

# Perancangan *Data Warehouse* Pada Bagian Akademik Universitas di Bandung

R.Wiby Prawira Kusumah<sup>1</sup>, Tiur Gantini<sup>2</sup>

Program Studi Sistem Informasi, Universitas Kristen Maranatha  
Jl. Prof Drg Surya Sumantri 65, Kota Bandung

<sup>1</sup>radenwiby@gmail.com

<sup>2</sup>tiur.gantini@it.maranatha.edu

**Abstract** — Data Warehouse is a centralized database, the source of data warehouse is a history of operational database and any other source data. Data Warehouse generates reports and analyses related to organizational or user needs, and it's used as a decision making tool. University in Bandung have an Academic Directorate which records and processes information about new students, active students, accreditation of study programs, and student graduation. The Academic Directorate has three external data sources for Online Transaction Processing (OLTP), namely the New Student Admissions System (PMB), Integrated Academic Information System (SAT), and Graduate System. Academic Directorate doesn't have an Online Analytical Processing (OLAP), The data processing in the Academic Directorate still uses the manual way of query the OLTP databases and imported to Microsoft Excel format. Academic Directorate takes about 1 (one) to 3 (three) days to process the data into information because the required data is scattered in some storage media that has not integrated well as a data storage. This research have a purpose to build data warehouse as an OLAP system for Academic Directorate of University in Bandung.

**Keywords** - Academic, Database, Data Warehouse.

## I. PENDAHULUAN

Universitas di Bandung merupakan sebuah perguruan tinggi swasta yang memiliki 9 fakultas dengan 3 program diploma, 18 program sarjana, 2 program profesi, dan 4 program pascasarjana. Universitas di Bandung tersebut telah menerapkan sistem informasi sejak tahun 1995. Hingga saat ini Universitas di Bandung telah memiliki *Online Transaction Processing* (OLTP) yang mencatat semua transaksi harian yang terjadi.

Universitas di Bandung memiliki sebuah Direktorat yaitu Direktorat Akademik yang mencatat dan mengolah informasi terkait mahasiswa baru, mahasiswa aktif, akreditasi program studi, transaksi akademik hingga kelulusan mahasiswa. Direktorat Akademik memiliki tiga sumber data external untuk OLTP yaitu Sistem Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB), Sistem Akademik Terpadu (SAT), dan Sistem Lulusan. Namun hingga saat ini Direktorat Akademik belum memiliki sistem untuk *Online Analytical Processing* (OLAP). Dimana pengolahan pelaporan data masih menggunakan *query* manual yang kemudian disimpan ke dalam format Microsoft Excel, untuk kemudian diolah sesuai dengan kebutuhan pimpinan dan para pemangku kepentingan Universitas di Bandung.

Di dalam menyiapkan laporan yang dibutuhkan oleh para pemangku kepentingan, Direktorat Akademik membutuhkan waktu sekitar 1 (satu) hingga 3 (tiga) hari untuk mengolah data menjadi sebuah informasi dikarenakan data yang dibutuhkan tersebar dalam beberapa bentuk media penyimpanan yang belum terintegrasi dengan baik dalam sebuah tempat penyimpanan data. Oleh karena itu diperlukan penelitian yang merancang data warehouse sebagai sistem OLAP untuk Direktorat Akademik Universitas di Bandung.

## II. KAJIAN TEORI

### A. *Online Transaction Processing* (OLTP)

OLTP merupakan suatu sistem yang berorientasi pada proses, dimana memproses suatu transaksi secara langsung menggunakan komputer yang telah terhubung dengan suatu jaringan [1].

### B. *Online Analytical Processing* (OLAP)

OLAP adalah suatu metode khusus untuk melakukan analisis data yang terdapat di dalam media penyimpanan data (*database*) dan kemudian membuat laporannya sesuai dengan permintaan *user* [2].

### C. Data Warehouse

*Data Warehouse* merupakan sebuah pusat penyimpanan data, sumber data yang di simpan dalam *data warehouse* merupakan riwayat data dari *database* operasional dan berbagai sumber data lainnya. *Data warehouse* dirancang berdasarkan proses bisnis daripada proses transaksinya. *Data Warehouse* menghasilkan laporan dan analisis terkait kebutuhan organisasi atau pengguna, dan digunakan sebagai alat penunjang pengambil keputusan [3].

### D. Dimensional Modelling

*Dimensional Modeling* adalah teknik untuk menyerderhanakan pembuatan *database*. *Dimensional Modeling* memastikan model *database* dapat dimengerti oleh pengguna bisnis, dan mengoptimalkan performa *query*. *Star Schema* adalah *dimensional modeling* yang berelasi, seperti pada relasi *database* pada umumnya. Dalam *star schema* terdapat tabel fakta, dan tabel dimensi, tabel fakta berada di tengah tabel dimensi yang berfungsi sebagai penghubung tabel-tabel dimensi yang ada [4].

### E. ETL (Extract, Transformation, Load)

ETL merupakan sebuah proses untuk memilah, mengubah, dan menggabungkan data yang berasal dari berbagai sumber untuk di masukan ke dalam *data warehouse* [5]. Berikut merupakan pengertian dari setiap proses pada ETL :

- 1) *Extract* : *Extract* merupakan sebuah proses untuk pengambilan dan pemilahan sumber data.
- 2) *Transformation* : *Transformation* merupakan sebuah proses untuk mengubah format data menjadi sama antara sumber data satu dengan sumber data lainnya.
- 3) *Load* : *Load* merupakan sebuah proses untuk memasukan data ke dalam *data warehouse*.

### F. Metode Perancangan Data Warehouse

Berikut merupakan *nine step methodology* untuk merancang sebuah *data warehouse* [6]:

- 1) *Memilih Proses (Choose the Process)* : Proses yang dimaksud adalah subjek proses bisnis, contohnya penjualan.
- 2) *Memilih Grain (Choose the Grain)* : *Grain* merupakan data dari calon fakta yang dapat dianalisis, menentukan apa yang sebenarnya direpresentasikan oleh record dalam tabel fakta, contohnya barang dan jasa yang paling banyak terjual/peminatnya, cabang yang paling banyak pasiennya, total penjualan, banyak barang yang diretur, jumlah penjualan, total retur.
- 3) *Mengidentifikasi dan Menyesuaikan Dimensi (Identify and Conform the Dimension)* : Dimensi merupakan tabel deskripsi, atau keterangan, tabel dimensi digunakan untuk mendeskripsikan, menyaring atau mengelompokan tabel fakta, contohnya terapi, item, dokter, pasien, cabang, dan waktu.
- 4) *Memilih Fakta (Choose the Facts)* : Fakta merupakan nilai numerik, untuk mengukur kinerja dari proses bisnis, contohnya idterapi, iditem, iddokter, idpasien, idcabang, idwaktu, banyak terapi yang dilakukan, banyak barang yang terjual, banyak penjualan, banyak pasien aktif, banyak retur penjualan yang terjadi, total penjualan, dan total retur.
- 5) *Menyimpan Perhitungan Awal Dalam Tabel Fakta (Store Precalculations in the Fact Table)* : Menentukan fakta yang dapat dihitung, contohnya banyak terapi (jumlahterapi) yang merupakan kumpulan dari banyaknya kdterapi.
- 6) *Mengkaji Ulang Tabel Dimensi (Round Out the Dimension Tables)* : Menambahkan keterangan pada tabel dimensi guna membantu pengguna dalam memahami tabel, contohnya terdapat pada gambar 1 :

**Tabel 2.** Tabel Rounding Out Dimension

Dimensi	Field	Deskripsi
Waktu	Tahun Triwulan Bulan Minggu Hari	Laporan dapat dilihat baik per tahun, per tiga bulan, per bulan, per minggu, bahkan per hari.
Terapi	Terapi	Laporan dapat dilihat berdasarkan terapi.
Barang	Barang	Laporan dapat dilihat berdasarkan item.
Dokter	Dokter	Laporan dapat dilihat berdasarkan dokter.
Pasien	Pasien	Laporan dapat dilihat berdasarkan pasien.
Cabang	Cabang	Laporan dapat dilihat berdasarkan cabang.

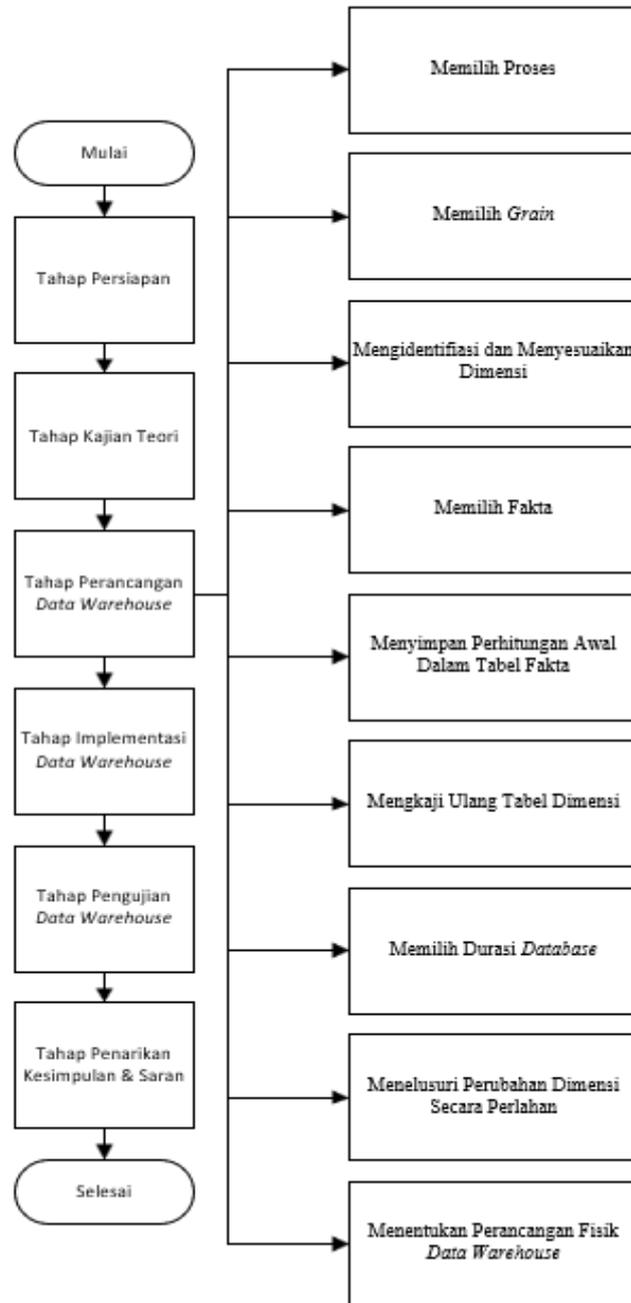
Gambar 1 Contoh Keterangan Tabel Dimensi

- 7) Memilih Durasi Database (*Choose the Duration of the Database*) : Durasi riwayat data yang akan disimpan oleh *data warehouse*, contohnya data transaksi sistem dari tahun 2006 - 2009.
- 8) Menelusuri Perubahan Dimensi Secara Perlahan (*Determine the Need to Track Slowly Changing Dimensions*) : Menentukan metode perubahan dimensi pada tabel dimensi, contohnya metode SCD tipe 2 yaitu melakukan perubahan pada nama pasien, akan mengakibatkan penambahan *record* baru pada dimensi dengan tetap menyimpan *record* yang lama.
- 9) Menentukan Perancangan Fisik *Data Warehouse* (*Decide the Physical Design*) : Menentukan rancangan fisik *data warehouse*, contohnya pemilihan *dimensional modeling* seperti *star* dan *snowflake schema*.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut merupakan tahapan penelitian yang digambarkan pada gambar 2 :

- 1) *Tahap Persiapan* : Tahap ini merupakan tahap awal dalam penelitian yaitu menentukan latar belakang, rumusan masalah, tujuan pembahasan, ruang lingkup, sumber data dan sistematika penyajian.
- 2) *Tahap Kajian Teori* : Pada tahap ini dilakukan kajian teori yang berhubungan dengan penelitian, seperti teori tentang *data warehouse* dan penelitian terkait.
- 3) *Tahap Perancangan Data Warehouse* : Tahap ini merupakan tahap untuk perancangan *data warehouse* menggunakan metode *nine step methodology*.
- 4) *Tahap Implementasi Data Warehouse* : Pada tahap ini dilakukan implementasi *data warehouse* menggunakan Docker Container, MySQL NDB Cluster, Talend Open Studio dan Fine Reports.
- 5) *Tahap Pengujian Data Warehouse* : Pada tahap ini dilakukan pengujian cluster pada MySQL NDB Cluster dan pengujian ETL pada Talend Open Studio menggunakan metode blackbox.
- 6) *Tahap Penarikan Kesimpulan & Saran* : Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi, maka hasil akhir dari penelitian ini merupakan penarikan kesimpulan dan saran.



Gambar 2 Tahapan Penelitian

#### IV. PERANCANGAN DATA WAREHOUSE

Berikut merupakan hasil analisis *nine step methodology* pada Direktorat Akademik Universitas di Bandung :

##### G. Memilih Proses (Choose the Process)

Subjek proses bisnis untuk penelitian ini adalah penerimaan mahasiswa baru, perkuliahan dan kelulusan.

##### H. Memilih Grain (Choose the Grain)

Grain untuk penelitian ini adalah jumlah mahasiswa baru berdasarkan tahun masuk, jumlah mahasiswa berdasarkan status mahasiswa, agama, program studi, asal sekolah, dan jumlah lulusan berdasarkan tahun lulus.

##### I. Mengidentifikasi dan Menyesuaikan Dimensi (Identify and Conform the Dimension)

Dimensi untuk penelitian ini adalah mahasiswa, jalur masuk, prodi, dan status.

##### J. Memilih Fakta (Choose the Facts)

Fakta untuk penelitian ini adalah jumlah mahasiswa baru, waktu kuliah mahasiswa, ip mahasiswa, dan ipk mahasiswa.

##### K. Menyimpan Perhitungan Awal Dalam Tabel Fakta (Store Precalculations in the Fact Table)

Perhitungan awal dalam tabel fakta pada penelitian ini adalah waktu kuliah mahasiswa, perhitungan waktu kuliah mahasiswa didapat dari tanggal masuk mahasiswa dikurangi tanggal lulus mahasiswa, jika mahasiswa belum lulus, maka waktu masuk kuliah mahasiswa dikurangi tanggal hari ini.

##### L. Mengkaji Ulang Tabel Dimensi (Round Out the Dimension Tables)

Berikut merupakan keterangan untuk tabel dimensi :

TABEL I  
KETERANGAN TABEL DIMENSI

No	Nama Tabel Dimensi	Keterangan
1	Tabel Dimensi Mahasiswa	Tabel Dimensi Mahasiswa mendeskripsikan informasi tentang data mahasiswa, seperti nama mahasiswa, tanggal masuk mahasiswa dan tanggal lulus mahasiswa.
2	Tabel Dimensi Jalur Masuk	Tabel Dimensi Jalur Masuk mendeskripsikan informasi tentang data jalur masuk mahasiswa, seperti jalur masuk pmdk, jalur masuk usm, dan jalur masuk prestasi.
3	Tabbel Dimensi Prodi	Tabel Dimensi Prodi mendeskripsikan informasi tentang data program studi mahasiswa, data fakultas mahasiswa, dan data jenjang prodi mahasiswa.
4	Tabel Dimensi Status	Tabel Dimensi Status mahasiswa mendeskripsikan data tentang status mahasiswa seperti mahasiswa aktif, mahasiswa cuti dan mahasiswa do.

##### M. Memilih Durasi Database (Choose the Duration of the Database)

Durasi data yang digunakan pada penelitian ini adalah lima tahun, dari tahun 2016 sampai dengan 2020.

##### N. Menelusuri Perubahan Dimensi Secara Perlahan (Determine the Need to Track Slowly Changing Dimensions)

Perubahan dimensi pada penelitian ini menggunakan metode SCD tipe 1, jika terjadi perubahan data pada tabel dimensi, maka data yang lama akan diganti dengan data yang baru, berikut merupakan data dimensi yang berpotensi akan berubah :

TABEL II  
ATTRIBUT DIMENSI YANG BERPOTENSI BERUBAH

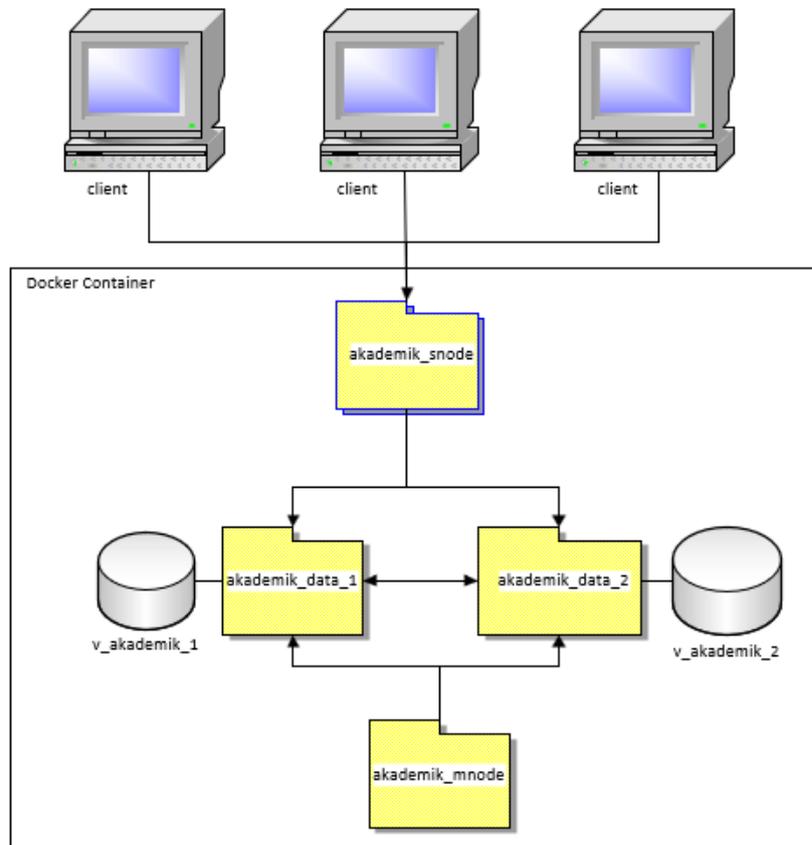
No	Tabel Dimensi	Atribut
1	Tabel Dimensi Mahasiswa	Agama_mahasiswa
		Email_mahasiswa
		Alamat_mahasiswa
		Kota_mahasiswa
		Kode_pos_mahasiswa
		Rt
		Rw
		Provinsi_mahasiswa
		No_hp_mahasiswa
		Semester
2	Tabel Dimensi Status	Nama_status
3	Tabel Dimensi Prodi	Nama_prodi
		Nama_fakultas
		Jenjang_prodi
4	Tabel Dimensi Jalur Masuk	Nama_jalur_masuk

*O. Menentukan Perancangan Fisik Data Warehouse (Decide the Physical Design)*

*Dimensional Modeling* pada penelitian ini menggunakan *star schema*, *star schema* dipilih karena lebih memudahkan pengguna dalam memahami tabel-tabel yang ada serta memudahkan pengguna dalam melakukan proses *query database* karena tidak terlalu banyak *join table*. Desain pembuatan *data warehouse* ini menggunakan Docker Container beserta MySQL NDB Cluster sebagai sistem *data warehouse*, Talend Open Studio sebagai *ETL Tool* dan Fine Report sebagai *dashboard* dan *tool* untuk membuat *reports*.

*P. Rancangan Data Storage*

1) Berikut merupakan rancangan *data storage* menggunakan Docker Container beserta MySQL NDB Cluster sebagai system *data warehouse* pada penelitian ini :



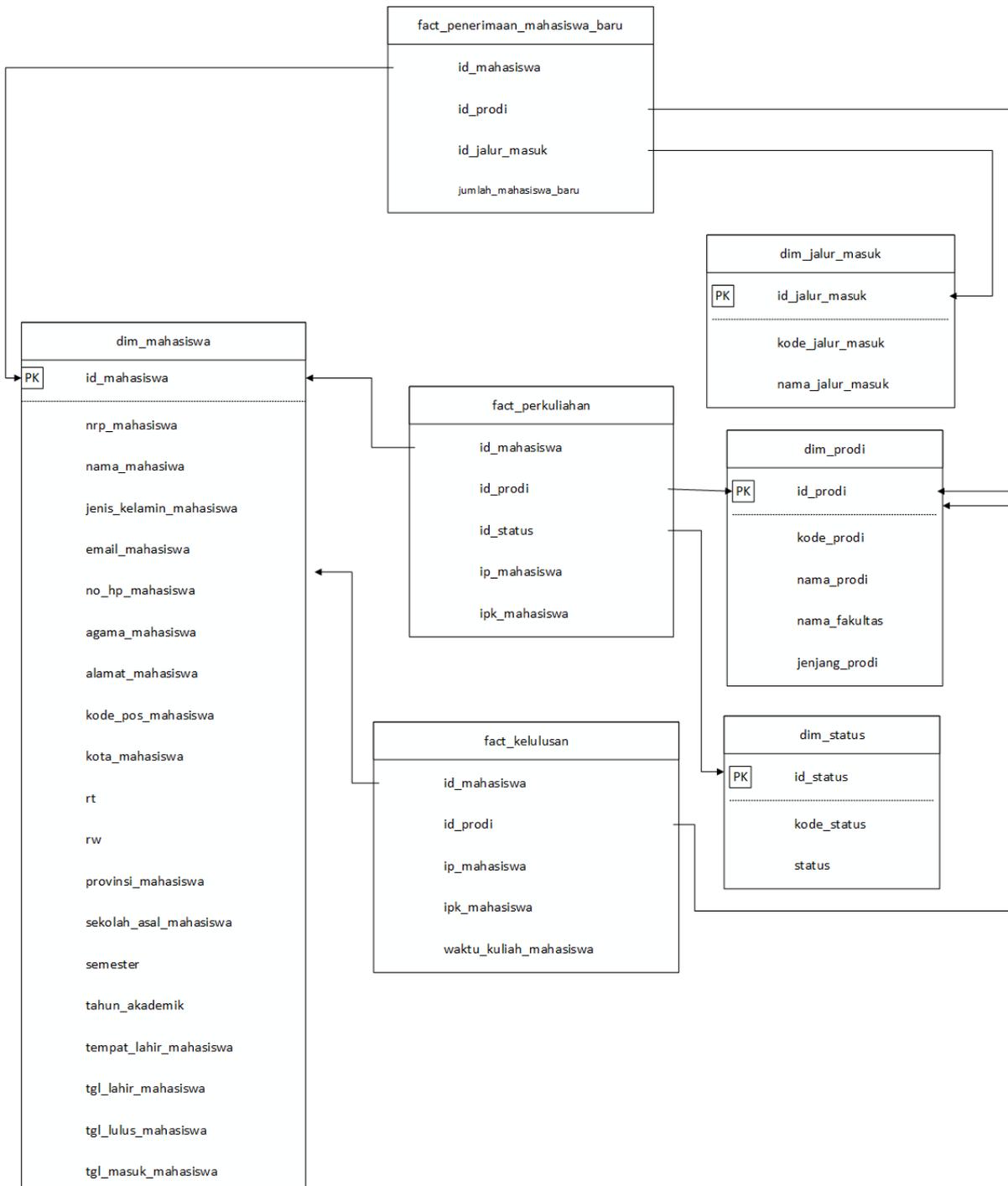
Gambar 3 Rancangan Sistem Data Storage

Berikut merupakan rancangan *node cluster* pada MySQL NDB Cluster yang digunakan pada penelitian ini :

- 1) *Akademik\_snode* : Node ini berfungsi sebagai pintu akses untuk masuk ke dalam *data cluster*.
- 2) *Akademik\_mnode* : Node ini berfungsi untuk mengatur dan melihat konfigurasi sistem *cluster*.
- 3) *Akademik\_data\_1* dan *Akademik\_data\_2* : Node ini berfungsi untuk menyimpan data, *v\_akademik\_1* dan *v\_akademik\_2* merupakan *volume*, yaitu tempat penyimpanan data untuk *container*.

#### Q. Star Schema

*Dimensional Modeling* pada penelitian ini menggunakan *star schema*, *star schema* dipilih karena lebih memudahkan pengguna dalam memahami tabel-tabel yang ada serta memudahkan pengguna dalam melakukan proses *query database* karena tidak terlalu banyak *join table*. Berikut merupakan *star schema* pada penelitian ini :



Gambar 4 Star Schema

## V. IMPLEMENTASI DATA WAREHOUSE

### A. Implementasi Data Storage

Berikut merupakan implementasi *data storage* menggunakan Docker Container beserta MySQL NDB Cluster sebagai sistem *data warehouse* :

```
Connected to Management Server at: 192.168.0.2:1186
Cluster Configuration
-----
[ndbd(NDB)]      2 node(s)
id=2      @192.168.0.3  (mysql-5.7.31 ndb-7.6.15, Nodegroup: 0)
id=3      @192.168.0.4  (mysql-5.7.31 ndb-7.6.15, Nodegroup: 0, *)

[ndb_mgmd(MGM)] 1 node(s)
id=1      @192.168.0.2  (mysql-5.7.31 ndb-7.6.15)

[mysqld(API)]   1 node(s)
id=4      @192.168.0.10  (mysql-5.7.31 ndb-7.6.15)
```

Gambar 5 Implementasi *Data Storage*

Berikut merupakan konfigurasi *node cluster* pada Gambar 5.1 dengan menggunakan Docker Container beserta MySQL NDB Cluster :

- 1) *Akademik\_snode* : Node ini diberikan id 4 dan diberikan alamat ip 192.168.0.10.
- 2) *Akademik\_mnode* : Node ini node ini diberikan id 1 dan diberikan alamat ip 192.168.0.2.
- 3) *Akademik\_data\_1* : Node ini node ini diberikan id 2 dan diberikan alamat ip 192.168.0.3.
- 4) *Akademik\_data\_2* : Node ini node ini diberikan id 3 dan diberikan alamat ip 192.168.0.4.

B. Dashboard Data Warehouse

Berikut merupakan hasil implementasi *dashboard data warehouse* menggunakan Fine Reports:



Gambar 6 Dashboard Data Warehouse

Berikut merupakan deskripsi grafik pada Gambar 5.16 :

- 1) *Tabel Jalur Masuk Mahasiswa* : Tabel ini mendeskripsikan jumlah mahasiswa baru berdasarkan jalur masuk.
- 2) *Tabel Jumlah Mahasiswa Aktif Berdasarkan Kota* : Tabel ini mendeskripsikan jumlah mahasiswa aktif berdasarkan kota mahasiswa.
- 3) *Grafik Status Mahasiswa* : Grafik ini mendeskripsikan jumlah mahasiswa berdasarkan status mahasiswa.
- 4) *Tabel Jumlah Mahasiswa Aktif Berdasarkan Program Studi* : Tabel ini mendeskripsikan jumlah mahasiswa berdasarkan program studi.
- 5) *Grafik Jumlah Mahasiswa Aktif Berdasarkan Agama* : Grafik ini mendeskripsikan jumlah mahasiswa berdasarkan kepercayaan agama.

## VI. PENGUJIAN

### A. Pengujian Cluster di Mysql NDB Cluster

TABEL III  
PENGUJIAN MYSQL NDB CLUSTER

No	Scenario	Expected Result	Actual Outcome	Result
1	Memberhentikan salah satu data <i>node</i> .	Sistem tetap bisa menampilkan data walaupun salah satu data <i>node</i> dimatikan.	Sistem tetap bisa menampilkan data walaupun salah satu data <i>node</i> dimatikan.	OK.
2	Memberhentikan <i>akademik_data_1</i> kemudian memasukan data ke dalam <i>akademik_data_2</i> , ketika <i>akademik_data_1</i> dinyalakan kembali akan terjadi proses replikasi data dari <i>akademik_data_2</i> ke <i>akademik_data_1</i> .	Sistem dapat mereplikasi data ketika salah satu data <i>node</i> berhenti dan menyala kembali.	Sistem dapat mereplikasi data ketika salah satu data <i>node</i> berhenti dan menyala kembali.	OK.

### B. Pengujian ETL

TABEL IV  
PENGUJIAN ETL

No	Scenario	Expected Result	Actual Outcome	Result
1	Melakukan proses <i>extract</i> data dari <i>file</i> excel ke dalam Talend Open Studio.	Proses <i>extract</i> data berhasil, data yang telah di- <i>extract</i> tersimpan dalam <i>metadata</i> Talend Open Studio.	Proses <i>extract</i> data berhasil, data yang telah di- <i>extract</i> tersimpan dalam <i>metadata</i> Talend Open Studio.	OK.
2	Melakukan koneksi ke MYSQL NDB Cluster untuk digunakan sebagai <i>output</i> proses ETL.	Talend Open Studio dapat melakukan koneksi ke MYSQL NDB Cluster.	Talend Open Studio dapat melakukan koneksi ke MYSQL NDB Cluster.	OK.
3	Melakukan transformasi data dari <i>string</i> ke <i>date</i> untuk <i>tgl_lahir_mahasiswa</i> , <i>tgl_lulus_mahasiswa</i> dan <i>tgl_masuk_mahasiswa</i> .	Proses transformasi data berhasil dilakukan, dan terbaca dengan baik dalam <i>data warehouse</i> .	Proses transformasi data berhasil dilakukan, dan terbaca dengan baik dalam <i>data warehouse</i> .	OK.
4	Melakukan <i>join table</i> dari data PMB ke data SAT dan data sistem lulusan ke data SAT.	<i>Join table</i> berhasil dilakukan dan sumber data telah terintegrasi.	<i>Join table</i> berhasil dilakukan dan sumber data telah terintegrasi.	OK.
5	Memasukan data ketika tipe data berbeda pada saat <i>extract data</i> .	Sistem akan menampilkan <i>error message</i> .	Sistem akan menampilkan <i>error message</i> "for input a".	OK.
6	Memasukan data ketika tipe data berbeda saat <i>load data</i> .	Sistem akan menampilkan <i>error message</i> .	Sistem akan menampilkan <i>error message</i> "Type mismatch : cannot convert String to Date".	OK.

7	Membuka sumber data ketika proses ETL.	Sistem akan menampilkan <i>error message</i> .	Sistem akan menampilkan <i>error message</i> “ <i>The process cannot access the file because it is being used by another process</i> ”.	OK.
---	--	--	---	-----

## VII. SIMPULAN DAN SARAN

### A. Simpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini bahwa telah dirancang sebuah *data warehouse* dengan sistem *cluster* yang memungkinkan :

- 1) Data tersimpan ke dalam beberapa *server* atau *node*.
- 2) Integrasi Data OLTP Sistem Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB), Sistem Akademik Terpadu (SAT), dan Sistem Lulusan.
- 3) Menghasilkan *dashboard* untuk mendukung kebutuhan informasi.

### B. Saran

Berdasarkan simpulan VII.A, ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan sistem dimasa yang akan datang :

- 1) Menambahkan fitur otomasi untuk mengelola *container*, sehingga *data warehouse* dapat di-*scaling* dengan cepat.
- 2) Melakukan *upgrade hardware computer* untuk pemerosesan data yang lebih cepat.
- 3) Melakukan koneksi langsung ke sumber data, dan tidak menggunakan data *dummy* untuk proses ETL.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. M. Metev & V. P. Veiko, *Laser Assisted Microtechnology*, 2nd ed., R. M. Osgood, Jr., Ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1998. Y. F. S. d. B. B. Viska Loren, “ANALISIS DAN PERANCANGAN ONLINE ANALYTICAL PROCESSING SEBAGAI BUSINESS INTELLIGENCE PADA SEKOLAH MUSIK CANTATA,” *Jurnal Informatika dan Bisnis*, pp. 56-68, 2017.
- [2] A. D. P. B. M. M. O. (. A. Processing), “Analisis Data Peminjaman Bank,” *JURNAL INFORMATIKA UPGRIS*, vol. 4, pp. 117-119, 2018.
- [3] S. Khusnul Khotimah, “Perancangan Dan Implementasi Data Warehouse Untuk Mendukung Sistem Akademik (Studi Kasus Pada STKIP MUHAMMADIYAH KOTABUMI),” *Jurnal TIM Darmajaya*, vol. 2, pp. 94-107, 2016.
- [4] M. R. Ralph Kimball, *The Data Warehouse Toolkit : The Definitive Guide to Dimensional Modeling Third Edition*, New York: Wiley, 2013.
- [5] K. B. Nugroho, “Pengembangan Data Warehouse Penerimaan Mahasiswa Baru Untuk Informasi Strategik Pada Universitas BSI,” *Jurnal Kajian Ilmiah*, vol. 18, pp. 168 -183, 2018.
- [6] A. M. B. A. H. Dian Dharmayanti, “Pemodelan Data Warehouse Pada Jurusan Teknik Informatika UNIKOM,” *Majalah Ilmiah UNIKOM*, vol. 12, pp. 151-168, 2014.