	Promotion	Tabel ini memuat data yang berkaitan dengan promosi yang berlaku pada produk
15.	Region	Tabel ini memuat data regional dari user
16.	User	Tabel ini memuat data deskripsi user

Pada rancangan OLTP tersebut akan di kondisikan sesuai dengan paradigma skema *data warehouse* yang akan digunakan yaitu *Snowflake Schema* dengan menerapkan metodologi perancangan *data warehouse From ER Models to Dimensional Models* dari Moody.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada tabel *Product_discount* terdapatnya kolom *condition_type* dan *condition*. Kondisi tersebut dapat menyebabkan terjadinya perulangan data atau bisa disebut dengan *redundansi data*. Pada penelitian ini menerapkan paradigma *snowflake schema* sehingga tabel OLTP tersebut perlu dilakukan pengkondisian dengan melakukan *normalisasi*. *Normalisasi* yang dapat dilakukan adalah melakukan pemecahan pada tabel tersebut sehingga terbentuk tabel baru berdasarkan kolom tersebut.



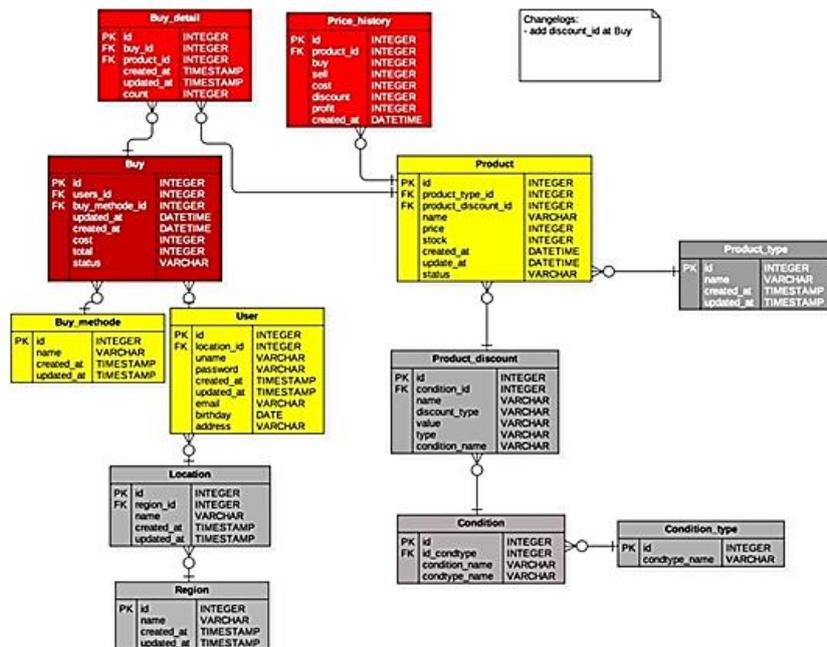
Gambar 2. ER Diagram OLTP pada Virtual Shop

2.3 Metode From ER Model to Dimensional Model

Pada metode ini terdapat empat langkah utama dalam melakukan perancangan *data warehouse* [7]. Pada sub bab berikut ini akan dijelaskan masing-masing tahapan tersebut

2.4 Entitas Klasifikasi

Pada bagian ini akan dilakukan pembagian entitas sesuai dengan rancangan OLTP pada *Virtual Shop*. Pembagian entitas ada tiga jenis antara lain, *Entitas Transaksi*, *Entitas Komponen*, dan *Entitas Klasifikasi* [7]. Gambar 3 adalah gambaran pembagian entitas berdasarkan diagram OLTP *Virtual Shop*.



Gambar 3. Pembagian Entitas pada Diagram OLTP Virtual Shop

2.5 Identifikasi Hierarki (Identify Hierarchies)

Pada tahap ini dilakukan identifikasi hierarki sesuai pada tahapan sebelumnya. Identifikasi hierarki dilakukan untuk membentuk model dimensi / tabel dimensi dari *ER OLTP* yang ada (moody).

2.6 Hierarki Maksimal

Hierarki maksimal adalah sebuah kondisi entitas yang tidak dapat dilakukan ekspansi keatas ataupun kebawah dengan menyertakan entitas lain. Pada penelitian ini, terdapat 6 *hierarki maksimal* yaitu

1. *product_type, product, price_history*
2. *product_type, Product, Buy_detail*
3. *condition_type, condition, product_discount, product, price_history*
4. *condition_type, condition, product_discount, product, buy_detail*
5. *region, location, user, buy, buy_detail*
6. *buy_methode, buy, buy_detail*

Berdasarkan pada penjelasan tersebut, bisa dilakukan kategorisasi entitas. Tabel yang masuk pada hierarki *Entitas Minimal* adalah tabel *product_type, condition_type, region* dan *buy_methode*. Sedangkan tabel yang masuk pada hierarki *Entitas Maksimal* adalah tabel *price_history* dan *buy_detail*.

Tahap ini juga memiliki fungsi untuk melakukan identifikasi tabel mana yang berada posisi paling bawah dan paling atas sehingga dapat mempermudah dalam melakukan identifikasi tabel *sub-dimensi, dimensi* dan tabel *fakta*.

2.7 Perancangan Dimensional (Produce Dimensional Models)

Pada tahap ini dilakukan pembentukan *model dimensional* dari *ER OLTP* berdasarkan pada proses-proses yang dilakukan sebelumnya yang ada. Terdapat 2 operator yang dilakukan pada tahap ini yaitu operator *Collapse Hierarchy* (Peleburan Hierarki) dan *Aggregates Operator* (Operator Agregasi/perhitungan).

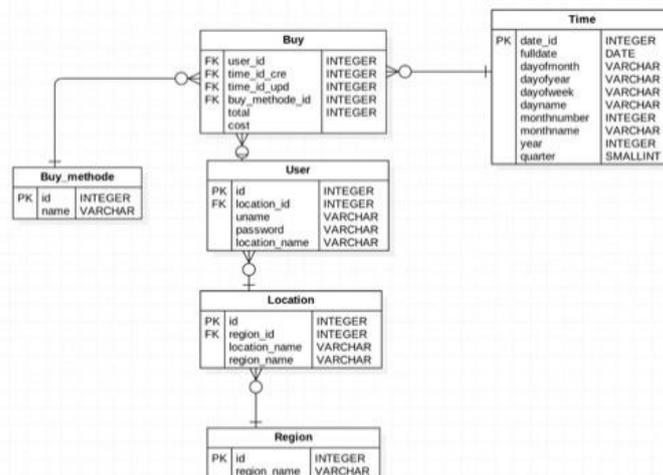
2.8 Collapse Hierarchy (Peleburan Hierarki)

Pada penelitian ini tidak diperlukan peleburan hierarki dikarenakan skema yang digunakan adalah *snowflake* schema sehingga tabel pada entitas minimal tidak dilakukan tindakan apapun.

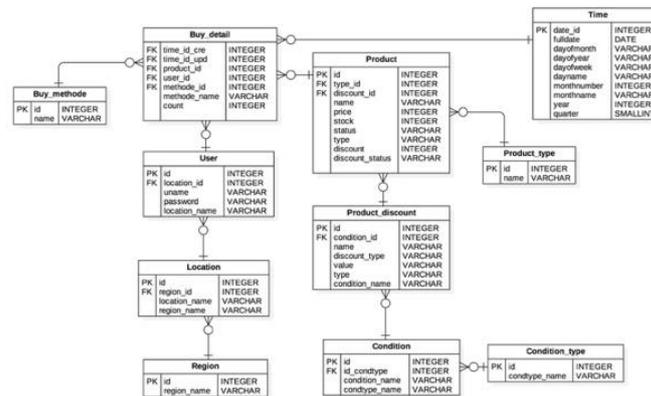
2.9 Aggregates Operator (Operasi Agregasi/Perhitungan)

Pada operator *Agregasi* tidak dilakukan dikarenakan pada setiap kolom yang ada pada entitas transaksi sudah mewakili perhitungan yang dibutuhkan. Pada tahap ini dapat ditunjukkan hasil perancangan skema OLAP dari beberapa proses sebelumnya pada setiap transaksi yang ada dalam bentuk *Snowflake Schema*.

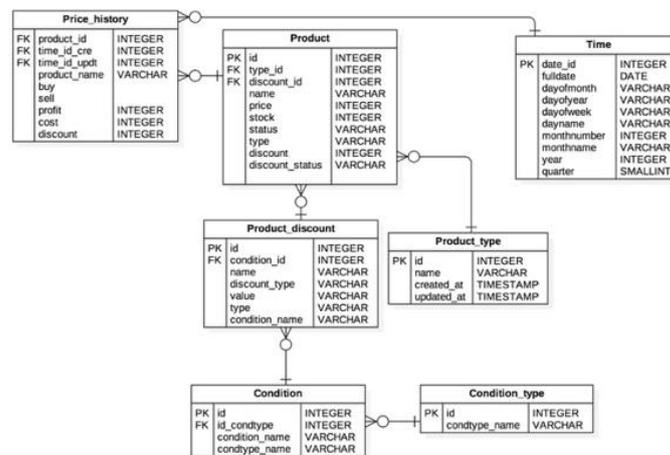
2.10 Evaluasi dan Perbaikan (Evaluation and Refinement)



Gambar 4. Skema OLAP Fakta Buy



Gambar 5. Skema OLAP Fakta Buy_detail



Gambar 6. Skema OLAP Fakta Price_history

Tahap Evaluasi dan Perbaikan adalah tahap terakhir dari metode *ER Models to Dimensional Models*. Setelah dilakukan perancangan pada tahap-tahap sebelumnya, dilakukan sebuah evaluasi apakah rancangan yang dihasilkan sudah sesuai atau tidak. Rancangan OLAP yang sesuai menurut moody adalah tidak adanya pola non-hierarki pada entitas yang ada (moody). Pada rancangan OLAP *Virtual Shop* sudah sesuai dan bersifat hierarki pada setiap entitas yang ada sehingga tidak perlu dilakukan tindakan pada tahap ini. Skema OLAP yang dihasilkan dari beberapa proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Tahapan implementasi yang dilakukan dan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini untuk mengetahui bahwa sistem berjalan dengan baik. Implementasi meliputi melakukan *ETL (Extract, Transform, Loading)* pada OLAP yang sudah dirancang, pembuatan *Cube OLAP*, dan pembuatan *web based report*. Pengujian meliputi pengujian pada kegiatan *ETL*.

3.1 Persiapan

Pada penelitian ini implementasi dilakukan dengan melakukan kegiatan *ETL* terlebih dahulu pada rancangan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. *ETL* dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Talend Open Studio For Data Integration*. Untuk dapat menjalankan kegiatan tersebut, dibutuhkan perangkat komputer dan *local web server* untuk melakukan koneksi *database*.

3.2 Lingkungan Pengembangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan implementasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem Operasi *Apple MacOS Sierra 10.12.5 64bit*
2. *Talend Open Studio For Data Integration* untuk melakukan *ETL (Extract Transform, Loading)*
3. *Pentaho Schema Workbench* untuk melakukan pembentukan *Cube OLAP*
4. *Pentaho BI Server* untuk menampilkan *report OLAP Cube* berbasis web

3.3 Lingkungan Pengembangan Perangkat Keras

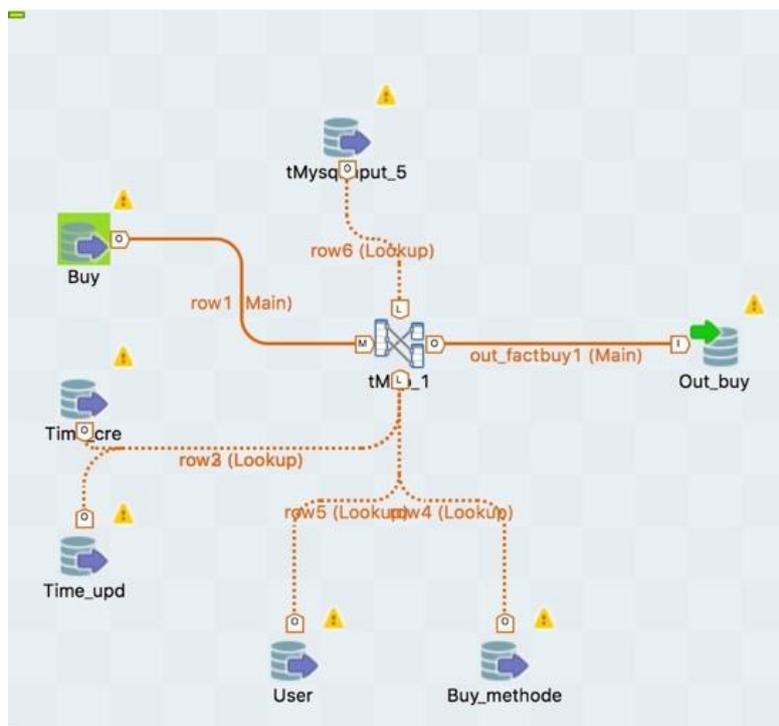
Untuk perangkat keras yang digunakan untuk melakukan implementasi pada penelitian ini adalah sebuah *PC* atau *Notebook*. Untuk detail dari spesifikasi yang digunakan akan dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Perangkat Keras yang Digunakan

No.	Perangkat Keras	Spesifikasi Perangkat Keras (Notebook)
1.	Processor	Intel Core i5 2.7 GHz
2.	RAM	8 GB 1867 Mhz DDR 3
3.	Resolusi Layar	2560x1600
4.	VGA	Intel Iris Graphics 6100 1536 MB
5.	Hard Disk	128 GB Flash Storage / SSD

3.4 Proses ETL (Extraction, Transform, Load)

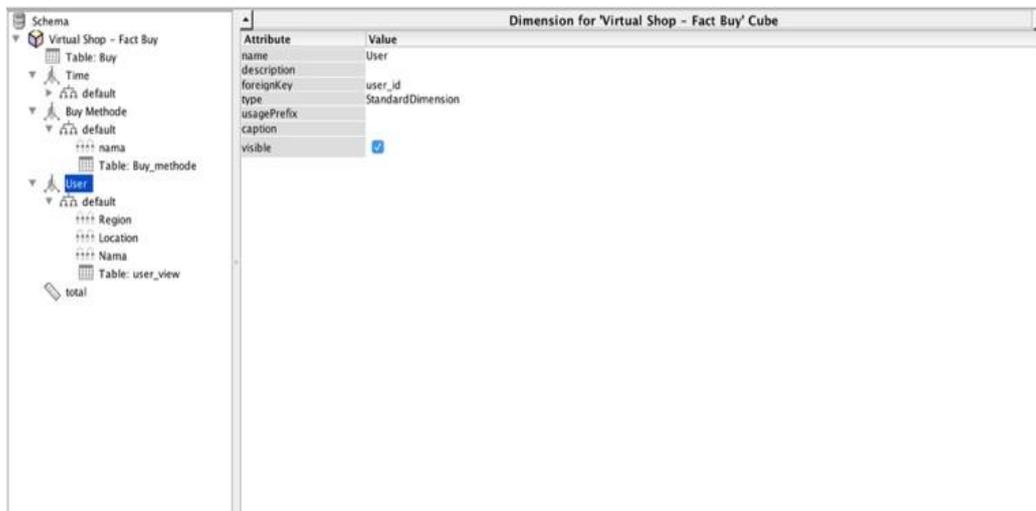
Langkah awal dalam implementasi pada penelitian ini adalah melakukan *ETL (Extraction, Transform, Load)*. Proses *ETL* seperti pada Gambar 7 terdiri dari *Extract* yang berarti melakukan ekstraksi data dari sumber data yang digunakan, pada konteks ini adalah database *Virtual Shop* menggunakan *Mysql* sebagai database server, nama database yang digunakan adalah *vsOLTP*. Proses *ETL* berikutnya adalah *Transform* yang dimana dilakukan proses transformasi agar database-database operasional terintegrasi menjadi satu bentuk ke dalam suatu *database* yang disebut dengan *OLAP*. Langkah terakhir adalah *Load* yang dimana pada tahap ini dilakukan load ke dalam database rujukan sebagai *OLAP database*, nama database yang digunakan untuk *OLAP* adalah *VS_DW*. Proses *ETL* dilakukan pembentukan file job *ETL* menggunakan tools *Talend Studio For Data Integration*. Pada penelitian ini menghasilkan 12 job *ETL* yaitu *Dim_Buymethode*, *Dim_Condition_type*, *Dim_Condition*, *Dim_Location*, *Dim_product_discount*, *Dim_product_type*, *Dim_product*, *Dim_region*, *Dim_user*, *Fact_Buy*, *Fact_Buydetail*, dan *Fact_Pricehistory*.



Gambar 7. Skema ETL Job Fact_Buy

3.5 Pembentukan *Cube OLAP Virtual Shop*

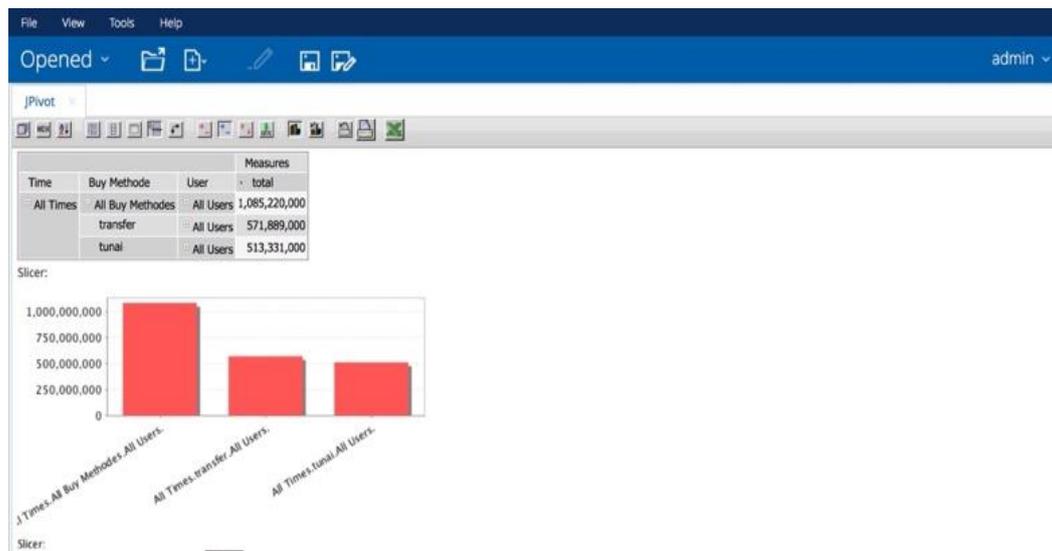
Pada OLAP yang sudah dibangun akan dilakukan pembentukan *Cube* menggunakan tools *Pentaho Schema Workbench*, seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Struktur *Cube OLAP Tabel Fakta Buy Virtual Shop* di *Pentaho Schema Workbench*

3.6 Reporting *OLAP Cube* Pada Web

Pada Gambar 9, yang mana tahap ini dilakukan pembentukan *reporting OLAP Cube* pada web. Tools yang digunakan untuk membangun *reporting OLAP Cube* adalah *Pentaho BI Server*.



Gambar 9. *Cube OLAP Reporting Dashboard*

3.7 Pengujian

Pengujian yang dilakukan dengan 2 tahap yaitu *Verifikasi* dan *Validasi*. Tahap *Verifikasi* meliputi pengujian pada transformasi ETL yang dilakukan. Tahap *Validasi* meliputi pengujian apakah data yang di muat ke dalam data warehouse sesuai atau tidak dengan data sumber.

3.8 Verifikasi Error Pada Job ETL

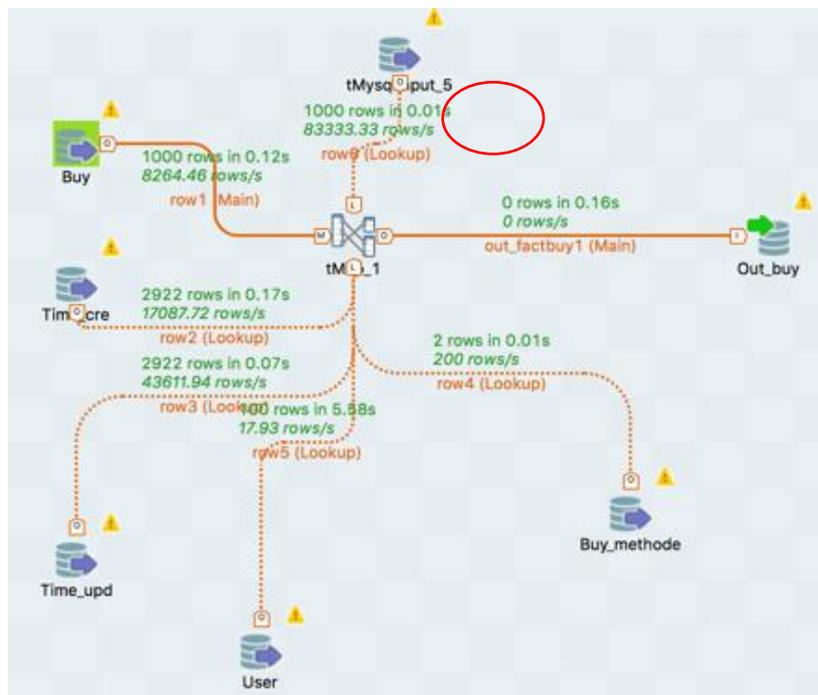
Pengujian pada Tabel 3 ini dilakukan dengan melihat keberhasilan proses transformasi yang ada. Kegiatan transformasi yang akan di uji adalah transformasi ETL pada fakta *Buy*, fakta *Buy_detail*, dan fakta *Price_history*.

Tabel 3. Verifikasi Pada Masing-Masing job ETL

No	Job ETL	Screenshot	Keterangan
1.	Fact_Buy	<pre>Starting job Fact Buy at 06:50 11/01/2018. [statistics] connecting to socket on port 3374 [statistics] connected [statistics] disconnected Job Fact Buy ended at 06:51 11/01/2018. [exit code=0]</pre>	Hasil eksekusi job Fact_Buy tidak mengalami error dan Status Exit Code = 0
2.	Fact Buy_detail	<pre>Starting job Fact Buydetail at 06:51 11/01/2018. [statistics] connecting to socket on port 3590 [statistics] connected [statistics] disconnected Job Fact Buydetail ended at 06:51 11/01/2018. [exit code=0]</pre>	Hasil eksekusi job Fact_Buy_detail tidak mengalami error dan Status Exit Code = 0
4.	Fact Price_history	<pre>Starting job Fact Pricehistory at 06:52 11/01/2018. [statistics] connecting to socket on port 4016 [statistics] connected [statistics] disconnected Job Fact Pricehistory ended at 06:52 11/01/2018. [exit code=0]</pre>	Hasil eksekusi job Price_history tidak mengalami error dan Status Exit Code = 0

3.9 Verifikasi Incremental Load Tabel Fakta Buy

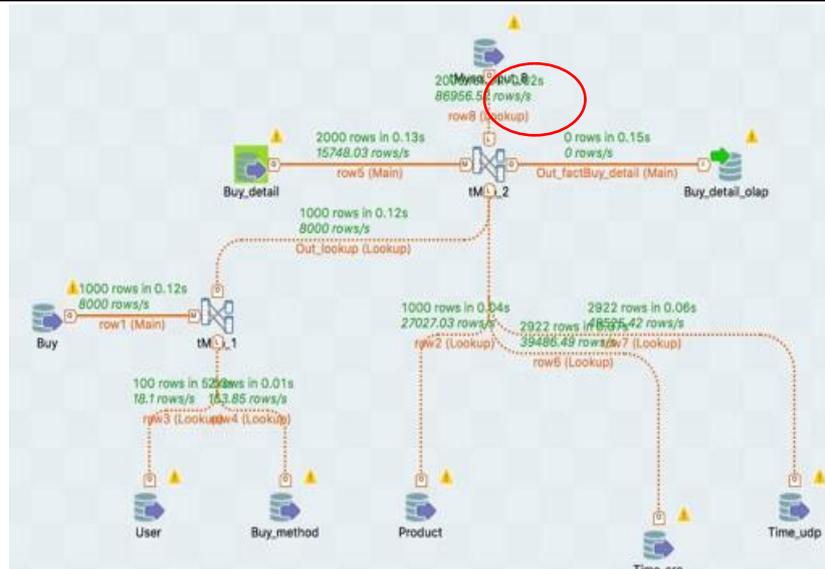
Pada Gambar 10, pengujian ini dilakukan verifikasi *Incremental Load* pada tabel fakta *Buy* apakah sudah sesuai atau tidak. Hasil yang didapatkan tidak ada *row* yang di extract ketika data yang diinput sudah ada pada database OLAP. Hal tersebut membuktikan bahwa proses *Incremental Load* berhasil.



Gambar 10. Incremental Load Pada Tabel Fakta Buy

3.10 Verifikasi Incremental Load Tabel Fakta Buy_detail

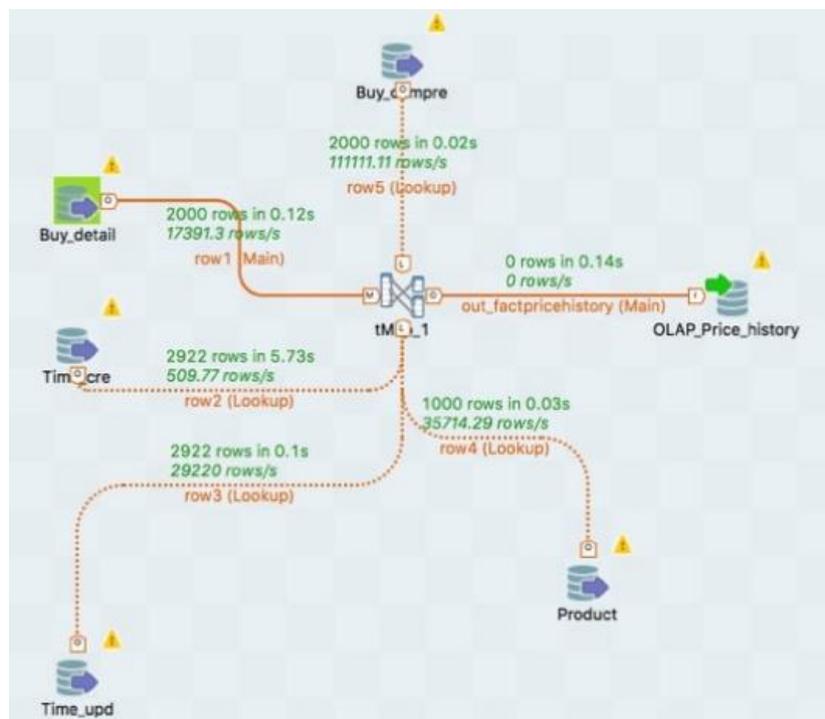
Pada Gambar 11, pengujian ini dilakukan verifikasi *Incremental Load* pada tabel fakta *Buy_detail* apakah sudah sesuai atau tidak. Hasil yang didapatkan tidak ada *row* yang di extract ketika data yang diinput sudah ada pada database OLAP. Hal tersebut membuktikan bahwa proses *Incremental Load* berhasil.



Gambar 11. Incremental Load Pada Tabel Fakta Buy_detail

3.11 Verifikasi Incremental Load Tabel Fakta Price_history

Pada pengujian Gambar 12 ini dilakukan verifikasi *Incremental Load* pada tabel fakta *Price_history* apakah sudah sesuai atau tidak. Hasil yang didapatkan tidak ada *row* yang di extract ketika data yang diinput sudah ada pada database *OLAP*. Hal tersebut membuktikan bahwa proses *Incremental Load* berhasil.



Gambar 12. Incremental Load Pada Tabel Fakta Price_history

3.12 Pengujian Nilai Data Pada DBMS

Pada Gambar 13, pengujian ini dilakukan pemeriksaan nilai data sebelum dilakukan transformasi *ETL* dan setelah dilakukan transformasi *ETL*. Tabel sampel yang dipilih untuk dilakukan pengujian adalah tabel fakta *Buy*,

Dimensi User

id	nama	alamat	telepon
10	Widya Puj Prastiti S.Farm	Widya Puj Prastiti S.Farm	Bontang
11	Laksana Narpati	RhocM*	Kupang

Dimensi Buy_methode

metode_id	name
1	tunai
2	transfer

Dimensi Time

date_id	fuldate	dayofmonth	dayofyear	dayofweek	dayname	monthnumber	monthname	year	quarter
1885	2015-03-01	1	60	1	Minggu	3	Maret	2015	1

Fakta Buy

buyid	user_id	time_id_cre	time_id_upd	buy_methode_id	total	cost	status
1	2766	0	0	2	670000	0	terkirim
2	11	1886	0	1	2457000	0	dipesan
3	78	1583	0	2	2341000	0	batal
4	86	1499	0	1	2349000	0	pengiriman

DATA MASUKAN TABEL BUY

Tanggal transaksi : 01-03-2015
total : 2457000
cost : 0
status : dipesan
Pembeli : Laksana Narpati
Metode pembelian : Tunai

Data Masukan / Tabel OLTP

Gambar 13. Pengecekan Nilai Data Pada DBMS

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, data pada tabel fakta sesuai dengan data pada tabel OLTP / masukan sehingga bisa dikatakan valid.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian "Data Warehouse Menggunakan Snowflake Schema Pada Virtual Shop" ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Rancangan Data Warehouse* menggunakan paradigma *Snowflake schema* membuat rancangan diagram OLAP lebih terstruktur dan dapat terhindar dari terjadinya redundansi data pada tabel yang ada.
2. *Dashboard OLAP Reporting* berbasis web yang dibangun menggunakan *Pentaho BI Server* dengan penggunaan *modul jPivot* dapat membantu pihak manajerial *Virtual Shop* dalam melakukan analisis data transaksional pada *Cube OLAP* yang sudah dibentuk baik dalam bentuk grafik maupun tabel *pivot* tanpa perlu menggunakan aplikasi tambahan.
3. Penggunaan *Data Warehouse* dapat membantu dalam menyediakan data yang dapat digunakan untuk keperluan analisis sesuai fakta yang dibentuk dari data operasional yang ada.
4. Penggunaan metode perancangan *data warehouse From ER to Dimensional Model* oleh Moody dapat mempermudah melakukan perancangan data warehouse yang dibangun dari ER Diagram database operasional.
5. Pengujian *verifikasi* memberikan hasil bahwa seluruh Job ETL yang sudah dibentuk tidak terjadi error dan fungsi yang terkait berjalan sesuai harapan sehingga dapat digunakan dengan baik.
6. Pengujian *validasi* memberikan hasil bahwa data pada tabel fakta dan dimensi yang terkait adalah valid.

4.1 Saran

Dari penulis ada beberapa saran yang bisa digunakan untuk penelitian selanjutnya.

1. Melakukan perancangan data warehouse menggunakan paradigma skema selain *Snowflake* agar didapatkan paradigma yang lebih sesuai dengan kebutuhan. Misalnya *Constellation*, *Terraced Schema*, *Galaxy Schema*, dsb.
2. Menambahkan sistem *DSS* atau *Data Mining Forecasting* agar penyajian data lebih intuitif.

Referensi

- [1] Ailing Qi, Huan Wang, Wenhui Kang, and Haiyan Wu, "Study on Realization Technology of Virtual Reality for Coal Mining Face," *Proceedings of the IEEE International Conference on Information and Automation Ningbo, China, August 2016*, vol. III, no. 16, pp. 1218 - 1222, 2016.

-
- [2] Wilma Waterlander, Cliona Ni Mhurchu and Ingrid Steenhuis, "The Use of Virtual Reality in Studying Complex Interventions in Our Every-Dat Food Environment," *Virtual Reality - Human Computer Interaction*, vol. II, no. 11, pp. 229 - 260, 2012.
- [3] Ramez Elmasri, Shamkant B. Navathe, *Fundamentals Of Database Systems*, vol. VI, Boston: Addison-Wesley, 2011.
- [4] YANG Hao, SONG Hongwei, and Zhang Zili, "The Application of e-commerce System based on data warehouse," *Information Technology and Artificial Intelligence Conference (ITAIC), 2011 6th IEEE Joint International*, no. 11, pp. 493-496, 2011.
- [5] Matteo Golfarelli, Steffano Rizzi, *Data Warehouse Design : Modern Principles and Methodologies*, New Delhi: Tata McGraw Hill Education, 2009.
- [6] Yebai Li, Xiumei Yu and Cui Li, "The Applied Research on the Statistic Data Warehouse Based on the Snowflake Mode," *Database Technology and Applications (DBTA), 2010 2nd International Workshop on*, no. 10, pp. 50-62, 2010.
- [7] Daniel L. Moody, Mark A.R. Kortink, "From Enterprise Models to Dimensional Models: A Methodology for Data Warehouse and Data Mart Design," *Proceedings of the International Workshop on Design and Management of Data Warehouses (DMDW'2000)*, no. 5, pp. 1-12, 2000.