

## PEMBANGUNAN SISTEM *METADATA* SEBAGAI INFORMASI DATA DALAM PEMBUATAN *DATA MART* PADA PANGKALAN DATA MAHASISWA DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Kholis Arohman<sup>1\*</sup>, Slamet Riyadi<sup>2\*</sup>, Eko Prasetyo<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jalan Lingkar Selatan, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

\*Email: kholis.arohman.2011@ft.umy.ac.id, riyadi@umy.ac.id, eko.prasetyo@umy.ac.id

### Abstrak

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta akan mengembangkan sistem data warehouse atau pangkalan data yang menyediakan data tentang mahasiswa. Kendala yang muncul adalah tidak adanya metadata dalam perancangan data mart pada pangkalan data. Oleh karena itu, artikel ini merancang sebuah sistem metadata sebagai informasi data dan referensi dalam pembuatan data mart pada pangkalan data. pembangunan sistem ini menggunakan metode pengembangan perangkat lunak System Development Live Cycle (SDLC) Waterfall. Hasil penelitian ini berupa sistem metadata yang dapat memberikan informasi tentang data seperti nama kolom, nama tabel, tipe data, panjang data, aliran data, definisi data, struktur data kolom, profil data tabel, tipe kolom, tipe tabel, struktur data store, data quality rules, dan data warehouse user. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sistem metadata yang telah dibangun dapat memberikan informasi data bagi pengguna dan pengembang, dapat menjadi referensi dalam pembuatan data mart pada pangkalan data, dan dapat menjadi pertimbangan bagi pengembang dalam melakukan perubahan data mart dan source system untuk mengoptimalkan database system yang telah ada.

**Kata kunci:** data mart, informasi data, metadata, pangkalan data

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Pemanfaatan teknologi informasi saat ini sangatlah beragam, salah satunya adalah untuk mendukung pengambilan keputusan atau strategi. Sistem pendukung pengambilan keputusan dan strategi menggunakan teknologi yang disebut *data warehouse* atau pangkalan data. Teknologi ini merupakan sarana dalam memberikan ketersediaan data yang terintegrasi, *database* berorientasi subjek yang dirancang untuk menyediakan informasi yang diperlukan untuk pengambilan keputusan (Rainardi, 2008).

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY) merupakan salah satu universitas swasta yang ada di Indonesia. UMY akan membangun pangkalan data yang menyediakan data tentang mahasiswa. Secara keseluruhan pangkalan data berisi *data mart*, dan kumpulan beberapa *data mart* jika digabungkan akan menjadi pangkalan data. *Data mart* merupakan sebuah bagian atau subset dari pangkalan data yang mendukung kebutuhan informasi dari suatu departemen atau fungsi bisnis tertentu. Dalam pangkalan data, informasi mengenai data disimpan dalam *metadata*. *Metadata* adalah sebuah komponen penting dalam pangkalan data. *Metadata* memungkinkan pengguna untuk menavigasi beberapa kemungkinan. Ketika pengguna ingin menggunakan pangkalan data yang tidak memiliki *metadata*, maka pengguna tidak tahu darimana untuk memulai analisa, pengguna harus memahami data terlebih dahulu, kemudian baru melakukan analisa. Dengan adanya *metadata*, pengguna dapat dengan cepat mencari data yang penting atau menentukan data yang dicari ada dalam pangkalan data atau tidak (Inmon, 2008).

*Metadata* bertindak sebagai indeks untuk isi dari pangkalan data. Dikarenakan belum adanya *metadata* dalam pembangunan *data mart* pada pangkalan data di UMY, maka akan ada masalah-masalah yang muncul seperti paragraf sebelumnya, selain itu pengembang atau *developer* tidak memiliki referensi dalam pembuatan *data mart*, seperti aturan tipe data, panjang data, nama tabel, nama kolom dan aliran data. Guna memudahkan pengembang dan pengguna dalam mengetahui informasi yang terdapat didalam *data mart* pada pangkalan data, mempermudah pencarian data, dan dapat mengetahui dengan cepat data yang dicari ada atau tidak dipangkalan data. Oleh karena itu akan dibangun sistem *metadata* sebagai informasi tentang data pada pangkalan data UMY.

### 1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, perumusan masalah yang diangkat adalah bagaimana membangun sistem *metadata* yang dapat digunakan untuk mengetahui informasi tentang data yang terdapat di *data mart* pada pangkalan data.

### 1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan membangun sistem *metadata* adalah sebagai informasi data bagi pengguna dan sebagai referensi dalam pembuatan *data mart* pada pangkalan data. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sistem yang dibangun dapat digunakan sebagai pengolahan informasi tentang data (*metadata*) bagi pengguna dan pengembang.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Studi Literatur

Penelitian mengenai *metadata* dipangkalan data yang serupa sudah pernah dilakukan sebelumnya, yaitu penelitian yang berjudul “PERANCANGAN SISTEM METADATA UNTUK DATA WAREHOUSE DENGAN STUDI KASUS REVENUE TRACKING PADA PT. TELKOM DIVRE V JAWA TIMUR”. Dalam mengembangkan sistem *metadata* penelitian ini mengimplementasi *web service* dalam sistem *metadata* menggunakan *Framework Microsoft.NET*. dalam penelitian ini dilakukan uji coba terhadap *metadata* yang dibuat dengan aplikasi yang memanfaatkan *metadata*. Dengan sistem *metadata* ini dapat dibentuk aplikasi sistem pendukung keputusan yang lain seperti aplikasi *OLAP* dan sistem pengolahan *metadata* (Aby Herwendo, 2010).

Penelitian lain yang berhubungan dengan *metadata* pada pangkalan data yaitu “A Conceptual Metadata Framework for Spatial Data Warehouse”. Penelitian ini menyajikan kerangka *metadata* holistik yang mendorong penciptaan *metadata* untuk pangkalan data. Secara teoritis, kerangka *metadata* yang diusulkan meningkatkan efisiensi dalam mengakses data dan dalam menanggapi pertanyaan-pertanyaan yang muncul dari *programmer* ataupun *database administrator*. Dengan kata lain, kerangka yang diusulkan mengurangi waktu *respon query* dan informasi yang akurat diambil dari pangkalan data termasuk informasi spasial (Laximaiah & Govardhan, 2013).

Dari beberapa hasil penelitian diatas yang telah dilakukan oleh beberapa orang dengan menggunakan metode yang berbeda-beda, maka dalam penelitian ini akan dibuat sebuah sistem *metadata* sebagai informasi tentang data pada pangkalan data. Dalam membuat sistem dalam penelitian ini, peneliti menggunakan *metadata* yang dikembangkan oleh Vincent Rainardi. *Metadata* dibagi menjadi tujuh jenis *metadata* yaitu *metadata* tentang definisi dan pemetaan data, *metadata* tentang struktur data, *metadata* tentang sistem sumber data, *metadata* tentang proses *ETL* data, *metadata* tentang kualitas data, *metadata* tentang audit dan penggunaan data. Dalam membangun sistem *metadata* pada pangkalan data ini, peneliti menggunakan *SDLC waterfall methodology*, keuntungan menggunakan metode ini adalah proses menjadi teratur, urutan proses pengerjaan menggunakan metode ini lebih teratur dari satu tahap ke tahap yang selanjutnya. Dari sisi pengguna juga lebih menguntungkan karena dapat merencanakan dan menyiapkan seluruh kebutuhan data dan proses yang diperlukan. Jadwal setiap proses dapat ditentukan secara pasti, sehingga dapat dilihat jelas target penyelesaian pengembangan sistem yang akan dibangun. Dengan adanya urutan yang pasti, dapat dilihat pula progress untuk setiap tahapan.

Perbedaan sistem ini dengan penelitian atau sistem sebelumnya adalah sistem yang dibangun memiliki beberapa jenis *metadata* yang dikembangkan oleh Vincent Rainardi. Selain itu perbedaan lainnya adalah dalam pembangunan sistem, sistem ini menggunakan *SDLC waterfall methodology*.

### 2.2 Data Warehouse atau Pangkalan Data

Pangkalan data adalah sebuah kumpulan data yang terintegrasi, *database* berorientasi subjek yang dirancang untuk menyediakan informasi yang diperlukan untuk pengambilan keputusan. Biasanya menyimpan sejarah data dan *queried* untuk *business intelligence* atau aktivitas analisis lainnya. Hal ini biasanya diperbarui dalam sekumpulan data, tidak dalam setiap kali transaksi yang terjadi dalam sistem sumber (Inmon, 2005).

**2.3 Data Mart**

*Data mart* adalah sebuah bagian atau subset dari pangkalan data yang mendukung kebutuhan informasi dari suatu departemen atau fungsi bisnis tertentu (Connolly & Begg, 2005). Tabel 1 menunjukkan perbedaan antara pangkalan data dan *data mart*. Secara keseluruhan pangkalan data berisi *data mart*, dan kumpulan beberapa *data mart* jika digabungkan akan menjadi pangkalan data (Ponniah, 2004).

**Tabel 1. Perbedaan Pangkalan Data dan Data Mart**

Pangkalan data	Data Mart
Biasanya di implementasikan di perusahaan <i>enterprise</i>	Biasanya di implementasikan dalam departemen
Gabungan dari <i>data mart</i>	Sebuah proses bisnis tunggal
Data yang di terima dari <i>staging area</i>	<i>Start-Join</i> (fakta & dimensi)
<i>Query</i> pada <i>presentation resources</i>	Teknologi yang optimal untuk akses data dan analisis
Struktur untuk perusahaan melihat data	Struktur sesuai pandangan data departemen
Diselenggarakan pada model <i>E-R</i>	

**2.4 Metadata**

*Metadata* adalah salah satu komponen penting dari lingkungan pangkalan data. *Metadata* memungkinkan pengguna akhir atau analisis *decision suport system* atau *DSS* untuk menavigasi kemungkinan. Dengan kata lain, ketika pangkalan data tidak ada *metadata*, pengguna tidak tahu di mana untuk memulai analisis. Pengguna harus menyelidiki pangkalan data untuk mengetahui data apa yang ada dan data apa yang tidak ada dan hal tersebut cukup memakan waktu. Tidak ada jaminan bahwa pengguna akan menemukan data yang benar atau benar menafsirkan data yang dihadapi. Dengan bantuan *metadata*, bagaimanapun, pengguna akhir dapat dengan cepat mengakses data yang diperlukan atau mengetahui bahwa data yang dicari tidak ada (Inmon, 2005).

**2.5 Star Schema**

*Star schema* adalah struktur logikal yang memiliki sebuah tabel fakta berisi data aktual yang ditempatkan di tengah, dikelilingi oleh tabel dimensi berisi data acuan. Selain itu *star schema* memudahkan pengguna akhir untuk memahami struktur *database* pada pangkalan data yang dirancang (Conolly & Begg, 2010).

**2.6 Arsitektur Aliran Data NDS + DDS**

Pangkalan data memiliki empat arsitektur aliran data, yaitu *single DDS*, *NDS + DDS*, *ODS + DDS*, dan *Federated data warehouse*. Di dalam arsitektur *NDS + DDS* terdapat tiga data *store* yaitu *stage*, *NDS* dan *DDS*. Arsitektur ini mirip-mirip dengan *single DDS* bedanya hanya pada *NDS + DDS* terdapat normalisasi data *store* sebelum dimuat ke dalam *DDS*. Tujuan dari adanya *NDS* ini adalah pertama, *NDS* mengintegrasikan data dari beberapa sistem sumber. Kedua, *NDS* mampu memuat data ke dalam beberapa *DDS*.

Keuntungan dari *NDS + DDS* adalah pembuatan ulang dari *main DDS* akan sangat mudah, karena *NDS* bertindak sebagai *master data store* yang berisi tentang set data yang lengkap dan karena *DDS ETL* terparameterisasi. Hal ini memungkinkan untuk membuat *static data store* yang terpisah untuk tujuan analisis. Keuntungan kedua dari arsitektur ini adalah kemudahan untuk memaintain master data dalam *normalized store* seperti *NDS* dan memublishnya (Rainardi, 2008).

**2.7 Metodologi Pengembangan SDLC Waterfall**

Dalam metode *waterfall*, terdapat langkah-langkah tertentu yang harus dicapai satu cara demi satu cara, dan dalam urutan tertentu, seperti pergi menuruni tangga atau seperti

air terjun bertingkat. Ada banyak variasi dari langkah-langkah yang terapat di mtode ini. Namun secara umum langkah-langkah tersebut adalah Analisis kebutuhan, arsitektur, desain, pengembangan sistem, dan pengujian.

### **3. METODE PELAKSANAAN**

#### **3.1 Perangkat Lunak yang Digunakan**

Penelitian ini menggunakan beberapa perangkat lunak dalam pelaksanaannya, yaitu sebagai berikut :

1. *SQL Server Management 2014*
2. *Microsoft Excel 2013*
3. *DBDesigner4*

#### **3.2 Langkah Penelitian**

##### **3.2.1 Studi Literatur**

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan informasi yang diperlukan untuk perancangan sistem yang akan dikembangkan. Informasi yang terdapat distudi literatur diperoleh dengan membaca literatur ataupun jurnal-jurnal yang berhubungan dengan *metadata*, seperti dasar-dasar teori, penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dokumentasi penggunaan *tool* dalam pengembangan *metadata*, dan jurnal-jurnal teknologi.

##### **3.2.2 Penentuan Metode Pengembangan Sistem**

Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah beberapa jenis *metadata* yang dikembangkan oleh Vincent Rainardi dan beberapa tahap *SDLC Waterfall Methodology* yaitu menganalisis kebutuhan, menentukan arsitektur, perancangan desain, pengembangan sistem dan yang terakhir adalah pengujian. Alasan menggunakan metode yang dikembangkan Rainardi adalah karena metode ini membagi *metadata* menjadi tujuh jenis bagian dan menjelaskan kedua metode *NDS* dan *ODS* beserta contoh *SQL Server* sehingga mudah dipahami.

##### **3.2.3 Analisis Kebutuhan**

Tahap ini dilakukan analisis lebih dalam mengenai kebutuhan yang diperlukan. Data diperoleh dari bahan penelitian berupa data primer dan data sekunder. Data yang telah dikumpulkan sebelumnya akan dijadikan sebagai masukan dalam proses analisis terhadap kebutuhan pembangunan sistem seperti pengumpulan informasi mengenai aturan-aturan yang ada dan dari sistem yang telah ada.

##### **3.2.4 Arsitektur**

Pada tahap ini dilakukan penentuan arsitektur yang akan digunakan, arsitektur yang dimaksud adalah sekumpulan aturan atau struktur yang menyediakan *framework* untuk keseluruhan desain dari sistem yang akan digunakan.

##### **3.2.5 Desain Sistem**

Pada tahap ini adalah melakukan desain *ER- Diagram* dari sistem yang akan dikembangkan. Mendesain model data berupa notasi grafis dalam pemodelan data konseptual yang menggambarkan hubungan antara penyimpanan satu dengan penyimpanan yang lain.

##### **3.2.6 Pengembangan Sistem**

Tahap pengembangan sistem adalah tahap untuk pembangunan sistem *metadata* pada pangkalan data yang dirancang sesuai analisis kebutuhan. Pada tahap ini diperlukan Desain *ER-Diagram* untuk memudahkan dalam menterjemahkan desain ke dalam bentuk *database schema*.

##### **3.2.7 Pengujian**

Tahap pengujian sistem *metadata* dilakukan dengan cara membandingkan informasi yang ada di *metadata* atau referensi yang ada disistem *metadata* dengan *data mart* yang telah dibangun

pada pangkalan data. pengujian tersebut dilakukan untuk memastikan kepatuhan atau kesesuaian *data mart* dengan struktur data kolom pada sistem *metadata*.

#### 4. HASIL dan PEMBAHASAN

##### 4.1 Analisis Kebutuhan

Dalam perancangan sistem *metadata* ini, informasi mengenai apa yang dibutuhkan dalam sistem sangatlah diperlukan. Informasi didapatkan melalui interview ke beberapa biro yang ada di UMY, diskusi dengan tim pengembang, dan *database system* yang telah ada. Berikut ini merupakan analisis kebutuhan sistem *metadata* untuk pembuatan *data mart* pada pangkalan data :

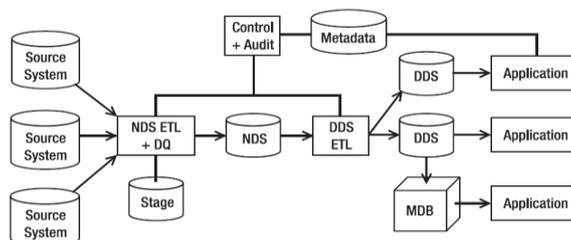
1. Penjelasan mengenai aliran data
2. Kualitas data harus dideskripsikan
3. Penjelasan mengenai *data warehouse user*
4. Definisi data pada *data mart*
5. Deskripsi dari tabel *metadata*
6. Profil data tabel seperti jumlah baris dan jumlah kolom
7. Struktur data kolom pada *data mart* seperti nama kolom, tipe data, dan panjang *field*
8. Struktur data *store* atau penyimpanan data pada pangkalan data
9. Struktur data tabel seperti nama tabel, dan tempat penyimpanan tabel
10. Tipe kolom, lokasi kolom dan deskripsi mengenai tipe kolom
11. Tipe tabel dan deskripsi tipe tabel
12. Tabel 2 menunjukkan sebagian dari kebutuhan maksimum *field* yang ada di setiap kolom pada tabel. Maksimum *field* ini didapatkan dari *database system* yang telah ada.

**Tabel 2. Maksimum Panjang Data yang Dibutuhkan**

Nama_kolom	Maksimal Panjang Data
STUDENTID	11
mahasiswa_key	5
agama_key	1
CLASSPROG_KEY	1
FAKULTAS_KEY	2
PROGRAM_STUDI_KEY	2
STATUS_TERDAFTAR_KEY	1
STATUS_TRANSFER_KEY	1

##### 4.2 Arsitektur

Pada arsitektur yang digunakan ini, *metadata* bertindak sebagai indeks untuk isi data mart pada pangkalan data, dari proses *staging, normalize, extract, transforming, dan loading* ke *DDS*. Gambar 1 menunjukkan arsitektur dari *NDS + DDS*.

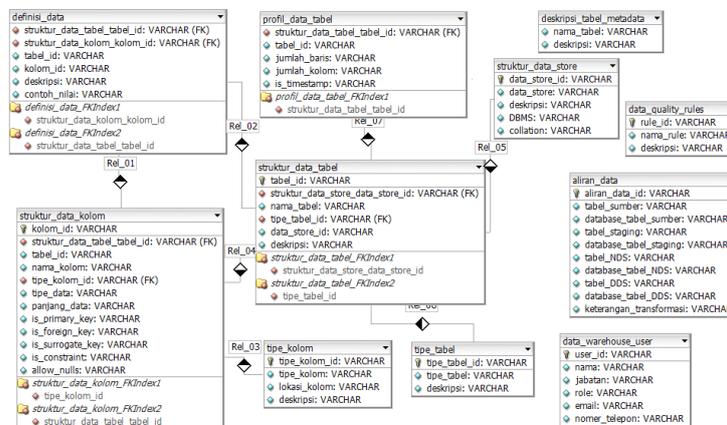


**Gambar 1. NDS + DDS data flow architecture**

##### 4.3 Desain Sistem

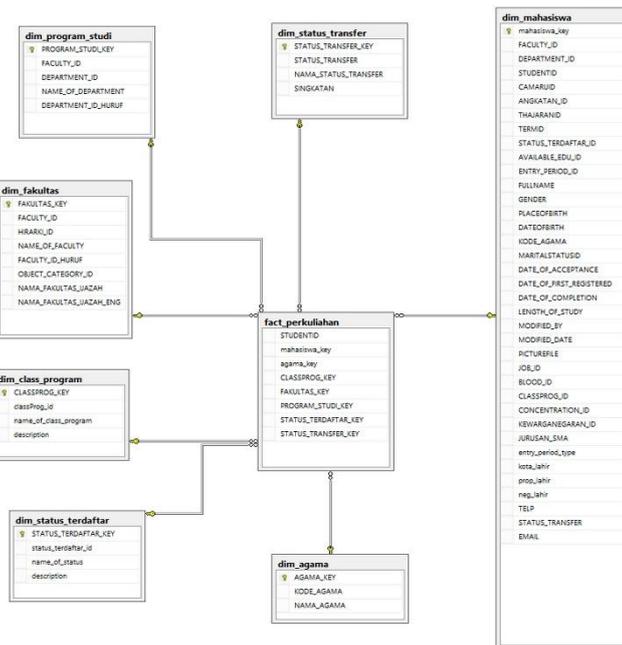
Setelah mendapatkan analisis kebutuhan tahap selanjutnya adalah mendesain *ER-Diagram* untuk sistem *metadata*. Desain *ER-Diagram* diturunkan dari analisis kebutuhan. Gambar 2 menunjukkan *ER-Diagram* sistem *metadata*. *ER-Diagram* berisi tabel-tabel seperti definisi\_data,

struktur\_data\_kolom, profil\_data\_tabel, struktur\_data\_tabel, tipe\_kolom, tipe\_tabel, deskripsi\_tabel\_metadeta, struktur\_data\_store, data\_quality\_rules, aliran\_data, data\_warehouse\_user dan relasi antar tabel.



Gambar 2 ER-Diagram sistem metadata

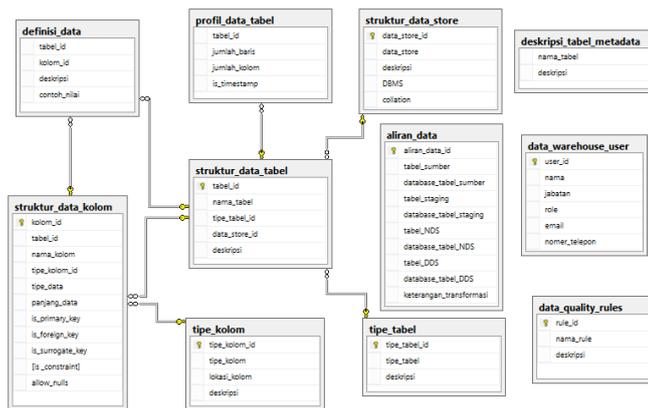
Gambar 3 menunjukkan rancangan data mart Mahasiswa berupa star schema. Metadata digunakan dalam perancangan data mart ini, peran metadata dalam rancangan ini adalah sebagai informasi data dan referensi dalam pembuatan data mart pada pangkalan data.



Gambar 3. Diagram Relasi DDS

#### 4.4 Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem ini dibangun sesuai dengan analisis kebutuhan, diagram relasi DDS, dan ER-diagram yang telah didesain. Dari ER-diagram yang telah didesain, sistem dikembangkan dan diimplementasikan didalam database metadata. output yang dihasilkan berupa database schema seperti gambar 4.



Gambar 4. Schema diagram metadata

Tahap selanjutnya adalah menyimpan informasi data yang ada di *data mart* pada pangkalan data. Informasi tersebut disimpan didalam tabel-tabel yang ada di *database metadata*. informasi tersebut berguna untuk membantu pengembang dan pengguna dalam menemukan informasi yang ada di *data mart* pada pangkalan data, dan sebagai referensi pembuatan *data mart*. Gambar 5 dan 6 menunjukkan sebagian dari contoh informasi data yang tersimpan didalam sistem *metadata*. Informasi yang terdapat di Gambar 5 didapatkan dari *database system* yang telah ada, informasi yang ada dapat menjadi referensi dalam pembuatan *data mart*. untuk tipe data dan panjang data didapatkan dari analisis kebutuhan dan sesuai isi dari kolom pada tabel yang ada pada *source system*. Penentuan tipe data dan panjang data merupakan suatu hal yang penting, karena berpengaruh dalam pengoptimalan *source system* dan *data mart* serta alokasi memori yang dibutuhkan oleh *data mart*. Informasi pada gambar 6 memperlihatkan nama tabel id tipe tabel, id *data store* dan deskripsi tabel yang ada di *data mart* pada pangkalan data.

kolom_id	tabel_id	nama_kolom	tipe_kolom_id	tipe_data	panjang_data	is_primary_key	is_foreign_key	is_surrogate_key	is_constraint	allow_nulls
K01	T01	STUDENTID	TK02	bigint	11	N	Y	Y	N	Y
K02	T01	mahasiswa_key	TK01	bigint	5	N	Y	Y	Y	Y
K03	T01	agama_key	TK01	tinyint	1	N	Y	Y	Y	Y
K04	T01	CLASSPROG_KEY	TK01	tinyint	1	N	Y	Y	Y	Y
K05	T01	FAKULTAS_KEY	TK01	tinyint	2	N	Y	Y	Y	Y
K06	T01	PROGRAM_STUDI_KEY	TK01	tinyint	2	N	Y	Y	Y	Y
K07	T01	STATUS_TERDAFTAR_KEY	TK01	tinyint	1	N	Y	Y	Y	Y
K08	T01	STATUS_TRANSFER_KEY	TK01	tinyint	1	N	Y	Y	Y	Y
K09	T02	mahasiswa_key	TK01	bigint	5	Y	N	Y	Y	N
K10	T02	FACULTY_ID	TK02	tinyint	2	N	N	N	N	Y

Gambar 5. Tabel struktur\_data\_kolom

tabel_id	nama_tabel	tipe_tabel_id	data_store_id	deskripsi
T01	fact_perkuliahan	TT02	DS4	Merupakan tabel measure atau tabel fakta aktual
T02	dim_mahasiswa	TT01	DS4	Merupakan tabel dimensi mahasiswa
T03	dim_fakultas	TT01	DS4	Merupakan tabel dimensi fakultas
T04	dim_program_studi	TT01	DS4	Merupakan tabel dimensi program studi
T05	dim_class_program	TT01	DS4	Merupakan tabel dimensi class program
T06	dim_status_terdaftar	TT01	DS4	Merupakan tabel dimensi status terdaftar
T07	dim_status_transfer	TT01	DS4	Merupakan tabel dimensi status transfer
T08	dim_agama	TT01	DS4	Merupakan tabel dimensi agama

Gambar 6. Tabel struktur\_data\_tabel

#### 4.5 Pengujian

Pengujian peran *metadata* dilakukan dengan cara membandingkan referensi yang ada pada sistem *metadata* dengan desain tabel pada *data mart* pada pangkalan data. Hal tersebut dilakukan untuk memastikan kepatuhan atau kesesuaian *data mart* dengan struktur data kolom pada sistem *metadata*. Hasil dari perbandingan desain tabel yang ada di *data mart* dengan struktur data kolom yang ada disistem *metadata* adalah :

1. nama kolom pada *data mart* valid
2. *primary key* pada *data mart* valid
3. *foreign key* pada *data mart* valid
4. *Allow Null* pada *data mart* valid
5. Tipe data pada *data mart* 25 % valid dan 75% tidak valid
6. Panjang data pada *data mart* 34 % valid dan 66 % tidak valid

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Sistem *metadata* yang telah dibangun dapat memberikan informasi data seperti nama kolom, nama tabel, tipe data, panjang data, aliran data, definisi data, struktur data kolom, profil data tabel, tipe kolom, tipe tabel, struktur data *store*, *data quality rules*, dan *data warehouse user*.
2. Informasi data yang ada pada sistem *metadata* dapat digunakan oleh pengguna dan pengembang untuk menemukan informasi yang mereka butuhkan.
3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, 75% tipe data dan 66% panjang data pada *data mart* tidak valid atau tidak sesuai dengan referensi struktur data kolom pada sistem *metadata*. Hal tersebut dapat menjadi pertimbangan bagi pengembang dalam melakukan perubahan *data mart* dan *source system* untuk mengoptimalkan *database system* yang ada.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Katic, Nevana, et al, 1998, A prototype model for data warehouse security based on metadata, *Database and Expert Systems Applications*, Vienna, 25-28 Agustus 1998.
- Ponniah, Paulraj, 2004, *Data warehousing fundamentals: a comprehensive guide for IT professionals*, John Wiley & Sons New York.
- Connolly, Thomas M., and Carolyn E. Begg, 2005, *Database systems: a practical approach to design, implementation, and management*, Fourth Edition, Pearson Education New York.
- Inmon, William H, 2005, *Building the data warehouse*, Fourth Edition, John wiley & sons New York.
- Rainardi, Vincent, 2008, *Building a data warehouse: with examples in SQL Server*. John Wiley & Sons New York.
- HERWENDO, ABY, 2010, PERANCANGAN SISTEM METADATA UNTUK DATA WAREHOUSE DENGAN STUDI KASUS REVENUE TRACKING PADA PT. TELKOM DIVRE V JAWA TIMUR, *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 3.2 : 140-147.
- Connolly, Thomas M., and Carolyn E. Begg, 2010, *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management*, Fifth Edition, Pearson Education New York.
- Laxmaiah, M., and A. Govardhan, 2013, A Conceptual Metadata Framework for Spatial Data Warehouse, *International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process (IJDKP)* No.3, Vol.3 63-73.