

PENGEMBANGAN DATA WAREHOUSE DENGAN KONSEP SLOWLY CHANGING DIMENSION UNTUK MENUNJANG PENGAMBILAN KEPUTUSAN DALAM BIDANG DISTRIBUSI BBM: STUDI KASUS PT. SINAR PEDOMAN ABADI (SPA)

Yesi Puspita Dewi¹, Dana Indra Sensuse²

¹Magister Ilmu Komputer Program Pascasarjana Universitas Budi Luhur

²Ilmu Komputer, Universitas Indonesia

¹yesipuspita.dewi@gmail.com, ²sensuse@gmail.com

ABSTRAK

Dalam transaksi suatu perusahaan yang berjalan, sudah sewajarnya jika terjadi perubahan parameter yang berpengaruh pada dengan kapasitas data yang besar. Kondisi tersebut terjadi pada PT. SINAR PEDOMAN ABADI (SPA) yang bergerak dibidang distribusi Bahan Bakar Minyak (BBM). SPA juga mengalami data yang tidak terintegrasi sehingga sulit mengorganisasi data dan proses pembuatan laporan yang dikerjakan secara manual. Jumlah data yang besar dengan parameter yang mengalami perubahan dapat diatasi dengan pengembangan model data warehouse menggunakan konsep Slowly Changing Dimension (SCD). Data warehouse adalah koleksi data yang berjumlah banyak dan berorientasi subjek yang sesuai untuk kondisi SPA. Penelitian pengembangan model data warehouse ini dibuat menggunakan konsep Slowly Changing Dimension (SCD) tipe 2 yang baik dalam mengorganisasi histori data parameter sehingga terbentuk sebuah pengembangan model data warehouse yang dapat mengatasi masalah pada SPA dan dapat membantu pihak pimpinan perusahaan untuk mengambil keputusan.

Kata kunci : Data Warehouse, Slowly Changing Dimension, ETL, Star Schema, Oracle, Nine Step Methodology

I. PENDAHULUAN

PT. SINAR PEDOMAN ABADI (SPA) adalah perusahaan yang bergerak di bidang usaha distribusi Bahan Bakar Minyak (BBM) dan pengelolaan SPBU. Dalam perannya sebagai salah satu distributor BBM dan pengelola SPBU yang baik dan terus berkembang, SPA mengalami beberapa masalah diantaranya data yang dikumpulkan dari unit SPBU direkap dan dilaporkan dalam file microsoft excel sehingga sulit dalam mengorganisasi file secara sistematis dan sulit membuat rekap laporan untuk jangka waktu panjang, contohnya laporan bulanan dan tahunan yang sangat diperlukan oleh pihak eksekutif dalam mengambil keputusan. Masalah lain yang menjadi perhatian adalah rekap laporan harian dari setiap unit SPBU dilakukan manual oleh satu orang admin sehingga waktu yang digunakan untuk membuat laporan relatif panjang dan lambat mengingat data yang ada cukup banyak dan terkadang terjadi perubahan selain itu tingkat keakuratannya rendah. Dengan data yang berubah menyebabkan kesalahan pada laporan. Contohnya adalah apabila ada perubahan harga BBM pada pertengahan bulan atau pertengahan tahun, terkadang pada laporan menggunakan harga terbaru untuk semua laporan. Dalam rangka memperbaiki infrastruktur SPA untuk meningkatkan pelayanannya, perlu dikembangkan suatu pemodelan basis data yang digunakan untuk menyediakan

laporan bagi pihak eksekutif perusahaan sehingga dapat digunakan sebagai alat penunjang pengambilan keputusan.

Data warehouse yang memiliki konsep *Slowly Changing Dimension (SCD)* dapat menampilkan laporan summary maupun detail secara *breakdown* skala besar dengan rentan waktu yang panjang dengan akurat meskipun banyak terjadi perubahan secara parameter, sehingga sesuai untuk SPA yang saat ini sedang berkembang seperti akan menambah unit SPBU dan perkembangan lainnya.

II. LANDASAN TEORI DAN KERANGKA KONSEP

2.1 Definisi Data Warehouse

Ada banyak sumber yang mendefinisikan *data warehouse* sehingga pengertiannya dapat bermacam-macam, namun memiliki inti yang sama. Berikut adalah beberapa definisi *data warehouse* dari sumber yang berbeda:

- 1) Menurut Paul Lane, *data warehouse* merupakan *database relational* yang di desain lebih kepada *query* dan analisa dari pada proses transaksi, biasanya mengandung histori data dari proses transaksi dan biaya juga data dari sumber lainnya. *Data warehouse* memisahkan beban kerja analisis dari beban kerja transaksi dan memungkinkan organisasi menggabung / mengkonsolidasi data dari berbagai macam sumber [1].
- 2) Menurut W.H. Inmon, *data warehouse* adalah koleksi data yang memiliki sifat berorientasi subjek, terintegrasi, time-

variant dan bersifat tetap dari koleksi data dalam mendukung pengambilan keputusan management[2].

3) Menurut Vidette Poe, *data warehouse* merupakan *database* yang bersifat analisis dan read only yang digunakan sebagai pondasi dari sistem penunjang keputusan[3].

Jadi *data warehouse* adalah metode dalam perancangan *database* yang menunjang DSS (decision support system). Secara fisik *data warehouse* adalah *database*, tapi desain *data warehouse* dan *database* sangat berbeda. Dalam desain *database* tradisional menggunakan normalisasi, sedangkan dalam *data warehouse* bukan cara yang terbaik.

Data warehouse adalah *database* yang saling bereaksi yang dapat digunakan untuk *query* dan analisis, bersifat orientasi subjek, terintegrasi, *time variant* dan tidak berubah yang digunakan untuk mengambil keputusan.

2.2 Arsitektur Data Warehouse

Dalam pemilihan sebuah arsitektur *data warehouse* terlebih dahulu harus ditentukan dimana *data warehouse* ditempatkan dan juga dimana kendali kontrol data. Sebagai contoh data dapat ditempatkan di lokasi terpusat yang diatur secara terpusat (*centralized global warehouse*) atau data ditempatkan terdistribusi (*distributed global warehouse*). Secara fisik *centralized global warehouse* digunakan oleh semua organisasi. Sedangkan *distributed global warehouse* juga digunakan untuk semua organisasi tetapi distribusinya melalui beberapa lokasi fisik dalam organisasi.

Menurut[4] membedakan arsitektur *data warehouse* ke dalam 3 (tiga) komponen:

- 1) *Data warehouse* yang berisi data dan perangkat lunak terkait
- 2) Perangkat lunak akuisisi data (*back end*), yang mengekstraksi data dari *system legacy* dan sumber eksternal, memperkuat dan meringkasnya dan memuatnya ke dalam *data warehouse*.
- 3) Perangkat lunak klien (*front end*), yang mengizinkan para pengguna untuk mengakses dan meneliti data di dalam *data warehouse*.

2.3 Manajemen Data warehouse

Ada tiga (3) bagian utama komponen dalam mengelola data warehouse, yaitu:

- 1) *Source System*

Data source atau objek yang menjadi sumber data dari proses keseluruhan. Bentuknya bisa *database*, *file*, *directory*, *services*, *XML* atau lainnya.

- 2) ETL (*Extracting, Transformation, Loading*)

Tugas dari ETL adalah melakukan ekstraksi dari *data source*, melakukan transformasi data, kemudian mengirimkan ke data *store* yang dituju.

- a. *Extracting*

Merupakan proses pengambilan data dari berbagai sumber yang digunakan untuk mengisi *data warehouse*. Tidak semua yang ada di data operasional dimasukkan, tetapi hanya untuk data yang dibutuhkan saja. Dalam tahap ini juga dilakukan proses pembersihan (*cleansing*) data sebelum ditransformasi.

- b. *Transformation*

Merupakan proses mengubah data dari format operasional menjadi format *data warehouse*. Terdapat 2 (dua) cara transformasi, yaitu fungsi level *record*, fungsi ini beroperasi pada sekumpulan *record* seperti *file* dan tabel melalui perintah *selection*, *joining*, *normalization* dan *aggregation*. yang kedua adalah dengan fungsi *field level*, yaitu mengubah data format dari suatu sumber *record* ke format yang berbeda dalam *record* tujuan. Fungsi ini mempunyai dua tipe yaitu: *Single Field* dan *Multi Field*.

- c. *Loading*

Merupakan proses tahap akhir dalam mengisi *data warehouse*. Proses ini memuat data yang telah terseleksi dan membuat indeks yang diperlukan. Terdapat dua metode untuk pemuatan data *warehouse* yaitu *refresh* atau menuliskan kembali secara keseluruhan data pada *data warehouse* pada suatu periode interval dan *update* atau menuliskan data yang berubah di sumber data, tidak ada proses menghapus disini. Mode *refresh* umumnya digunakan saat pertama kali memuat data dalam *data warehouse*. Sedangkan mode *update* digunakan saat pemeliharaan dan berjalannya *data warehouse*.

- 3) *Dimensional Data Store*

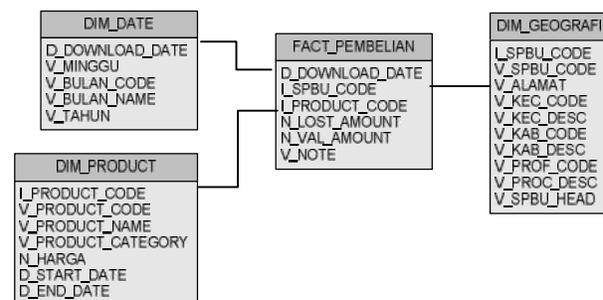
Adalah *source* hasil dari ETL yang akan dijadikan basis pengolahan data analitis berupa *business intelligent*, *reporting*, *querying*.

2.4 Skema Data Warehouse

Dalam dimensional modeling, terdapat beberapa tipe skema untuk membuat *data warehouse*, yaitu:

- 1) Skema Bintang (*Star Schema*)[5]

Skema ini mengikuti bentuk bintang, dimana terdapat satu tabel fakta (*fact table*) di pusat bintang dengan beberapa tabel dimensi (*dimensional table*) yang mengelilinginya. Semua tabel dimensi berhubungan langsung dengan tabel fakta. *Primary Key* pada tabel dimensi akan menjadi *key* pada tabel fakta atau dapat dikatakan bahwa tabel fakta memiliki kombinasi *key* dari tabel dimensi.



Gambar 1. Star Schema

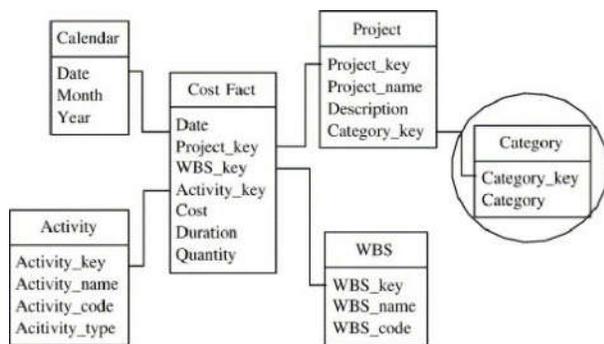
Kelebihan skema bintang diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Membutuhkan kapasitas yang relative lebih kecil karena hanya membutuhkan jumlah table yang lebih sedikit.

- b. Mempercepat waktu *table scan* dalam melakukan eksekusi *query*.
- c. Membutuhkan *query* yang lebih pendek karena hanya membutuhkan jumlah *table* yang tidak banyak.
- d. Mudah untuk maintenance karena jumlah *table* tidak banyak.
- e. Mempermudah proses ETL karena skema atau struktur yang lebih sederhana, terlebih jika proses ETL melibatkan data yang berkapasitas besar

2) Skema Keping Salju (*Snowflake Schema*)[5]

Model *snowflake* merupakan perluasan dari *star* dimana ia juga mempunyai satu atau lebih dimensi. Hanya saja pada *snowflake*, tabel yang berelasi pada *fact table* hanya tabel dimensi utama, sedangkan tabel yang lain dihubungkan pada tabel dimensi utama. Model *snowflake* ini hampir sama seperti teknik normalisasi.



Gambar 2. *Snowflake Schema*

Kelebihan dari skema keping salju ini adalah adanya normalisasi, tetapi dengan jumlah table yang lebih banyak skema ini kurang cocok digunakan untuk digunakan pada data warehouse yang melakukan transaksi data dengan jumlah besar karena proses akan menjadi lebih lambat dan memakan kapasitas data yang lebih boros.

2.5 Teknik Implementasi Data Warehouse

Beberapa pendekatan yang digunakan untuk mengimplementasikan arsitektur *data warehouse*, yaitu secara *top down*, *bottom up* atau kombinasi antara keduanya.

1) Pendekatan *Top Down*

Langkah awal implementasi *data warehouse* dengan pendekatan *top down* adalah membangun sebuah data perusahaan, setelah itu dilanjutkan dengan membangun *data mart* yang berisi *data warehouse* khusus yang merupakan bagian dari *data warehouse* yang dibangun sebelumnya.

2) Pendekatan *Bottom Up*

Implementasi *bottom up* dimulai dengan membangun *data mart* untuk menyelesaikan suatu permasalahan tertentu tanpa menunggu dari pengembangan infrastruktur yang telah lengkap. Ketika ada permasalahan yang lain, maka akan dibuatkan *data mart* baru, begitu juga seterusnya. Selanjutnya

bermacam-macam *data mart* tersebut digabungkan menjadi sebuah *data warehouse*.

3) Pendekatan Kombinasi

Dalam beberapa kasus pendekatan tidak harus dengan *bottom up* atau *top down*, tetapi juga bisa dilakukan dengan kombinasi keduanya. Hal ini untuk mencari alternatif yang terbaik sesuai dengan kebutuhan.

2.6 Slowly Changing Dimension

Slowly Changing Dimension (SCD) adalah suatu teknik pengolahan tabel dimensi dimana data berubah secara perlahan, sehingga jika suatu parameter bertambah atau berubah parameter lama maupun parameter baru dapat digunakan secara bersamaan dalam satu tabel. Hal ini memperkecil resiko kehilangan data pada sebuah data warehouse.

Adapun beberapa tipe *slowly changing dimension* adalah sebagai berikut:

1) Tipe 0

Pada SCD tipe 0 tidak ada maintenance terhadap tabel dimensi, data parameter dimasukkan kedalam table dimensi dan tidak pernah ada transaksi baik proses *insert* maupun *update* terhadap tabel dimensi tersebut. SCD tipe 0 adalah pilihan yang buruk jika digunakan untuk tipe data parameter yang dinamis dan berubah-ubah. SCD tipe 0 biasanya digunakan untuk data yang tidak pernah berubah seperti jenis kelamin.

2) Tipe 1

Untuk SCD tipe 1 jika ada data parameter baru, seluruh data yang ada pada table dimension dihapus kemudian diganti dengan data yang baru seluruhnya. Pada tipe ini tidak dapat dilakukan pengecekan data yang sudah hilang jika ada perubahan data parameter. Untuk data yang berubah-ubah, SCD tipe 1 ini tidak sesuai karena tidak dapat mengorganisasi data histori sehingga jika dibuat laporan dalam jangka panjang seperti laporan tahunan maka akan menimbulkan kehilangan data.

3) Tipe 2

Pada SCD tipe 2 dilakukan maintenance terhadap data parameter. Pada table dimensi ditambahkan kolom *start date* dan *end date*, *start date* berisi tanggal kapan pertama kali data parameter tersebut digunakan. Jika jika ada data parameter baru maka data parameter yang lama akan berubah pada kolom *end date* menjadi tanggal saat itu, sedangkan pada data parameter baru pada kolom *start date* akan berisi tanggal saat itu, sehingga *data warehouse* akan mengenali bahwa parameter yang baru adalah parameter yang terakhir digunakan.

SCD tipe 2 sangat baik untuk digunakan untuk data parameter yang berubah-ubah karena menyimpan data histori tanpa merusak data. SCD tipe 2 dapat menyimpan histori dari table parameter sehingga dapat digunakan untuk membangun laporan dengan jangka panjang, seperti laporan tahunan.

4) Tipe 3

Untuk SCD tipe 3 mirip dengan tipe 2 dengan ditambahkan kolom *previous value*, jika ada data baru maka dari *record*

baru tersebut dapat diketahui *value* untuk *record* sebelumnya.

Sebetulnya SCD tipe 3 ini walaupun kita bias mengetahui *previous value* dari suatu *code*, tapi kita perlu melakukan *query* lagi untuk mencari kapan *previous value* tersebut digunakan dan bagaimana deskripsinya / namanya.

2.7 Tinjauan Studi

Studi dan penelitian mengenai *data warehouse* telah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya sebagai berikut:

1) Sri Mulyati[6] melakukan penelitian mengenai perancangan *data warehouse* yang menunjang sistem informasi eksekutif. Tujuan dari penelitiannya adalah untuk memberikan solusi bagi pihak eksekutif dalam menganalisis kegiatan yang berhubungan dengan penerimaan mahasiswa baru. Sebagai pihak pengambil keputusan dalam menentukan langkah yang harus diambil untuk meningkatkan penerimaan mahasiswa baru. Pada penelitiannya, akan membahas pengembangan *data warehouse* yang digunakan untuk mengambil keputusan yang berkaitan dengan penerimaan mahasiswa baru, tetapi belum dapat menggambarkan trend penerimaan mahasiswa baru dari tahun ke tahun. Teknik pemodelan *data warehouse* yang digunakan adalah *Star Schema* dan Dimension menggunakan *Slowly Changing Dimension* tipe 1. Hasilnya rancangan *Data Warehouse* Penerimaan Mahasiswa Baru yang dibuat dapat belum dapat menampilkan data histori karena perubahan parameter tidak tercatat.

2) Reva Ragam Santika[7] melakukan penelitian mengenai pengembangan model *data warehouse* untuk menunjang pengambilan keputusan strategik di bidang akademik kemahasiswaan pada Akademi Bina Sarana Informatika. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun *data warehouse* yang dapat menyajikan informasi di bidang akademik kemahasiswaan yang sesuai dengan *User Business Requirement* sehingga dapat digunakan untuk mendukung proses pengambilan keputusan strategik. Teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, dimana didalam penelitian ini studi kasus bertujuan untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang subjek yang diteliti. Model skema yang digunakan adalah *Snowflake Schema* dan menggunakan *Slowly Changing Dimension* tipe 1. Sistem yang dibuat belum dapat menampilkan data secara histori dalam jangka waktu yang panjang karena menggunakan SCD tipe 1. Contoh yang dapat dilihat adalah pada tabel MATAKULIAH_DIM yang berisi field KD_MTK, NM_MTK, SKS, jika salah satu mata kuliah berubah jumlah SKS-nya maka tidak dapat diketahui jumlah SKS mata kuliah tersebut sebelum terjadi perubahan.

3) Abdul Khaliq Arrachman[8] melakukan penelitian mengenai pembangunan model *data warehouse* untuk menunjang pengelolaan *Payment Collection On Time*. Sebelum dikembangkan model *data warehouse* ini, perusahaan sulit memantau pelanggan yang terlambat melakukan pembayaran sehingga menjadi kendala dalam mengelola strategi dan analisis. Proses pengembangan *data*

warehouse dalam penelitian ini berdasarkan pada *Business Lifecycle* dimana merupakan pengembangan dari metodologi pengembangan sistem (*System Development Lifecycle*). Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengamatan, wawancara, dan studi literatur yang bersifat deduktif sebagai dasar hipotesis. Model skema database yang digunakan yaitu model *Star Schema* dan Dimension menggunakan *Slowly Changing Dimension* tipe 1. Sistem belum dapat menampilkan data histori secara jangka panjang karena masih menggunakan SCD tipe 1, selain itu pada tabel dimensi hanya berisi kode dan deskripsi saja dan tidak ada *value*. Untuk pengembangan prototype dan testing menggunakan alat bantu dan komponen berupa Database Oracle 10g, PL/SQL developer, Pivot Cube.

4) Windarto[9] melakukan penelitian mengenai perancangan *data warehouse* untuk menunjang dalam pengisian Data Borang Standar 3 pada Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur. Proses pengembangan *data warehouse* dalam penelitian ini berdasarkan pada *Business Dimensional Lifecycle* dimana merupakan pengembangan dari metodologi pengembangan sistem (*System Development Lifecycle*). Metode pengumpulan data yang digunakan didalam penelitian ini adalah pengamatan, wawancara dan studi literatur yang bersifat deduktif sebagai dasar hipotesis. Model skema database yang digunakan yaitu model *Star Schema* dan Dimension menggunakan *Slowly Changing Dimension* tipe 1. Hasilnya rancangan *Data Warehouse* yang dibuat masih belum dapat menampilkan laporan dalam jangka panjang jika terjadi perubahan data parameter. Untuk pengembangan *prototype* dan testing menggunakan alat bantu dan komponen berupa DBMS, MySQL Front, Ms. Office, Toad, Oracle Server, SQL Architect, Modarin-Wabbit dan Geany.

5) Lusi Fajarita[10] melakukan penelitian mengenai model *data warehouse* dengan multidimensional modelling untuk menunjang keputusan dalam bidang jasa ekspedisi pada PT. Fastindo Global Utama Group. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah merancang *data warehouse* yang sesuai dan membangun *data warehouse* yang dapat menyajikan informasi yang terkait dengan data pengiriman dan penagihan sehingga dapat membantu perusahaan dengan menyediakan berbagai informasi yang dibutuhkan. Teknik pengembangan *data warehouse* yang digunakan yaitu metodologi sembilan tahap (*Nine-Step Methodology*) [11]. Teknik pemodelan *data warehouse* yang digunakan adalah *Snowflake Schema* dan Dimension menggunakan *Slowly Changing Dimension* tipe 1 sehingga jika terjadi perubahan data parameter tidak dapat melihat histori data parameter tersebut. Selain itu tidak dapat menampilkan laporan dalam jangka panjang dengan akurat apabila terjadi perubahan parameter, karena parameter yang berubah tidak tersimpan. Peneliti ini menggunakan *Key Performance Indicator* (KPI) untuk membantu dalam merumuskan strategi yang dapat diterapkan perusahaan dalam menghadapi persaingan bisnis

6) K. Srikanth[12] melakukan penelitian ujicoba efektifitas *Slowly Changing Dimension* tipe 2 yang

diaplikasikan kepada data karyawan (*employee*) yang sering berubah. Ujicoba pada penelitian ini mengaplikasikan bagaimana suatu data berubah tanpa kehilangan histori data jika dibuat laporan pada jangka panjang saat terjadi perubahan data parameter, metode diatas memanfaatkan *start date* dan *previous date*, jika *previous date* berisi null maka baris tersebut adalah data parameter yang sedang digunakan. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa SCD tipe 2 efektif untuk mengatasi data yang sering berubah.

Setelah mempelajari dan mengkaji beberapa penelitian sebelumnya, dalam hal ini peneliti akan menggunakan skema *database* yaitu *Star Schema* dan teknik pengembangan *data warehouse* yang digunakan didasarkan pada metodologi sembilan tahap (*Nine-Step Methodology*) Ralph Kimball. Sedangkan *tools* yang digunakan untuk mengolah *data warehouse* ini adalah SAP Xcelcius dengan DBMS Oracle 10g.

Tabel 1. Perbandingan penelitian yang dilakukan

Keterangan	Alasan Pemilihan
Skema database: <i>Star Schema</i>	Memiliki kapasitas penyimpanan yang lebih hemat dan mudah di <i>maintenance</i>
Metodologi pengembangan: <i>Nine-Step Methodology</i>	Sembilan langkah yang disebutkan, lebih memudahkan dalam pembuatan <i>data warehouse</i>
<i>Slowly Changing Dimension</i> Type-2	<i>Slowly changing dimension</i> tipe 2 sangat baik dalam mengolah tabel dimensi sehingga tidak akan mengalami kehilangan data pada laporan yang sudah mengalami perubahan data parameter.
<i>Tools:</i> <i>SAP Xcelcius</i> <i>Oracle 10g</i>	Oracle 10g handal dalam <i>data warehouse</i> memiliki fitur yang lengkap. Sedangkan SAP Xcelcius mudah dalam operasional penggunaannya.

III. METODOLOGI DAN RANCANGAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dengan berdasarkan studi kasus yang menggambarkan keadaan sesungguhnya dari subjek yang diteliti. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengamatan, wawancara, dan studi literatur yang bersifat deduktif sebagai dasar hipotesis.

Untuk menguji fungsionalitas dari rancangan, digunakan uji perbandingan berdasarkan data kualitatif. Teknik pengembangan *data warehouse* yang digunakan yaitu metodologi Sembilan tahap (*Nine-step Methodology*). Teknik pemodelan *data warehouse* yang digunakan adalah bentuk *Star Schema*. Untuk pelaksanaan pengembangan *prototype* dan *testing*, akan digunakan alat bantu dan komponen berupa SAP Xcelcius dan DBMS Oracle 10g.

3.1. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan teknik wawancara dan observasi sebelum merancang *data warehouse* yang dibutuhkan. Setelah menerima data yang dibutuhkan, dan mengetahui apa yang dibutuhkan oleh *user*, kemudian peneliti menentukan metode yang tepat untuk mengembangkannya yaitu metode dari Kimball : *nine step methodology*. Setelah itu peneliti mulai merancang skema *data warehouse* yang sesuai dengan kebutuhan yaitu *Star Schema*.

3.2. Rancangan

Rancangan ETL akan diterapkan menggunakan DBMS Oracle 10g karena administrasi dan performanya yang dinilai sangat baik untuk pengelolaan *data warehouse*. OLAP dan laporan akan ditampilkan dengan menggunakan SAP Xcelcius.

Skema *data warehouse* yang digunakan dalam rancangan penelitian ini akan menggunakan skema star atau bintang karena dapat mempercepat waktu *table scan* dalam proses. Sedangkan pengelolaan tabel dimensi akan menggunakan *Slowly Changing Dimension* tipe 2 agar dapat mengelola data parameter secara historis dan dapat menampilkan laporan dalam rentang waktu yang panjang untuk data parameter yang berubah-ubah sesuai dengan karakter data pada objek penelitian ini.

3.3. Pengujian Prototipe Model

Pengujian *prototype* akan dilakukan oleh *key person* dari PT. SINAR PEDOMAN ABADI (SAP), yaitu pimpinan perusahaan.

3.4. Rencana Strategi

Dengan mengetahui jumlah *lost* atau kehilangan dan keuntungan disetiap daerah menggunakan laporan yang disajikan *data warehouse* ini pemimpin perusahaan PT SINAR PEDOMAN ABADI dapat mengambil keputusan

untuk membuka unit SPBU di daerah yang memiliki profile penjualan produk yang bagus.

IV. IMPLEMENTASI

Pada penelitian ini diperoleh dua sumber data operasional yang digunakan dalam pengembangan *data warehouse*, yaitu data yang tersimpan di database dan data berupa *flat file*. Data catatan transaksi pembelian berasal dari database, sedangkan data penjualan bersasal dari *flat file*. Yang dimaksud dengan *flat file* disini adalah data yang berasal dari dokumen Microsoft Excel yang diubah kedalam format *.CSV dengan menggunakan pemisah kolom atau *delimiter* tertentu.

Sebelum data tersebut dimasukan kedalam *data warehouse* perlu dilakukan beberapa proses terlebih dahulu. Proses tersebut adalah peneragaman format termasuk didalamnya tipe data diantara sumberdata tersebut. Hal ini terutama dilakukan pada data yang bersumber dari Microsoft Excel. Selanjutnya pemilihan tabel dimensi dan tabel fakta pada pengembangan *data warehouse* ini. Secara umum tabel dimensi pada *data warehouse* berisi data parameter yang biasanya berasal dari master dalam *database relational* atau parameter yang ditetapkan perusahaan dalam menyusun laporan. Sedangkan tabel fakta berisi catatan data transaksi dalam berbagai periode. Tabel dimensi dan fakta ini nantinya akan diisi data yang berasal dari dua sumberdata yang telah didapatkan pada tahap observasi.

Proses ekstrak akan melakukan ekstraksi data dari dokumen *flat file* kedalam tabel penampung atau *staging area*. Pada tahap ini format data disesuaikan dengan keinginan dan dibersihkan dari data yang tidak diperlukan. Setelah itu baru dilakukan proses transformasi menjadi tabel fakta yang disesuaikan dengan laporan yang akan ditampilkan.

A. Nine Step Methodology

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam penelitian kaitannya dengan perancangan *data warehouse* menggunakan *Nine Step Methodology* Pada PT SINAR PEDOMAN ABADI (SPA).

1) Pemilihan Ruang Lingkup Proses

Berdasarkan observasi dan analisis yang dilakukan pada penelitian, maka proses yang dilakukan dalam pembentukan data warehouse ini berfokus pada pembelian dan penjualan BBM.

2) Pemilihan Sumber

Merupakan data transaksi yang tercatat diperusahaan yang akan menjadi data pada tabel fakta, oleh karena itu akan dianalisa apa yang akan direpresentasikan oleh *record* dalam fakta. Sumber data penelitian ini adalah data pembelian dan penjualan perusahaan SPA.

3) Mengidentifikasi Dimensi

Dimensi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: produk, regional dan periode sebagai *pointer* yang menunjukkan proses yang sedang dilakukan.

4) Pemilihan Fakta

Tahapan ini bertujuan untuk menentukan tabel fakta yang terbentuk dalam penelitian pengembangan *data warehouse* ini.

5) Menyimpan Pre-kalkulasi Tabel Fakta

Proses ini merupakan proses pengecekan kembali atribut tabel fakta apakah masih bias dilakukan denormalisasi, sehingga atribut yang ada didalamnya menjadi optimal.

6) Melengkapi Tabel Dimensi

Pada tahap ini dimensi yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya dilengkapi sehingga menjadi memiliki *field* dan atribut yang jelas. *Field* dari dimensi ini akan menyimpan informasi mengenai dimensi tersebut.

7) Pemilihan Durasi Database

Rancangan pengembangan *data warehouse* yang dilakukan pada penelitian ini dapat menangani data dengan rentan waktu bertahun-tahun sehingga dapat membantu perusahaan membuat arsip, tetapi melihat ketersediaan data yang ada maka durasi data yang digunakan untuk penelitian ini adalah menggunakan data pembelian dan penjualan dari Januari 2012 sampai dengan Desember 2012.

8) Menelusuri *Slowly Changing Dimension*

Pada tahap ini adalah mengamati tipe *Slowly Changing Dimension* yang akan digunakan dan menjaga agar tabel dimensi tetap menyimpan data histori dan tidak menyebabkan kerusakan laporan. Pada penelitian ini digunakan *Slowly Changing Dimension* tipe 2 dimana tabel dimensi akan ditambahkan kolom *START_DATE* dan *END_DATE* sehingga jika isi data tabel dimensi berubah maka value yang lama akan tetap disimpan dengan memberikan keterangan pada kolom *END_DATE* sehingga histori data tidak akan rusak.

I_KODE_PROD	V_KODE_PROD	V_NAMA_PROD	N_BARGA	D_START_DATE	D_END_DATE
1	01PREM	Premium	4,500	01-01-2012	21-06-2013
2	01PERT	Pertamax	9,500	01-01-2012	
3	01PREM	Premium	6,500	22-06-2013	

Gambar 3. *Slowly Changing Dimension* tipe 2

9) Menentukan Prioritas dan Mode Query

Pada tahap ini dibahas mengenai operasional data warehouse yang dilakukan setelah implementasi data warehouse secara *live*.

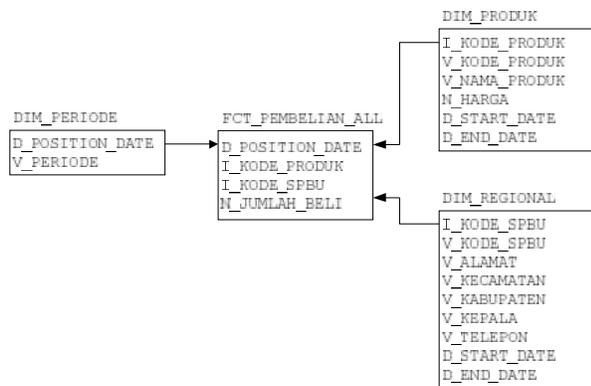
B. Pemodelan Data Warehouse

Skema model *data warehouse* yang digunakan pada penelitian ini adalah *start schema*. Skema ini memiliki karakter dimana satu tabel fakta memiliki relasi dengan beberapa tabel dimensi yang mengelilinginya, tetapi antara satu tabel dimensi dengan tabel dimensi yang lain tidak memiliki relasi seperti pada *snowflakes schema*.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dalam penelitian, diperoleh beberapa tabel fakta dan tabel dimensi. Berikut adalah penjelasannya.

1) FCT_PEMBELIAN_ALL

Tabel fakta ini berisi informasi mengenai jumlah seluruh seluruh pembelian produk disemua unit SPBU dalam periode tertentu.

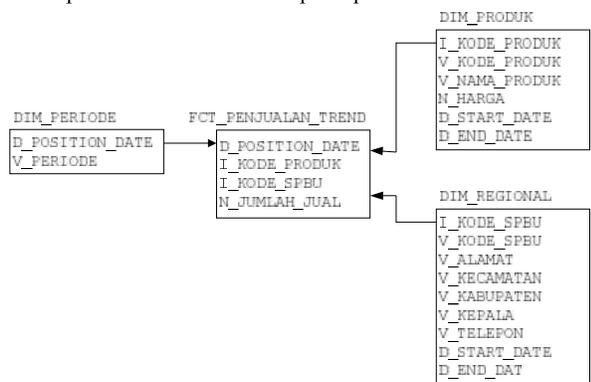


Gambar 4. Tabel Fakta Total Pembelian

Gambar 4 diatas menunjukkan hubungan tabel fakta FCT_PEMBELIAN_ALL dengan tabel dimension, yaitu DIM_PRODUK, DIM_REGIONAL dan DIM_PERIODE. FCT_PEMBELIAN_ALL terhubung dengan DIM_PRODUK dengan *surrogate key* I_KODE_PRODUK, dengan surrogate key tersebut dapat diketahui nama produk dan harga yang informasinya berada pada tabel DIM_PRODUK. FCT_PEMBELIAN_ALL juga terhubung dengan DIM_REGIONAL dengan *surrogate key* I_KODE_SPBU sebagai kunci, sehingga dapat diketahui informasi mengenai regional dari tabel DIM_REGIONAL.

2) FCT_PENJUALAN_TREND

Tabel fakta ini berisi informasi mengenai trend penjualan suatu produk di suatu daerah pada periode tertentu.

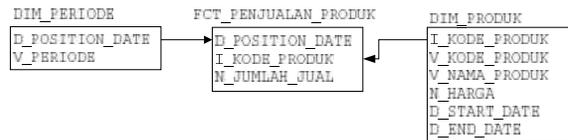


Gambar 5. Tabel Fakta Tren Penjualan

Pada Gambar 5 diatas dapat dilihat hubungan antara FCT_PENJUALAN_TREND dengan tabel dimensi DIM_REGIONAL yang terhubung dengan I_KODE_PRODUK sebagai *surrogate key*, sehingga dapat diketahui informasi penjualan produk SPA. Selain itu FCT_PENJUALAN_TREND juga terhubung dengan DIM_REGIONAL sehingga dapat diketahui penjualan disetiap regional. Dari koneksi tersebut dapat diketahui trend penjualan suatu produk disetiap daerah.

3) FCT_PENJUALAN_PRODUK

Tabel fakta ini berisi informasi mengenai jumlah penjualan produk pada periode tertentu.

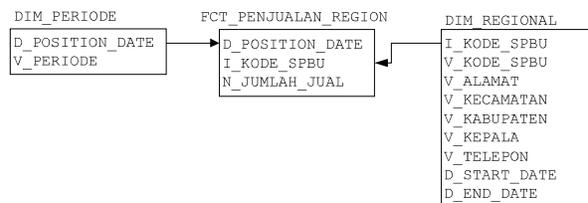


Gambar 6. Tabel Fakta Penjualan Per-Produk

Pada Gambar 6 diatas dapat dilihat hubungan antara tabel fakta FCT_PENJUALAN_PRODUK dengan tabel dimensi DIM_PRODUK dengan *surrogate key* I_KODE_PRODUK. Dengan hal tersebut dapat diketahui jumlah penjualan produk yang dijual atau didistribusikan oleh SPA sehingga dapat ditampilkan dalam laporan.

4) FCT_PENJUALAN_REGION

Tabel fakta ini berisi informasi mengenai jumlah penjualan di satu SPBU atau di satu daerah dalam periode tertentu.

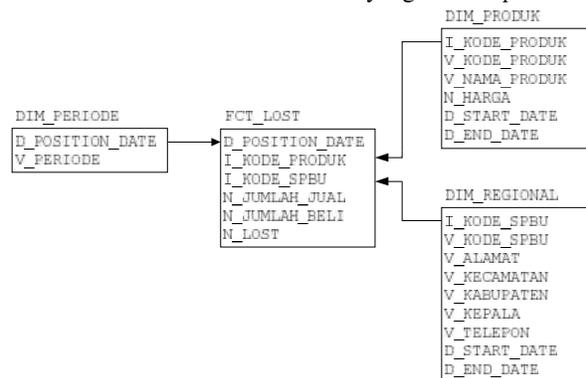


Gambar 7. Tabel Fakta Penjualan Per-Regional

Pada Gambar 7 diatas dapat dilihat hubungan antara tabel fakta FCT_PENJUALAN_REGION dengan tabel dimensi DIM_REGIONAL dengan *surrogate key* I_KODE_SPBU. Dengan hal tersebut dapat diketahui jumlah penjualan disetiap daerah atau SPBU sehingga dapat ditampilkan dalam laporan.

5) FCT_LOST

Tabel fakta ini berisi informasi lost yang dialami perusahaan.



Gambar 8. Tabel Fakta Total Lost

Gambar 8 diatas menunjukkan hubungan tabel fakta FCT_PEMBELIAN_ALL dengan tabel dimension, yaitu DIM_PRODUK, DIM_REGIONAL dan DIM_PERIODE. FCT_PEMBELIAN_ALL terhubung dengan DIM_PRODUK dengan *surrogate key* I_KODE_PRODUK, dengan *surrogate key* tersebut dapat diketahui nama produk dan harga yang informasinya berada pada tabel DIM_PRODUK. FCT_PEMBELIAN_ALL juga terhubung dengan DIM_REGIONAL dengan *surrogate key* I_KODE_SPBU sebagai kunci, sehingga dapat diketahui informasi mengenai regional dari tabel DIM_REGIONAL

C. Suplai Data dan Pengisian Data Warehouse

Seperti dijelaskan sebelumnya, bahwa sumber data yang digunakan dalam penelitian pengembangan *data warehouse* ini berfokus kepada data pembelian dan penjualan. Langkah pertama yang dilakukan adalah menyesuaikan format data yang akan digunakan dalam penelitian, karena data memiliki format yang tidak seragam dan rumit sehingga perlu dilakukan penyesuaian format sumber data agar dapat diambil atau digunakan oleh *data warehouse*. Setelah memiliki format yang sama maka dilakukan seleksi terhadap sumber data, hal ini untuk memilah data mana yang akan diambil oleh *data warehouse* dan menyingkirkan data yang tidak diperlukan sehingga proses penarikan data menjadi lebih mudah dan cepat karena hanya mengambil data yang diperlukan. Selanjutnya data dimasukkan kedalam *staging area* dimana sumber data disimpan. Tahap ini merupakan tahap ekstraksi data dari sumber data yang berupa *flat file* atau *relational database* kedalam *environment data warehouse* yang dalam penelitian ini menggunakan DBMS Oracle. Pada proses ekstraksi dilakukan pengkodean terhadap data yang kodenya tidak lengkap, melakukan seleksi dan *summary* sederhana terhadap angka yang diperhitungkan dalam *data warehouse* jika diperlukan.

Setelah melalui tahap ekstraksi, kemudian akan dilakukan proses transformasi data dari tabel *staging* kedalam tabel fakta. Proses transformasi dilakukan dengan cara melakukan agregasi antara data di tabel *staging* dengan tabel dimensi, kode yang ada pada data di tabel *staging* diagregasi dengan kode yang ada didalam tabel dimensi sehingga didapatkan *surrogate key* yang akan mentransformasikan data dari tabel *staging* yang berisi kode yang berbeda-beda kedalam tabel fakta yang memiliki *surrogate key* dengan format seragam. Hal ini bertujuan agar tabel fakta lebih cepat untuk diakses sehingga performa *data warehouse* menjadi cepat. Hal ini juga mempermudah *data warehouse* secara fisik dalam melakukan *table scan* untuk mencari data yang akan digunakan didalam tabel fakta nantinya.

Yang terakhir adalah proses *loading* data dari tabel fakta kedalam laporan. Laporan memiliki format tertentu dalam menampilkan data, format itulah yang akan disesuaikan oleh tabel fakta agar proses *loading* data dari tabel fakta kedalam laporan menjadi mudah dan cepat. Hal ini mempengaruhi kecepatan laporan untuk diakses dan kecepatan laporan dalam

menampilkan data. Rancangan tabel fakta yang baik dan sesuai dengan laporan akan mempengaruhi performa proses *loading* dari tabel fakta kedalam laporan, hal ini mempengaruhi kecepatan laporan dalam menyajikan informasi. Proses *loading* akan melakukan agregasi kembali untuk melihat kode atau detail data parameter didalam tabel dimensi yang akan ditampilkan dalam laporan dengan cara mengagregasikan *surrogate key* yang ada pada tabel fakta dengan *surrogate key* yang ada pada tabel dimensi sehingga didapatkan detail data parameter dari tabel dimensi.

D. Membangun Prototipe

Membangun prototipe model dalam tujuan penyediaan informasi dengan menggunakan *data warehouse* diharapkan mampu menyediakan informasi yang bermanfaat bagi perusahaan, khususnya pihak pimpinan perusahaan sehingga dapat menunjang pengambilan keputusan.

Untuk tujuan representasi laporan prototipe dibangun dengan mempertimbangkan apakah informasi yang disajikan dalam laporan sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Hal ini sangat penting karena menjadi output yang dilihat oleh pengguna.

Berikut adalah contoh tampilan laporan yang akan disajikan:

1) Laporan Total Pembelian

Laporan ini mengambil tabel FCT_PEMBELIAN_ALL menyajikan data pembelian dalam satu bulan. Dalam laporan ini juga dapat dilihat *breakdown* dari produk dan regionalnya.



Gambar 9. Laporan Total Pembelian

Pada Gambar 9 diatas dapat dilihat pembelian produk BBM oleh perusahaan di suatu daerah atau SPBU. Informasi ditampilkan dalam *summary* jutaan rupiah dan dalam bentuk grafik. Selain itu informasi ditampilkan pula dalam bentuk tabel sehingga dapat terlihat jelas angka yang ditampilkan.

2) Laporan Tren Penjualan

Laporan ini mengambil data dari tabel FCT_PENJUALAN_TREND menyajikan data trend penjualan disetiap regional dibandingkan dengan jenis produk yang dijual di setiap daerah, sehingga diketahui informasi trend yang terjadi.

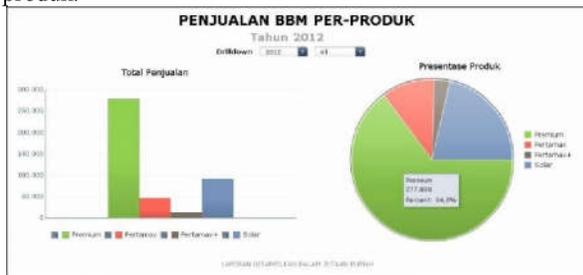


Gambar 10. Laporan Tren Penjualan

Pada Gambar 10 diatas dapat dilihat angka pembelian secara summary dalam bentuk grafik dan tabel. Dari grafik diatas dapat diketahui jumlah penjualan produk pada suatu daerah atau SPBU. Untuk lebih memperjelas tampilan grafik, maka informasi ditampilkan pula dalam bentuk tabel.

3) Laporan Penjualan Per-Produk

Laporan ini mengambil data dari tabel FCT_PENJUALAN_PRODUK menyajikan data penjualan produk.

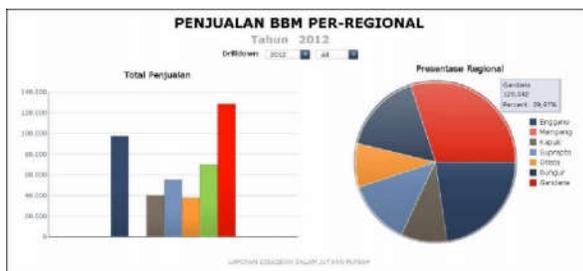


Gambar 11. Laporan Pernjualan Per-Produk

Pada Gambar 11 dapat dilihat total penjualan per-jenis produk yang dilakukan oleh perusahaan, selain total penjualan juga ditampilkan presentase dari jenis produk terhadap totap penjualan.

4) Laporan Penjualan Per-Regional

Laporan ini mengambil data dari tabel FCT_PENJUALAN_REGION menyajikan data penjualan untuk setiap regional.



Gambar 12. Laporan Penjualan Per-Regional

Pada Gambar 12 diatas ditampilkan informasi total penjualan dari setiap daerah atau SPBU milik SPA dalam grafik batang, selain total penjualan juga terdapat presentase suatu daerah dari total seluruh penjualan yang dilakukan perusahaan dalam grafik lingkaran sehingga diketahui daerah mana yang paling berkembang penjualannya. Seluruh tampilan grafik yang ada akan menampilkan angka apabila pointer menyorot area pada grafik tersebut.

5) Laporan Lost

Laporan ini mengambil data dari tabel FCT_LOST menyajikan kehilangan BBM yang dialami perusahaan, hal ini dapat berasal dari selisih saat penerimaan BBM di SPBU ataupun pada saat penjualan BBM ke masyarakat.



Gambar 13. Laporan Lost

Pada Gambar 13 diatas dapat diketahui kehilangan yang dialami oleh perusahaan, ditampilkan dalam grafik dan tabel sehingga terlihat secara visual dari setiap produk dan daerah.

E. Pengujian Sistem

Dalam penelitian ini dilakukan dua cara untuk melakukan pengujian sistem, yaitu dengan presentasi model prototipe *data warehouse* yang telah dibuat kemudian memberikan kuesioner kepada *key person* sebagai instrumentasi mengenai performa *data warehouse* pada penelitian ini. Presentasi prototipe model *data warehouse* berguna untuk menunjukkan kemampuan dan performa *data warehouse* dalam mengolah data dan menghasilkan informasi. Sedangkan kuesioner berguna untuk mendapatkan gambaran atau pandangan dari pihak pengguna apakah *data warehouse* yang dibuat sudah sesuai dengan kebutuhan perusahaan dan pengguna.

Berikut adalah faktor yang menjadi acuan dalam pengujian prototipe *data warehouse* dalam wawancara:

- 1) Tingkat kemudahan dalam menjalankan aplikasi *data warehouse*
- 2) Tingkat kehandalan *data warehouse* dalam mengelola data dan menghindari kesalahan dan kehilangan informasi yang dibutuhkan.
- 3) Kemampuan *data warehouse* untuk mempresentasikan informasi yang dibutuhkan.
- 4) Kemampuan *data warehouse* dalam membantu analisis informasi yang ditampilkan dalam laporan sebagai penunjang pengambilan keputusan

Setelah melalui tahap observasi dan wawancara, berikut adalah hal yang menjadi informasi kunci bagi pihak pimpinan perusahaan untuk mengambil keputusan:

- 1) Jumlah Pembelian, yaitu pembelian yang dilakukan perusahaan kepada PERTAMINA.
- 2) Jumlah Penjualan, yaitu penjualan BBM yang dilakukan perusahaan kepada masyarakat.
- 3) Trend penjualan, bagaimana perbandingan penjualan produk di setiap regional.
- 4) Lost, yaitu kehilangan BBM dari mulai pembelian sampai dengan penjualan.

Presentasi prototipe *data warehouse* dengan cara menunjukkan proses berjalannya *data warehouse* dari mulai mempersiapkan sumberdata sampai dengan menampilkan laporan, sehingga dapat dilihat kinerja *data warehouse* sesuai dengan faktor yang disebutkan diatas. Setelah itu *key person* dalam perusahaan sebagai instrumentasi akan diminta untuk menilai prototipe *data warehouse* sesuai dengan faktor diatas.

F. Evaluasi Sistem

Dari hasil evaluasi yang dilakukan dengan cara wawancara pada pemimpin perusahaan, dapat diketahui beberapa kelebihan *data warehouse* yang dibangun pada penelitian ini, diantaranya:

- 1) Mudah difahami cara penggunaannya (*user friendly*).
- 2) Informasi penjualan BBM disebuah SPBU yang ditampilkan dalam laporan dapat mewakili kebutuhan perusahaan mengenai kinerja sebuah SPBU.
- 3) Informasi yang ditampilkan dapat memenuhi kebutuhan perusahaan mengenai tren penjualan BBM berdasarkan produk yang banyak terjual diberbagai wilayah.
- 4) Informasi dari pengembangan model *data warehouse* dapat membantu untuk melakukan analisa data perusahaan.
- 5) Informasi yang ditampilkan dapat membantu untuk mengambil keputusan.

Secara keseluruhan penelitian yang dilakukan dapat menghasilkan *data warehouse* dengan arsitektur dan skema yang telah dikembangkan dapat menghasilkan *output* berupa laporan yang berisi informasi yang dapat digunakan dalam menunjang keputusan pada perusahaan SPA, sehingga menjawab rumusan masalah yang telah dipaparkan pada BAB satu.

Akan tetapi tidak dapat dipungkiri bahwa pada tahap awal penelitian ini ditemukan beberapa titik kelemahan dalam prototipe *data warehouse* yang dibangun, diantaranya:

- 1) Belum adanya informasi yang berkaitan dengan target penjualan BBM baik secara keseluruhan maupun secara *break down* per produk atau per regional.
- 2) Belum dapat menampilkan informasi yang berkaitan dengan keuntungan bersih perusahaan dalam satu periode.

V. KESIMPULAN

Pada bagian ini penulis akan menyampaikan kesimpulan dari penelitian pengembangan *data warehouse* ini berdasarkan

uraian pada bab sebelumnya. Kesimpulan yang dapat ditarik oleh penulis adalah sebagai berikut:

- 1) *Data Warehouse* akan menggunakan data penjualan dan pembelian untuk diolah dan ditampilkan dalam laporan.
- 2) *Data warehouse* yang dibuat dalam penelitian ini dapat menjawab kebutuhan perusahaan yang telah dirumuskan dalam rumusan masalah, yaitu *data warehouse* dengan arsitektur dan skema yang telah dikembangkan dapat menghasilkan *output* berupa laporan yang berisi informasi yang dapat digunakan dalam menunjang keputusan pada perusahaan SPA.
- 3) *Data Warehouse* yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan *start schema* karena mudah dalam maintenance, menghemat space dan memiliki performa yang lebih cepat karena lebih sederhana. Sedangkan pengelolaan parameter menggunakan *Slowly Changing Dimension (SCD) tipe 2* yang baik dalam mengorganisasi data parameter secara histori. Arsitektur *data warehouse* yang dikembangkan sesuai dengan yang tercantum dalam bagian sebelumnya.
- 4) Proses *development data warehouse* menggunakan *Nine Step Methodology* karena lebih mudah dilakukan dan memiliki tahapan yang jelas.
- 5) Yang menjadi kunci informasi dalam penelitian ini adalah jumlah pembelian, jumlah penjualan, tren penjualan dan jumlah lost yang dialami perusahaan.

Setelah melakukan evaluasi pada penelitian pengembangan *data warehouse* ini, peneliti mengumpulkan beberapa saran sebagai pertimbangan untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya, antara lain:

- 1) Pada penelitian ini dirasakan beberapa kekurangan, yaitu tidak ada target penjualan sehingga tidak dapat menampilkan *alert* terhadap angka penjualan. Hal ini karena memang dari pihak perusahaan tidak menyediakan data target penjualan. Oleh karena itu peneliti menyarankan untuk menambahkan parameter target penjualan, sehingga dapat diketahui angka penjualan yang tidak memenuhi target. Hal ini akan sangat berguna bagi pihak pimpinan perusahaan untuk melakukan analisa kinerja perusahaan.
- 2) Pada penelitian ini mesin yang digunakan adalah DELL inspiron n5040 sehingga terdapat keterbatasan dari segi spesifikasi. Hendaknya penelitian selanjutnya menggunakan mesin server dengan spesifikasi yang lebih tinggi agar performa *data warehouse* lebih baik dan lebih cepat.
- 3) Penelitian selanjutnya dapat menampilkan laporan yang lebih detail agar dapat digunakan oleh pihak atau divisi pada perusahaan yang lebih rendah dari pimpinan perusahaan tetapi memerlukan informasi yang ditampilkan pada laporan.
- 4) Pada penelitian ini hanya focus untuk menggunakan data pembelian dan penjualan saja, penulis menyarankan pada penelitian selanjutnya untuk menggunakan data yang lebih beragam apabila tersedia sehingga dapat menampilkan laporan yang beragam.
- 5) Pada penelitian ini data belum didapatkan secara online karena perusahaan tidak bias melakukan sharing data secara online dari SPBU ke kantor pusat. Peneliti menyarankan penelitian selanjutnya dapat melakukan penarikan data dari

sumber secara online sehingga proses lebih cepat dan dinamis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lane, Paul, 2005, *Oracle Database Data Warehousing Guide 10g Release 2*, Oracle
- [2] Inmon, Bill, 2005, *Building The Data Warehouse*, 4th ed., Wiley Computer Publishing, New York.
- [3] Poe, Vidette, 1998, *Building Data Warehouse for Decision Support*, edisi-2. Prentice Hall.
- [4] Fajarita, Lusi, 2013, *Model Data Warehouse dengan Multidimensional Modelling Untuk Menunjang Keputusan Dalam Bidang Jasa Ekspedisi Pada PT. Fastindo Global Utama Group*, Tesis Tidak Terpublikasi, Jakarta: Universitas Budi Luhur.
- [5] Ponniah, Paulraj, 2001, *Data Warehousing Fundamentals : A Comprehensive Guide for IT Professionals*, John Wiley & Sons Inc.
- [6] Mulyati, Sri, 2009, *Pengembangan Model Data Warehouse untuk Menunjang Sistem Informasi Eksekutif Studi Kasus: Penerimaan Mahasiswa Baru pada Universitas Budi Luhur*, Tesis Tidak Terpublikasi, Jakarta: Universitas Budi Luhur.
- [7] Santika, Reva Ragam, 2010, *Pengembangan Model Data Warehouse Untuk Menunjang Pengambilan Keputusan Strategik Bidang Akademik Kemahasiswaan Pada Akademi Bina Sarana Informatika*, Tesis Tidak Terpublikasi, Jakarta : Universitas Budi Luhur.
- [8] Arrachman, Abdul Khaliq, 2011, *Pembangunan Model Data Warehouse untuk Menunjang Pengelolaan Payment Collection On Time: Studi Kasus PT. XY.*, Tesis tidak terpublikasi, Jakarta: Universitas Budi Luhur.
- [9] Windarto, 2011, *Model Data Warehouse Untuk Menunjang Dalam Pengisian Data Borang Standar 3 Pada Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur*, Tesis Tidak Terpublikasi, Jakarta: Universitas Budi Luhur.
- [10] Fajarita, Lusi, 2013, *Model Data Warehouse dengan Multidimensional Modelling Untuk Menunjang Keputusan Dalam Bidang Jasa Ekspedisi Pada PT. Fastindo Global Utama Group*, Tesis Tidak Terpublikasi, Jakarta: Universitas Budi Luhur.
- [11] Kimball, Ralph, 1998, *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit*, Wiley Computer Publishing , New York.
- [12] Srikanth, K., Murthy, N.V.E.S., et.al 2013. *Data Warehousing Concept Using ITL Process for SCD Type -2*, Andhra University, India.