

PERANCANGAN DATA WAREHOUSE PERPUSTAKAAN

Andri¹, Baibul Tujni²
Dosen Universitas Bina Darma^{1,2}
Jalan Jenderal Ahmad Yani No.3 Palembang
Sur-el: andri@binadarma.ac.id¹, baibultujni@binadarma.ac.id²

Abstract: *The libraries are the means used to obtain information because the library has a collection that can be used for academicians to obtain information. This study will carry out the design of the data warehouse is a repository of data storage in a very large size that is capable of providing subject-oriented database for historical information and can be used to support decision-making system. In this study will be designed a Data Warehouse as a repository library is implemented using software to help Pentaho Kettle. Design of the Data Warehouse in this study using the steps in the development of a Data Warehouse. The results in this study is a draft Data Warehouse is used as a data repository library.*

Keywords: *Design, Data Warehouse, Pentaho Kettle, Repository*

Abstrak: *Perpustakaan merupakan sarana yang digunakan untuk mendapatkan informasi karena dalam perpustakaan memiliki koleksi-koleksi yang dapat digunakan bagi kalangan akademis untuk mendapatkan informasi. Penelitian ini akan melakukan perancangan Data Warehouse yaitu sebuah repository penyimpanan data dalam ukuran yang sangat besar yang mampu memberikan basisdata berorientasi subjek untuk informasi yang bersifat historis serta dapat digunakan untuk mendukung sistem pengambilan keputusan. Dalam penelitian ini akan dirancang sebuah Data Warehouse sebagai repository perpustakaan yang diimplementasikan menggunakan perangkat lunak bantu Pentaho Kettle. Perancangan Data Warehouse dalam penelitian ini menggunakan langkah-langkah yang ada dalam pengembangan sebuah Data Warehouse. Hasil dalam penelitian ini adalah sebuah rancangan Data Warehouse yang digunakan sebagai repository data-data perpustakaan.*

Kata kunci: *Perancangan, Data Warehouse, Pentaho Kettle, Repository*

1. PENDAHULUAN

Perpustakaan merupakan sarana utama yang digunakan dalam usaha pengembangan serta peningkatan pengetahuan. Perpustakaan memegang peranan yang sangat besar dalam rangkaian penyebaran informasi karena perpustakaan menyediakan koleksi-koleksi yang dapat digunakan sebagai referensi bagi sivitas akademik.

Data Warehouse merupakan basis data yang dirancang untuk mengerjakan proses *query*, membuat laporan dan analisa. Data yang disimpan dalam sebuah Data Warehouse adalah data histori dari sebuah organisasi/perusahaan yang mana data tersebut tidak tersimpan secara

rinci. Data Warehouse berbeda dengan data OLTP (*Online Transactional Processing*) yang tersimpan sampai prosesnya berlangsung secara lengkap.

Data Warehouse bersumber dari berbagai *format, software, platform* dan jaringan yang berbeda. Data yang ada dalam Data Warehouse merupakan hasil dari proses transaksi perusahaan/organisasi sehari-hari. Data Warehouse merupakan salah satu sistem pendukung keputusan, yaitu dengan menyimpan data dari berbagai sumber, diorganisasikan dan dianalisa oleh para pengambil kebijakan. Data Warehouse tidak dapat memberikan keputusan secara langsung tetapi dapat memberikan

informasi yang digunakan pengguna untuk mengambil keputusan strategis.

Tujuan utama dari perancangan *Data Warehouse* adalah untuk menyatukan data yang beragam yang berasal dari berbagai sumber ke dalam sebuah tempat penyimpanan dimana pengguna dapat dengan mudah melakukan pencarian data, menghasilkan laporan serta melakukan analisis. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang *Data Warehouse* perpustakaan dengan menggunakan perangkat lunak *Pentaho Data Integration* pada perpustakaan universitas Binadarma Palembang. Adapun kontribusi penelitian ini adalah meningkatkan pemanfaatan teknologi informasi terutama teknologi penyimpanan dalam pengembangan sebuah aplikasi yang ada dalam perpustakaan yang dapat mempermudah dalam proses pelaporan dan analisis.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Pengumpulan Data

Metodologi perancangan *data Warehouse* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *Nine-Step Methodolty* (Kimball, 2002). Objek penelitian ini adalah perpustakaan Universitas Bina Darma. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1) Pengamatan (*Observasi*).

Pada proses observasi peneliti melakukan pengamatan secara langsung pada objek

penelitian, yaitu sistem informasi perpustakaan Universitas Bina Darma.

2) Wawancara (*Interview*).

Wawancara yang peneliti lakukan untuk mendapatkan informasi mengenai proses bisnis yang ada dalam sistem informasi perpustakaan Universitas Bina Darma.

2.2 *Pentaho Kettle*

Pentaho Kettle merupakan perangkat lunak (*software*) *open source* yang dikeluarkan oleh *Pentaho*. Aplikasi-aplikasi *Pentaho* dikembangkan oleh *Pentaho corp* yang berpusat di Orlando Amerika Serikat. *Software Pentaho Kettle* dapat digunakan sebagai *tools* untuk mengintegrasikan data. *Pentaho Kettle* menyediakan fasilitas untuk melakukan proses ETL (*Extraction, Transformation dan Loading*) (Wibisono, 2012).

ETL merupakan fasilitas yang disediakan oleh *Kettle* untuk melakukan proses ekstrak data dari berbagai sumber data OLTP, dengan adanya *tools* ini maka dapat mempermudah dalam melakukan ekstraksi data atau pengambilan data dari berbagai data OLTP. Setelah melakukan ekstraksi data selanjutnya *tools* ini juga dapat melakukan proses transformation, yaitu proses yang dilakukan untuk pembersihan data ataupun pengubahan struktur data yang berbeda. Terakhir *tools* ini dapat melakukan proses load, yaitu mengubah data kedalam bentuk yang standar yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Elemen utama dari *Pentaho Kettle* adalah *Transformation dan Job*. *Transformation* merupakan sekumpulan instruksi untuk merubah

input menjadi output yang diinginkan. Sedangkan *Job* adalah kumpulan instruksi untuk menjalankan transformasi. Terdapat tiga komponen utama dalam *Pentaho Kettle* yaitu, *Spoon*, *Pan* dan *Kitchen*. *Spoon* merupakan *user interface* untuk membuat *Job* dan *Transformation*. *Pan* adalah *tools* yang berfungsi membaca, merubah dan menulis data, dan *Kitchen* adalah program yang mengeksekusi *job*.

2.3 Data Warehouse

Menurut Inmondan Richard D.H (1994) data *Warehouse* adalah koleksi data yang mempunyai sifat berorientasi subjek, terintegrasi, time-variant, dan bersifat tetap dari kumpulan data dalam mendukung proses pengambilan keputusan manajemen.

Menurut Vidette Poe (1997), data *Warehouse* merupakan database yang bersifat analisis dan read only yang digunakan sebagai fondasi dari sistem penunjang keputusan. Data *Warehouse* merupakan database relasional yang didesain lebih kepada *query* dan analisis daripada proses transaksi, biasanya mengandung *history* data dari proses transaksi dan bisa juga data dari sumber lainnya. Data *Warehouse* adalah kumpulan data-data logik yang terpisah dengan database operasional dan merupakan suatu ringkasan.

Karakteristik *data Warehouse* terdiri dari:

1) Berorientasi subyek

Data Warehouse adalah tempat penyimpanan berdasarkan subyek bukan berdasarkan aplikasi. Subyek merupakan bagian dari suatu perusahaan. Contoh subyek pada perusahaan

manufaktur adalah penjualan, konsumen, inventori, dan lain sebagainya. Gambar dibawah ini merupakan perbedaan mengenai *data Warehouse* dan database operasional.

2) Data yang terintegrasi

Sumber data yang ada dalam *data Warehouse* tidak hanya berasal dari *database* operasional (*internal source*) tetapi juga berasal dari data diluar sistem (*external source*). Data pada sumber berbeda dapat di-*encode* dengan cara yang berbeda.

3) Nonvolatile

Data dalam *database* operasional akan secara berkala atau periodik dipindahkan kedalam *data Warehouse* sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan. Misal perhari, perminggu, perbulan, dan lain sebagainya. Sekali masuk ke dalam *data Warehouse*, data adalah *read-only*.

4) Time-Variant

Sistem operasional mengandung data yang bernilai sekarang sedangkan data dalam *data Warehouse* mengandung data tidak hanya data terkini tetapi juga data *history* yang akan digunakan dalam analisis dan pengambilan keputusan. Waktu adalah dimensi penting yang harus didukung oleh semua *data Warehouse*. Data untuk analisis dari berbagai sumber berisi berbagai nilai waktu, misalkan harian, mingguan, dan bulanan.

5) Ringkas

Jika diperlukan, data operasional dikumpulkan ke dalam ringkasan-ringkasan.

6) Granularity

Pada sistem operasional data dibuat secara *real-time* sehingga untuk mendapatkan informasi langsung dilakukan proses *query*.

Pada data *Warehouse* pada menganalisis harus memperhatikan *level-of-detail* misalkan perhari, ringkasan perbulan, ringkasan per-tiga-bulan.

7) Tidak ternormalisasi

Data di dalam sebuah *data Warehouse* biasanya tidak ternormalisasi dan sangat redundan.

Data Warehouse mengandung beberapa elemen penting antara lain (Mallach, 2000):

- 1) Sumber data yang digunakan oleh *data Warehouse*, database transaksional dan sumber data eksternal.
- 2) Proses ETL (*Extraction, Transformation, Loading*) dari sumber data ke *database data Warehouse*.
- 3) Membuat suatu ringkasan atau *summary* terhadap *data Warehouse* misalkan dengan menggunakan fungsi agregat.
- 4) Metadata, metadata mengacu data tentang data. Metadata menguraikan struktur dan beberapa arti tentang data, dengan demikian mendukung penggunaan efektif atau tidak efektif dari data.
- 5) *Database data Warehouse*.
- 6) *Database* ini berisi data yang detail dan ringkasan data dari data yang ada di dalam *data Warehouse*. Karena *data Warehouse* tidak digunakan dalam proses transaksi individu, maka *databasenya* tidak perlu diorganisasikan untuk akses transaksi dan untuk pengambilan data, melainkan dioptimisasikan untuk pola akses yang berbeda di dalam analisis.
- 7) *Query Tools* yaitu dengan OLAP (*Online Analytical Processing*) dan *data mining*.

Tool untuk *query* ini meliputi antarmuka pengguna akhir dalam mengajukan pertanyaan kepada *database*, dimana proses ini disebut sebagai *On-line Analytical Processing (OLAP)*. *Tool* ini juga terdiri dari *tool* otomatis yang menemukan pola-pola di dalam data, yang sering disebut sebagai *data mining*. *Data Warehouse* harus memiliki salah satu dari kedua tipe ini atau malah keduanya.

- 8) *User*, merupakan pengguna yang memanfaatkan *data Warehouse* tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis dan Perancangan

3.1.1 Analisis Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah basisdata perpustakaan Universitas Bina Darma. Dalam database yang ada berisi informasi mengenai koleksi-koleksi buku, data peminjaman dan pengembalian buku yang tersedia pada perpustakaan.

a. Metode Perancangan

Metodologi perancangan *Data Warehouse* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *Nine-Step Methodolty* (Kimball, 2002). Dalam metode ini terdapat Sembilan langkah dalam merancang sebuah *Data Warehouse*, yaitu *choosing the process, choosing the grain, identifying and conforming the dimensions, choosing the fact,*

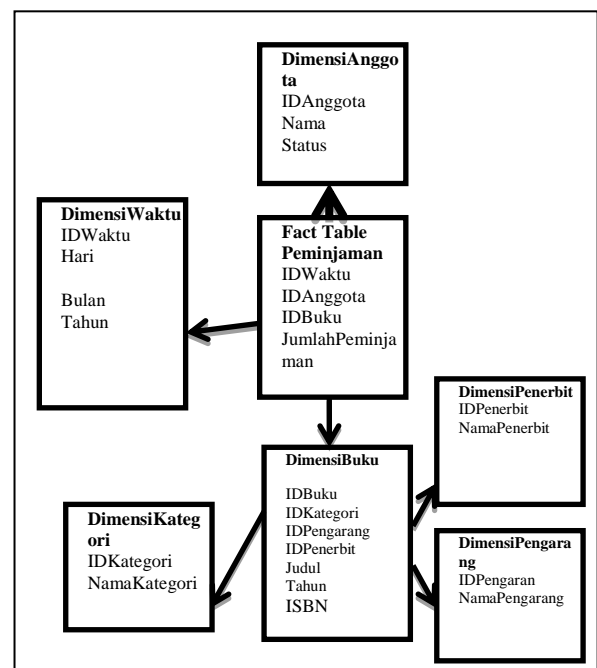
storing pre-calculation in the fact table, rounding out the dimension tables, choosing the duration of database, tracking slowly changing dimension, dan deciding the query priorities and the query models.

3.1.2 Perancangan Data Warehouse

Perancangan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa langkah, antara lain:

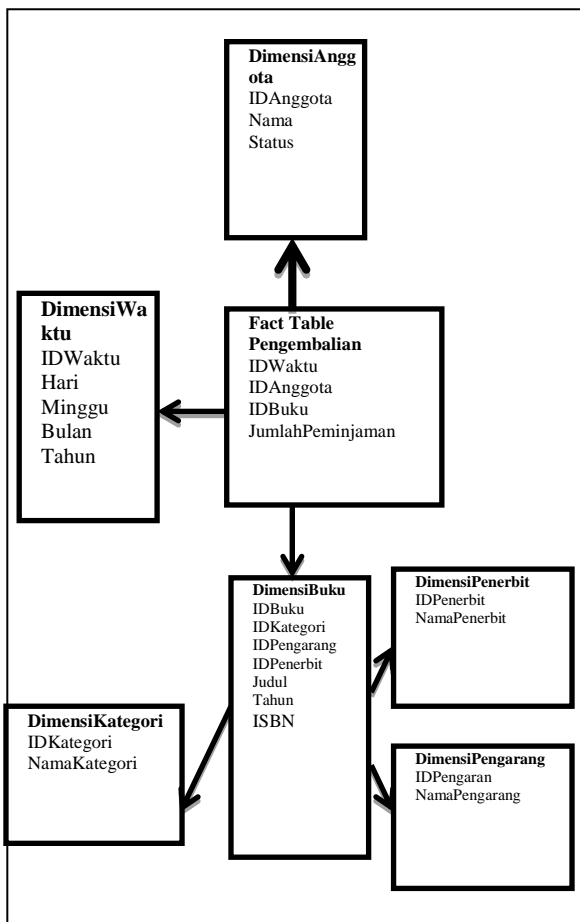
- a. Memilih Proses. Proses bisnis yang terjadi dalam perpustakaan Bina Darma meliputi: penyerahan bebas pustaka, pembelian buku, pendaftaran anggota, peminjaman buku, pengembalian buku.
- b. Memilih Grain (*Choosing The Grain*). Proses ini dilakukan setelah diketahui proses bisnis yang terjadi. Grain ini nantinya akan dijadikan sebagai *fact table* dalam *Data Warehouse*. Berdasarkan proses bisnis yang telah didefinisikan, grain yang dihasilkan meliputi, jumlah buku, jumlah mahasiswa, jumlah dosen dan jumlah buku yang dipinjam.
- c. Mengidentifikasi dan Penyesuaian Dimensi (*Identifying and Conforming The Dimensions*). Langkah ketiga dalam perancangan *Data Warehouse* yaitu identifikasi dimensi yang berhubungan dengan tabel fakta. Dari hasil identifikasi maka dapat ditentukan dimensi yang terlibat meliputi: 1) *Dimensi mahasiswa*, Dimensi mahasiswa merupakan mahasiswa yang melakukan peminjaman koleksi buku yang ada dalam perpustakaan. Grain yang berhubungan dengan dimensi ini adalah jumlah mahasiswa keseluruhan dan jumlah mahasiswa berdasarkan fakultas atau program

- studi, 2) *Dimensi dosen*, Dimensi dosen merupakan dosen yang melakukan peminjaman koleksi buk yang ada dalam perpustakaan. Grain yang berhubungan dengan dimensi ini meliputi jumlah dosen keseluruhan dan jumlah dosen berdasarkan fakultas atau program studi, 3) *Dimensi buku*, Dimensi buku merupakan koleksi buku yang tersedia dalam perpustakaan, dimensi buku juga memiliki hirari kategori, pengarang dan penerbit buku. Grain yang berhubungan dengan dimensi ini meliputi jumlah buku keseluruhan, jumlah buku keseluruhan dan jumlah buku berdasarkan kategori buku, 4) *Dimensi waktu*, Dimensi waktu merupakan waktu terjadinya transaksi peminjaman buku dan pengembalian buku. Grain yang terlibat dalam dimensi ini meliputi jumlah peminjaman buku dan pengembalian buku.
- d. Memilih Fakta (*Choosing The Fact*). Langkah berikutnya adalah memilih *fact table* berdasarkan pemilihan grain sebelumnya.



Gambar 1. Fact Table Peminjaman

Tabel fakta yang didapat dari analisis terdiri fakta peminjaman dan fakta pengembalian. Rancangan *fact table* yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah *fact table* peminjaman dan *fact table* pengembalian buku. Tabel fakta peminjaman dan tabel fakta pengembalian merupakan tabel transaksi yang berisikan atribut-atribut kunci yang berasal dari tabel-tabel dimensi yang telah di buat sebelumnya. Model tabel yang fakta yang digunakan menerapkan konsep model snow flake. Skema ini memiliki percabangan pada tabel dimensinya dan biasanya dioptimalkan karena pertimbangan ruang penyimpanan. Gambar *fact table* peminjaman dan *fact table* pengembalian buku dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 2. Fact Table Pengembalian

- e. Menyimpan *pre-Calculation* dalam Tabel Fakta (*Storing Pre-Calculation in The Fact Table*). Agregasi pada tabel fakta peminjaman adalah total jumlah peminjaman buku berdasarkan waktu (hari, minggu, bulan dan tahun) dan agregasi fakta pengembalian buku adalah total pengembalian berdasarkan waktu (hari, minggu, bulan dan tahun)
- f. Melengkapi Tabel Dimensi (*Rounding Out The Dimension Tables*). Tabel dimensi beserta atributnya meliputi:

Tabel 1. Dimensi Buku

Field	Size	Keterangan
IDBuku	Varchar (10)	Nomor Identitas buku
IDKategori	Varchar (10)	Nomor Identitas Kategori
IDPengarang	Varchar (10)	Nomor Identitas Pengarang
IDPenerbit	Varchar (10)	Nomor Identitas Penerbit
Judul	Varchar (100)	Judul Buku
Tahun	Varchar (4)	Tahun terbit
ISBN	Varchar (30)	Nomor ISBN

Tabel 2. Dimensi Kategori

Field	Type	Keterangan
Idkategori	Varchar (10)	Nomor Identitas Kategori
NamaKategori	Varchar (30)	Kategori Buku (Ilmu, Komputer, Ekonomi, Sosial, Budaya)

Tabel 3. Dimensi Pengarang

Field	Type	Keterangan
IDPengarang	Varchar (10)	Nomor Identitas Pengarang
NamaPengarang	Varchar (40)	Nama Pengarang Buku

Tabel 4. Dimensi Penerbit

Field	Type	Keterangan
IDPenerbit	Varchar (10)	Nomor Identitas Penerbit
NamaPenerbit	Varchar (40)	Nama Pengarang Buku

Tabel 5. Dimensi Anggota

Field	Type	Keterangan
IDAnggota	Varchar (10)	Nomor Identitas Anggota
Status	Varchar (10)	Dosen atau Mahasiswa

Tabel 6. Dimensi Waktu

Field	Type	Keterangan
IDWaktu	Varchar (10)	Nomor Identitas Waktu
Hari	Date	Tanggal Peminjaman
Minggu	Varchar (10)	Mingguan
Bulan	Varchar (10)	Bulanan
Tahun	Varchar (10)	Tahunan

g. Pemilihan Durasi Database (*Choosing The Duration of Database*). Dalam perancangan *Data Warehouse* perpustakaan ini durasi waktu yang digunakan selama 3 tahun. Data yang disimpan dalam *Data Warehouse* ini nantinya merupakan data tiga tahun terakhir.

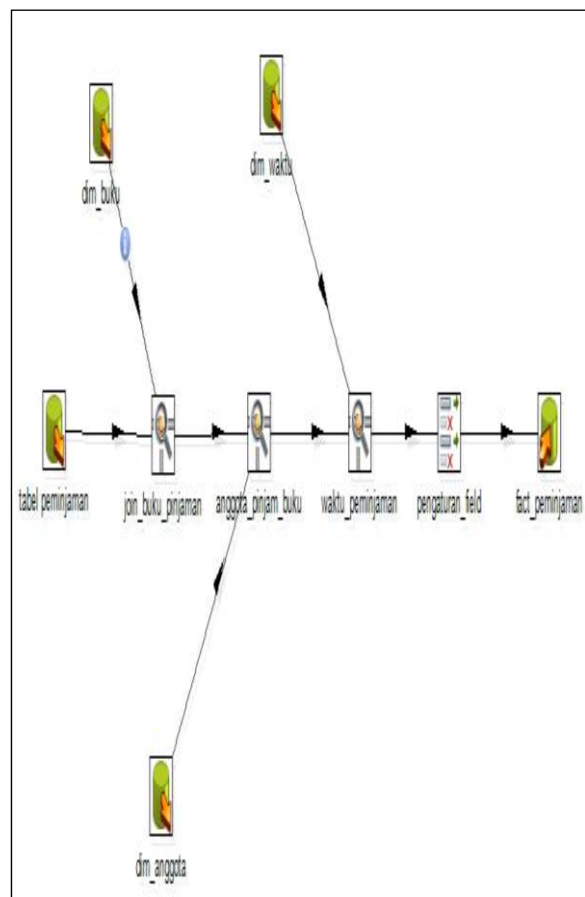
3.2 Implementasi Pentaho

3.2.1 Fact Peminjaman Buku

Tools pentaho atau *kettle* digunakan untuk melakukan proses pembentukan tabel dimensi dan tabel fakta. *kettle* merupakan tools yang dapat digunakan untuk proses ETL (*Extract Transform and Load*). Pada gambar 3 menunjukkan proses pembentukan tabel fakta peminjaman buku. Pada proses pembentukan

tabel fakta ini akan melibatkan beberapa tabel dimensi seperti, tabel dimensi buku, tabel dimensi waktu dan tabel dimensi anggota. tabel-tabel dimensi ini merupakan tabel detail yang menjelaskan informasi *foreign key* yang ada di tabel fakta.

Kolom-kolom yang ada dalam tabel dimensi ini dibuat secara hirarki sehingga memudahkan dalam proses *query*. Sedangkan tabel fakta berisi berbagai nilai agregasi yang menjadi dasar pengukuran (*measure*) serta beberapa *key* yang terkait ke tabel dimensi yang akan menjadi sudut pandang dari *measure* tersebut. *Measure* merupakan sebuah kolom bernilai numerik yang dapat dilakukan proses agregasi seperti *sum*, *max*, *avg* dan lain-lain.



Gambar 3. Pembentukan Fact Tabel Peminjaman

Gambar 3 merupakan tahapan-tahapan dalam pembentukan tabel Fact Peminjaman. Dalam lembar kerja pada gambar terdapat beberapa step yang digunakan untuk melakukan proses *Extract Transform* dan *Load* (ETL). Komponen-komponen kettle yang digunakan dalam pembentukan fact tabel peminjaman terdiri dari *step input*, *step stream lookup*, *step select values* dan *step output*.

Tahap pertama yang dilakukan adalah meletakkan beberapa *step* dalam *kettle* yang digunakan untuk menghubungkan ke beberapa tabel dimensi yang terlibat dalam pembentukan tabel fakta peminjaman, istilah ini disebut dengan ekstraksi data. Langkah berikutnya adalah melakukan proses integrasi terhadap tabel-tabel yang terlibat seperti tabel peminjaman, dimensi anggota, dimensi buku dan dimensi waktu. Pada proses integrasi data juga terdapat proses transformasi yang digunakan untuk melakukan proses perubahan tipe data dan nama kolom jika diperlukan.

Tabel peminjaman merupakan tabel yang berisikan informasi mengenai peminjaman buku, tabel dimensi anggota merupakan tabel yang terbentuk dari tabel anggota yang berisikan informasi mengenai anggota perpustakaan, tabel dimensi buku adalah tabel yang berasal dari tabel buku yang berisikan informasi buku yang tersedia di perpustakaan, dan tabel dimensi waktu merupakan tabel yang berisikan data mengenai hirarki waktu yang terdiri dari tahun, bulan, semester, quarter, dan tanggal.

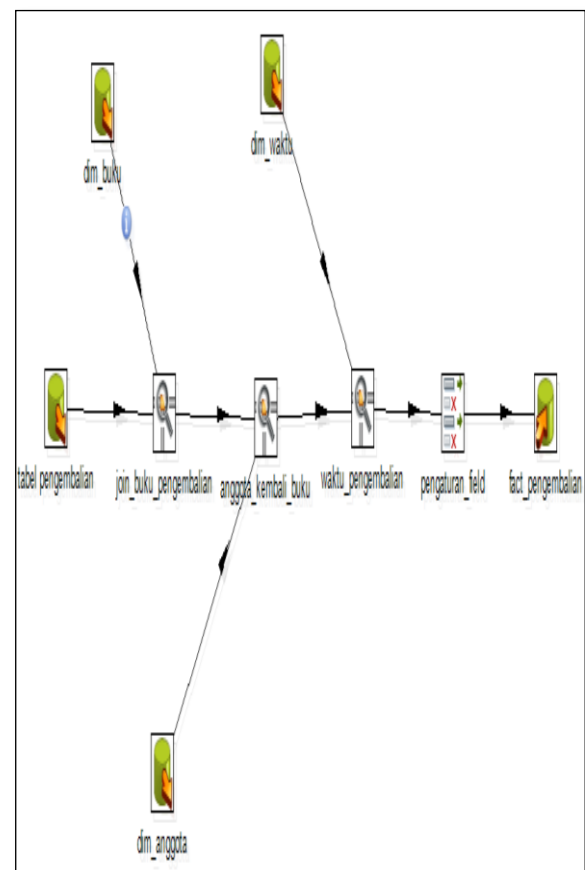
Langkah terakhir adalah pembentukan tabel fakta peminjaman yang dihasilkan dari penggabungan antara tabel peminjaman, tabel

dimensi anggota, tabel dimensi buku dan dimensi waktu.

Tabel fakta ini berisikan kumpulan *foreign key-foreign key* yang menghubungkan ke tabel dimensi dan beberapa kolom yang dapat diukur (*measure*).

3.2.2 Fact Pengembalian Buku

Setelah tabel fact peminjaman terbentuk berikutnya adalah tahapan pembentukan tabel fakta pengembalian_buku juga menggunakan *tools pentaho (kettle)*. Proses pembentukan tabel fakta pengembalian_buku melibatkan beberapa tabel dimensi seperti tabel dimensi buku, tabel dimensi anggota dan tabel dimensi waktu.



Gambar 4. Pembentukan Fact Tabel Pengembalian

Pada gambar 4 tahap pertama yang dilakukan adalah membuat beberapa *step* dalam *kettle* yang digunakan untuk menghubungkan ke beberapa tabel dimensi yang terlibat dalam pembentukan tabel fakta pengembalian istilah ini disebut dengan ekstraksi data.

Pada tahap ini akan dilakukan proses integrasi terhadap tabel-tabel yang terlibat seperti tabel pengembalian, dimensi anggota, dimensi buku dan dimensi waktu. Proses integrasi ini menggunakan *step stream lookup* yang ada dalam pentaho. Penggabungan antar tabel ini dapat dilakukan karena pada masing-masing tabel yang berelasi terdapat kolom kunci yang digunakan sebagai kunci penghubung antar tabel yang berelasi.

Langkah terakhir adalah pembentukan tabel fakta pengembalian_buku yang dihasilkan dari penggabungan antara tabel peminjaman, tabel dimensi anggota, tabel dimensi buku dan tabel dimensi waktu. Tabel fakta ini merupakan tabel transaksi yang berisikan kolom-kolom kunci yang berasal dari tabel-tabel dimensi yang berguna untuk mendapatkan informasi detail dari tabel-tabel dimensi.

Proses pembentukan tabel fakta peminjaman dan fakta pengembalian_buku bertujuan untuk membentuk sebuah data warehouse yang dapat digunakan untuk menyimpan data peminjaman buku dan data pengembalian buku perpustakaan.

4. SIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini meliputi:

- 1) Penelitian ini menghasilkan sebuah rancangan data *Warehouse* perpustakaan yang dapat digunakan oleh perpustakaan Universitas Bina Darma dalam menyimpan data-data perpustakaan.
- 2) Implementasi dari perancangan *Data Warehouse* dapat diterapkan dalam menyimpan koleksi-koleksi yang ada dalam perpustakaan.
- 3) Dengan adanya perancangan data warehouse ini akan mempermudah dalam pengembangan aplikasi-aplikasi pengambilan keputusan perpustakaan karena sudah tersedianya rancangan penyimpanan data dalam bentuk data warehouse perpustakaan.
- 4) *Data Warehouse* yang telah dibangun dapat digunakan pihak yang berkepentingan untuk dapat digunakan kembali dalam pengembangannya menggunakan perangkat lunak tertentu dalam menghasilkan sebuah informasi untuk pengambilan keputusan.
- 5) Standar perancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *snow flake schema*, penggunaan skema ini terbukti dapat meningkatkan performa dan kemudahan dalam penterjemahan ke sistem OLAP.

DAFTAR RUJUKAN

- Inmondan, William H., dan Richard D. Hackathorn. 1994. *Using the Data Warehouse*. John Wiley & Son's. United State.
- Kimball, Ralph, and Margy Ross. 2002. *The Data Warehouse Toolkit: the Complete guide to Dimensional Modelling*. Wiley. United State.
- Mallach, Efrem G. 2000. *Decision Support and Data Warehouse Systems*. Irwin McGraw Hill. Singapore.
- Vidette Poe, 1997. *Building A Data Warehouse for Decision Support (2nd Edition)*, Prentice Hall. United State.
- Wibisono, Yudi., 2012, *Modul Pengantar Pentaho Kettle*. Ilmu Komputer. UPI. Bandung.