

Pemodelan Data dengan Skema Galaksi pada Data Lulusan

Dini Nurmalasari¹, Dini Hidayatul Qudsi², Mutia Sari Zulvi³, Warnia Nengsih⁴

Politeknik Caltex Riau

Jalan Umbansari No 1 Rumbai telp/fax : 0761-53939

e-mail: ¹dini@pcr.ac.id, ²dinihq@pcr.ac.id, ³mutia@pcr.ac.id, ⁴warnia@pcr.ac.id

Abstrak

Indikator kebijakan pada bagian akademik mengacu kepada Standar Nasional Pendidikan Tinggi (SN Dikti). Berdasarkan pasal 54 UU Dikti, SN Dikti merupakan satuan standar yang meliputi standar nasional pendidikan, ditambah dengan standar penelitian, dan standar pengabdian kepada masyarakat. Standar Pendidikan Tinggi yang ditetapkan oleh setiap Perguruan Tinggi terdiri atas sejumlah standar dalam bidang akademik dan nonakademik. Indikator yang ada pada SN Dikti terdiri dari indikator yang bersifat kuantitatif dan kualitatif. Saat ini untuk menghasilkan data yang dibutuhkan untuk pelaporan Standar Mutu Perguruan Tinggi, masih dilakukan secara manual melalui penggabungan dari beberapa sistem informasi yang ada di Politeknik Caltex Riau (PCR). Hal ini mengakibatkan beberapa kendala diantaranya lamanya proses untuk mendapatkan data, data tidak konsisten, dan mengganggu kinerja sistem informasi transaksional yang ada. Pada penelitian ini dilakukan pemodelan data secara multidimensi, yang bertujuan untuk mengintegrasikan semua data yang dibutuhkan, sehingga dapat memberikan solusi terhadap permasalahan saat ini. Pemodelan dilakukan dengan pendekatan model skema galaksi (fact constellation schema) yang diharapkan dapat memaksimalkan waktu proses, sehingga dapat mempercepat kinerja dari data warehouse yang dibangun. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, kesederhanaan query skema galaksi berpengaruh pada kecepatan waktu query, akurasi dan konsistensi data.

Kata kunci: Skema Galaksi, Pemodelan Multi Dimensi, Data Warehouse, Data Lulusan

Abstract

The policy indicators in the academic refer to Standard Nasional Pendidikan Tinggi (SN Dikti) based on Article 54 of the Higher Education Law, SN Dikti is a standard unit that includes national education standards, research standards, and community service standards. Higher Education Standards set by each Higher Education consist of a number of standards in the academic and non-academic. The indicators in the SN Dikti consist of quantitative and qualitative indicators. Currently, to generate the required data for reporting Higher Education Quality Standards, it is still done manually through the merger of several information systems in the Politeknik Caltex Riau (PCR). This resulted in several obstacles including the length of the process for obtaining data, inconsistent data, and disrupting the performance of existing transactional information systems. In this research, multidimensional data modeling was carried out, which aims to integrate all the required data, so that it can provide solutions to current problems. Modeling is done with a star schema model approach which is expected to maximize processing time, so as to accelerate the performance of the data warehouse being built.

Keywords: Fact Constallation Schema, Multidimensional Modelling, Data Warehouse, Graduate Data

1. Pendahuluan

Berdasarkan pasal 51 ayat (2) UU Dikti bahwa Pemerintah menyelenggarakan sistem penjaminan mutu Pendidikan Tinggi (SPM Dikti) untuk mendapatkan Pendidikan bermutu. Sistem penjaminan mutu yang dimaksud meliputi sistem penjaminan mutu internal dan eksternal yaitu akreditasi. Sistem penjaminan mutu ini dilakukan berdasarkan Pangkalan Data Perguruan Tinggi (PD Dikti). Pelaksanaan penjaminan mutu baik internal maupun eksternal harus mengacu pada Standar Nasional Pendidikan Tinggi (SN Dikti). Berdasarkan pasal 54 UU Dikti, SN Dikti merupakan satuan standar yang meliputi standar nasional pendidikan, ditambah dengan standar penelitian, dan standar pengabdian kepada masyarakat. Standar Pendidikan Tinggi yang ditetapkan oleh setiap Perguruan Tinggi terdiri atas sejumlah standar dalam bidang akademik dan nonakademik [1].

Untuk melaksanakan penjaminan mutu baik secara internal maupun eksternal, dibutuhkan data yang menjadi indikator kebijakan yang telah ditetapkan pada SN Dikti. Data tersebut merupakan data kuantitas dan kualitas dari data akademik, non akademik, lulusan,

tracer studi, serta data penelitian dan pengabdian masyarakat dosen. Data tersebut saat ini tersimpan dalam beberapa sistem informasi yang belum terintegrasi, yaitu sistem informasi akademik, sistem informasi tracer studi, sistem informasi kepegawaian, sistem informasi BP2M, dan lain sebagainya. Sehingga diperlukan pengolahan tambahan secara manual untuk menghasilkan data yang sesuai dengan indikator kebijakan SN Dikti tersebut.

Pengolahan manual yang dilakukan saat ini mengakibatkan data yang dihasilkan tidak akurat, membutuhkan waktu yang lama untuk pengolahannya, data tidak konsisten, serta kesulitan untuk melakukan pemeriksaan jika terjadi kesalahan data. Permasalahan tersebut tentunya sangat vital, karena berkaitan dengan mutu perguruan tinggi. Jika terjadi kesalahan atau ketidakakuratan data akan berakibat rendahnya nilai akreditasi dari perguruan tinggi tersebut. Pemodelan data yang digunakan pada sistem informasi yang ada saat ini adalah pemodelan data relasional, dimana data akan direpresentasikan sebagai entitas yang saling terhubung [2]. Pemodelan seperti ini sangat tepat untuk kebutuhan sistem pencatatan dan transaksional. Namun untuk memenuhi kebutuhan data yang bersifat kesimpulan, *time series*, dihasilkan dari beberapa sistem informasi dan bersifat *add hoc* maka pemodelan relasional tidak lagi tepat dikarenakan akan mengganggu performa dari sistem informasi tersebut.

Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan data multidimensi untuk menyediakan ketersediaan data indikator kebijakan sesuai dengan SN Dikti. Data tersebut terdiri dari data akademik, non akademik, lulusan, kegiatan pengabdian dan penelitian, serta tracer studi. Karena besarnya sumber data yang digunakan serta banyaknya indikator yang harus disediakan, maka proses pemodelan ini dibagi kedalam dua penelitian yang berbeda, yaitu fokus pada pemodelan data akademik dan pemodelan untuk data selain akademik. Pada penelitian ini akan melakukan pemodelan data selain data akademik, yaitu data non akademik, lulusan serta tracer studi.

Untuk mencapai tujuan dalam penelitian ini yaitu menghasilkan sistem yang dapat membantu dalam menyediakan data dan informasi yang cepat, akurat dan konsisten, maka pemodelan data akan dilakukan dengan pendekatan skema bintang. Skema galaksi (*fact constellation schema*) dapat memberikan peningkatan kinerja dengan kesederhanaan bentuk query [3][4]. Namun masih perlu pembuktian apa saja yang mempengaruhi kinerja skema galaksi dalam menghasilkan sistem yang akurat, efisien dan konsisten.

2. Metode Penelitian

Berikut adalah metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini. Dalam melakukan penelitian ini akan dilakukan alur sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Penelitian

Berikut adalah rincian dari alur penelitian yang akan dilakukan:

a. *Planning*

Pada tahapan ini akan dilakukan identifikasi kebutuhan pengguna meliputi siapa saja pengguna sistem, indikator kebijakan yang digunakan, data yang ada, desain sistem yang digunakan saat ini, akses sistem informasi yang telah ada, kebijakan yang berlaku saat ini, dan lain sebagainya. Pada tahapan ini diharapkan dihasilkan gambaran untuk subjek analisis yang akan dikembangkan dalam sistem data warehouse. Pada tahapan ini juga dilakukan kajian pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Berikut beberapa kajian pustaka yang berkaitan dengan penelitian ini :

1) *Data Warehouse*

Data warehouse adalah koleksi data yang bersifat *subject-oriented*, terintegrasi, *time variant*, dan *non-volatile* yang digunakan untuk mendukung proses pengambilan keputusan yang strategis untuk perusahaan [5]. Operasi yang dilakukan dalam data warehouse disebut OLAP. OLAP merupakan salah satu *data warehouse tools* untuk melakukan analisis data. OLAP sendiri adalah suatu teknologi yang dirancang untuk memberikan kinerja yang unggul untuk *ad hoc business intelligence queries* [5].

Beberapa operasi OLAP [9] yaitu:

- a. *Drill up (roll-up)* ringkasan data, yaitu dengan menaikkan konsep hirarki atau mereduksi dimensi.
- b. *Drill down (roll-down)* kebalikan dari *roll-up*, yaitu melihat data secara lebih detail atau spesifik dari level tinggi ke level rendah.
- c. *Slice and dice*, *slice* adalah pemilihan pada satu dimensi dari kubus data yang bersangkutan dan *dice* mendefinisikan *subcube* dengan memilih dua dimensi atau lebih.
- d. *Pivot (rotate)* memvisualisasikan operasi yang merotasikan sumbu data dalam *view* sebagai alternatif presentasi data.
- e. Operasi lain: *drill across* yaitu operasi yang melibatkan lebih dari satu tabel fakta, *drill through* yaitu operasi yang memungkinkan pengguna untuk dapat melihat tabel data yang menampilkan nilai-nilai pada suatu sel data.

2) *Four Step Kimball*

Metode perancangan *data warehouse* menurut Kimball yang digunakan meliputi 4 tahap yang dikenal dengan *four-step Methodology*. 4 tahap tersebut yaitu [6]:

- a. Memilih proses (*choosing the process*), yaitu menentukan proses bisnis yang akan masuk dalam ruang lingkup system.
- b. Memilih grain (*choosing grain*), yaitu menentukan fakta-fakta yang akan menjadi subjek analisis dalam membangun data warehouse.
- c. Mengidentifikasi dan penyesuaian dimensi (*identifying and conforming the dimension*), yaitu melakukan identifikasi dimensi yang berhubungan dengan fakta yang telah ditentukan sebelumnya.
- d. Memilih Fakta (*choosing the fact*), yaitu lebih spesifik menentukan fakta dari *grain* yang sudah ditentukan sebelumnya.

3) *Fact Constallation*

Pada skema galaksi beberapa tabel fakta berbagi tabel dimensi. Keuntungan menggunakan skema ini adalah menghemat memory dan mengurangi kesalahan yang mungkin terjadi [8].

b. *Analysis*

Pada tahapan ini akan dilakukan analisis terhadap daftar kebutuhan fungsional dan non fungsional yang telah didapatkan ada tahapan sebelumnya. *Analysis* juga meliputi analisis dari desain data yang telah ada sebelumnya, analisis akses sistem informasi untuk proses integrasi, dan lain sebagainya.

c. *Design*

Perancangan meliputi perancangan data secara *logic* dan fisik dengan pemodelan data multidimensi. Pada tahapan ini akan dilakukan 2 jenis perancangan yaitu perancangan ETL dan perancangan *schema DW*.

Untuk menghasilkan model data secara *logic* dan fisik (*logical & physical*) akan dilakukan dengan pendekatan metode 4 *Step Kimball*, dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Memilih proses
- 2) Menentukan grain
- 3) Mengidentifikasi dan penyesuaian dimensi
- 4) Memilih fakta

Tahapan tersebut digunakan untuk menghasilkan model data dalam bentuk skema data *warehouse*. Sedangkan langkah-langkah perancangan untuk menghasilkan model proses (ETL) adalah :

- 1) Melakukan reverse engineering terhadap desain database relasional yang saat ini telah digunakan
- 2) Melakukan analisis kebutuhan pengguna
- 3) Membuat desain view dan prosedur
- 4) Melakukan uji coba terhadap view dan prosedur yang sudah dibuat

d. *Implementation*

Hasil dari perancangan berupa skema bintang akan diimplementasikan menjadi data *warehouse*, dan hasil dari perancangan ETL akan diimplementasikan dengan menggunakan perangkat data *warehouse*.

e. *Testing*

Pengujian dilakukan untuk mengukur kinerja skema bintang dalam menampilkan data dan informasi. Pengukuran dilakukan untuk melihat efektifitas waktu query, hasil query dan jumlah join yang diperlukan.

3. Tinjauan Pustaka

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan kajian mengenai kinerja pemodelan star skema pada data perpustakaan, pada penelitian ini dilakukan pengujian kinerja OLAP pada skema bintang dengan menggunakan data perpustakaan. Hasil yang didapatkan menunjukkan kinerja yang baik pada skema bintang dipengaruhi oleh jumlah join, jumlah data serta kualitas data hasil dari ETL [4]. Pada penelitian [10] menghasilkan sebuah data warehouse akademik sebagai penunjang proses pengambilan keputusan, namun tidak menjelaskan proses ETL. Sementara penelitian [11] mengusulkan pembuatan data warehouse untuk akademik dengan penjelasan pada ETL dan staging are, namun tidak ada penjelasan mengenai pemodelan data. Dan Peneliti [12] meneliti dan merancang sebuah data warehouse data tracer study alumni IPB yang dikelola oleh Direktorat Pengembangan Karir dan Hubungan Alumni (DPKHA) IPB. Pada penelitian ini data yang dianalisis hanya data alumni yang memutuskan untuk bekerja saja, data alumni yang belum bekerja tidak termasuk di dalamnya.

4. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai hasil perancangan, hasil analisis, dan hasil pengujian.

4.1 Hasil Analisis dan Perancangan

Data transaksi yang akan diolah pada penelitian ini berupa data lulusan mahasiswa, data *tracer study*, data program studi, serta data non akademik yang saat ini tersimpan pada system informasi yang terpisah. Data lulusan mahasiswa melibatkan data prodi, data nilai, data mahasiswa yang saat ini tersimpan di system akademik.pcr.ac.id, data tracer study berada di sistem tracer.pcr.ac.id, sementara data non akademik masih terpisah-pisah dalam beberapa sistem.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pembangunan data warehouse ini mengacu pada metode *nine step kimball*, sebagai berikut :

1) Memilih Proses

Proses yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah kualitas lulusan.

2) Memilih *Grain*

Setelah proses ditentukan, maka tahap selanjutnya adalah menentukan *grain*. Pemilihan *grain* berarti menentukan secara tepat apa yang akan dipresentasikan oleh *record* pada tabel fakta. *Grain* pada penelitian ini mengacu pada indicator yang telah ditetapkan oleh SN-Dikti, yaitu sebagai berikut :

- a. Rata-rata IPK (Prodi, Tahun Ajaran, Kompetensi)
- b. Persentase Lulusan dgn sertifikat (Prodi, Tahun Ajaran, Kompetensi)
- c. PTWL (Prodi, Tahun Ajaran, Kompetensi)
- d. PSI (Prodi, Tahun Ajaran, Kompetensi)
- e. Jumlah PNA (kategori (nasional/internasional/lokal), Prodi, Tahun Ajaran, Juara)
- f. PRRTS (Waktu, Prodi, Angkatan)
- g. Rata-rata lama waktu tunggu lulusan mendapatkan pekerjaan (Prodi, kompetensi, Tahun Ajaran)
- h. Rata-rata kesesuaian bidang kerja lulusan sesuai kompetensi (Prodi, kompetensi, Tahun Ajaran)
- i. Rata-rata lulusan D3 yang dipesan dan diterima (jenjang diploma, Prodi, kompetensi, Tahun Ajaran)
- j. Jumlah lulusan (kategori badan usaha internasional/nasional/lokal, Prodi, kompetensi, Tahun Ajaran)
- k. Rata-rata tingkat kepuasan pengguna lulusan (Prodi, kompetensi, Tahun Ajaran, kategori lembaga)

3) Mengidentifikasi dan Penyesuaian Dimensi

Langkah ketiga dalam membuat *data warehouse* adalah mengidentifikasi dimensi yang berhubungan dengan tabel fakta. Berdasarkan grain yang telah diidentifikasi, maka dimensi pada penelitian ini terdiri dari :

- a. Dimensi Prodi
- b. Dimensi Tahun Ajaran
- c. Dimensi Kompetensi
- d. Dimensi Sertifikasi
- e. Dimensi Aktifitas
- f. Dimensi Waktu
- g. Dimensi Angkatan
- h. Dimensi Kategori Badan Usaha
- i. Dimensi Kategori Lomba
- j. Dimensi Jenjang Diploma

Berdasarkan dimensi tersebut, dilakukan penyesuaian dimensi, salah satunya adalah menggabungkan beberapa calon dimensi kedalam satu dimensi, untuk mengurangi jumlah join pada saat query data. Hasil dari penyesuaian dimensi :

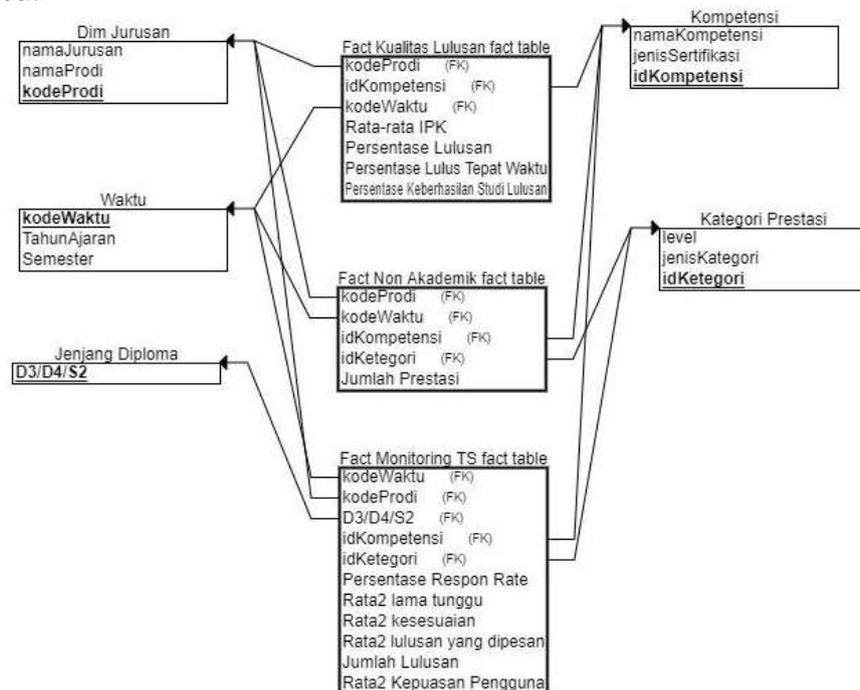
- a. Dimensi Jurusan, hasil penggabungan dari dimensi prodi, angkatan
- b. Dimensi Waktu, hasil penggabungan dengan dimensi tahun ajaran
- c. Dimensi Diploma
- d. Dimensi Kompetensi, hasil penggabungan dari kompetensi, sertifikasi dan kategori badan usaha
- e. Dimensi Prestasi, hasil penggabungan dari kategori, aktifitas, kategori lomba

4) Memilih Fakta

Langkah keempat dalam membuat *data warehouse* adalah memilih tabel fakta berdasarkan *grain* sebelumnya. Tabel fakta ini berisikan atribut-atribut kunci yang berasal dari tabel dimensi yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Berdasarkan matriks pada gambar 2, maka fakta yang terbentuk adalah sebagai berikut :

- a. Fakta Kualitas Lulusan
- b. Fakta Non Akademik
- c. Fakta Monitoring

Pemodelan yang digunakan untuk menggambarkan 3 tabel fakta dengan dimensi yang ada adalah model skema galaksi. Skema galaksi dipilih karena sesuai dengan kebutuhan dari hasil analisis yang menghasilkan 3 buah table fakta. Berikut merupakan gambar tabel fakta yang akan dibuat.



Gambar 2. Skema Fact Constallation

4.2 Hasil Implementasi dan Pengujian

Langkah selanjutnya setelah dilakukan analisis dan perancangan dengan metode 9 step Kimball, dilakukan perancangan secara fisik untuk proses ETL dan pemodelan data. Pada penelitian ini, sebelum melakukan integrasi data dari data sesungguhnya di system yang saat ini digunakan untuk operasional, terlebih dahulu dilakukan pengujian data yang berasal dari flat file (file xls) melalui aplikasi berbasis web.



Gambar 3. Dashboard Lulusan

Pada Gambar 4 merupakan halaman dashboard waktu tunggu yang digunakan untuk menampilkan informasi waktu tunggu pekerjaan berdasarkan program studi yang kita inginkan. Sebagai contoh dipilih 3 program studi yaitu program studi Teknik Elektro, Teknik Telekomunikasi dan Teknik Komputer, tahun lulus 2015-2016. Maka pada dashboard waktu tunggu akan menampilkan grafik yang sudah kita tentukan/pilih.

Pada Gambar 5 merupakan halaman Dashboard Pekerjaan. Dengan adanya grafik dalam dashboard, Staff Tracer Study akan dengan mudah mendapatkan informasi mengenai dashboard data alumni yang sudah bekerja di perusahaan mana saja, jadi halaman dashboard pekerjaan ini sama dengan halaman dashboard sebelumnya, kegunaannya juga sama. Yang membedakan itu adalah inputan dimensi yang akan kita pilih.



Gambar 4. Halaman Dashboard Pekerjaan

Pada Gambar 6 merupakan halaman Dashboard Pengisian TS. Halaman Dashboard Pengisian TS ini dapat melihat program studi apa yang lebih banyak yang mengisi monitor pengisian tracer study. Staff Tracer Study Politeknik Caltex Baru dapat memutuskan suatu Program studi dalam beberapa tahun dan dapat dilihat berdasarkan jumlah Mahasiswa.



Gambar 5. Halaman Dashboard Pengisian TS

Pada saat melakukan implementasi sistem berbasis web ditemukan beberapa hal yang berpengaruh pada kinerja system, diantaranya adalah jumlah data, jumlah join pada saat melakukan query data, serta jumlah dimensi yang terlibat. Hasil pemodelan data pada penelitian ini berpengaruh pada kinerja system, yaitu hasil dari penyesuaian dimensi dan pemilihan skema galaksi. Berikut adalah tabel hasil pengujian pada penelitian ini :

Tabel 1 Pengujian Kinerja Skema Bintang

Dashboard	Tabel Fakta & Dimensi	Query MDX
Lulusan	Fact Kualitas Lulusan	SELECT [Measures].[PersentaseLulusan], [Measures].[PersentaseLulusanTepatWaktu] ON COLUMNS, [Jurusan].[namaProdi].Members, [Waktu].Members ON ROWS FROM [KualitasLulusan] WHERE [Waktu].Member
	Dimensi : - Jurusan - Waktu - Kompetensi	SELECT [Measures].[PersentaseKeberhasilan] ON COLUMNS, [Jurusan].[namaProdi].Members, [Waktu].Members ON ROWS FROM [KualitasLulusan] WHERE [Waktu].Member
Monitoring Tracer Study	Fact Monitoring	SELECT [Measures].[PersentaseResponRate], [Measures].[Rata2KepuasanPengguna] ON COLUMNS, [Jurusan].[namaProdi].Members, [Waktu].Members ON ROWS FROM [KualitasLulusan] WHERE [Waktu].Member
	Dimensi : - Waktu - Jurusan - Diploma - Kompetensi - Prestasi	SELECT [Measures].[Rata2LamaTunggu] ON COLUMNS, [Jurusan].[namaProdi].Members, [Waktu].Members ON ROWS FROM [KualitasLulusan] WHERE [Waktu].Member
		SELECT [Measures].[RataKesesuaian], [Measures].[JumlahMhsDipesan] ON COLUMNS, [Jurusan].[namaProdi].Members, [Waktu].Members ON ROWS FROM [KualitasLulusan] WHERE [Waktu].Member
		SELECT [Measures].[JumlahLulusan], [Measures].[JumlahMHSDipesan] ON COLUMNS, [Jurusan].[namaProdi].Members, [Waktu].Members ON ROWS FROM [KualitasLulusan] WHERE [Waktu].Member

5. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Metodologi 4 step Kimball sangat membantu dalam proses identifikasi tabel fakta, tabel dimensi serta measurement. Sehingga pembuatan skema galaksi lebih mudah dilakukan dan lebih mudah dievaluasi.
- 2) Kinerja system dalam menghasilkan informasi dalam bentuk dashboard lebih mudah dikelola, karena bentuk pemodelan data yang sederhana.
- 3) Kinerja system informasi dalam menampilkan data dipengaruhi oleh model data, serta jumlah data. Pemodelan data dalam bentuk skema galaksi dapat meningkatkan kinerja dan mempermudah pengelolaan system.

Daftar Pustaka

- [1] Pemerintah Indonesia. 2020. *Undang-Undang No. 49 Tahun 2014 Yang Mengatur Tentang Standar Nasional Perguruan Tinggi*
- [2] Jeffrey A Hoffer, V Ramesh, Heikkei Topi, Modern Database Management, 10th edition, 10 – 11
- [3] Kresno Budi Nugroho, Pengembangan Data Warehouse Penerimaan Mahasiswa Baru untuk Informasi Strategik pada Universitas BSI, Jurnal Kajian Ilmiah Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, 2018
- [4] Nurmalasai D, Performance Analysis of Star Schema Data Modelling on Library Data, Jurnal Komuter Terapan, 2019
- [5] *Paulraj Poniah, Data Warehousing Fundamentals. New York: John Wiley And Sons Inc, 2001.*
- [6] Ilmiah, J., Komputa, I., Volume, E., Issn, F., Cv, D. I., Anugerah, K., Bandung, U. (2016). Pembangunan Perangkat Lunak Data Warehouse Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (Komputa), 1.
- [7] Mulyati, S., Amini, S., & Juliasari, N. (2014). 104-279-1-PB.pdf. *Jurnal Telematika MKOM*, 6 No. 1.
- [8] Dharmayanti, D., Bachtiar, A. M., & Heryandi, A. (2013). Pemodelan Data Warehouse, 12(2), 151–168
- [9] Han J, Kamber M. 2006. *Data Mining: Concepts and Techniques*. San Francisco: Morgan Kaufmann
- [10] Azimah, Ariana & Sucahyo, Yudho G. (2007). Penggunaan Data Warehouse dan Data Mining Untuk Data Akademik Sebuah Studi Kasus Pada Universitas Nasional. *Jurnal Sistem Informasi MTI UI Vol.3-No.2 Oktober 2007*. http://repository.ui.ac.id/contents/k_oleksi/11/22.pdf
- [11] Puspitasari, Diah. (2010). Perancangan Data Warehouse Bidang Akademik Studi Kasus Kampus Akademi Bina Sarana Informatika. Tesis. Jakarta. Program Pascasarjana Magister Ilmu Komputer STMIK Nusa Mandiri.
- [12] Suryanto, Wahyu Dwi (2012). Pengembangan Data Warehouse Dan Aplikasi OLAP Data Tracer Study Alumni IPB Berbasis Web Menggunakan Microsoft Business Intelligence. http://wdwisuryanto.staff.ipb.ac.id/files/2012/01/Makalah_Praseminar_1.pdf.