

Perancangan *Data Warehouse* dan Penerapan *Data Mining* Di Bidang Akademik Pada Institut Informatika Dan Bisnis Darmajaya

Sutedi

Sistem Informasi, Informatics & Business Institute Darmajaya
Jl. Z.A Pagar Alam No 93, Bandar Lampung - Indonesia 35142
Telp. (0721) 787214 Fax. (0721)700261

ABSTRACT

Higher education institution must be able to well perform processes of evaluation, planning and management in order to win the competition in this globalization era. To support any effort of the aforementioned, the institution needs qualified and sufficient information supports so that it can probe and predict any potential strength which existed.

Development data warehouse and data mining is kinds of solution alternatives which can be done to help organization in finding and understanding hidden patterns from the data provided. Data warehouse is a collection of integrated databases which is used to support the process of decision making. Data mining is a kind of analysis tool which is used to extract any information provided in the data warehouse.

The research discussed a problem in designing data warehouse and applying data mining to support the academic system at IBI Darmajaya in representing potential information required for better academic services to learners. The first executed steps was establishing the data warehouse of IBI Darmajaya, then an analysis was conducted towards all saved data in the data warehouse by using data mining techniques.

The results of this research is a data warehouse that can represent information to support the evaluation process and acceptance of new students campaign planning to the potential areas and school, advertising media that will be used, monitoring of students' academic status, evaluation and planning of students' study plans, and performance evaluation of study program within the aspects of alumni quality and length of study. In addition, this research also result the application of data mining for finding the rules that used to driving and directing the students enthusiast and study program selection for prospective new students.

Keyword : *Data warehouse, Data mining, Analysis tools, Hidden pattern*

ABSTRAK

Institusi pendidikan tinggi harus dapat dengan baik melakukan proses evaluasi, perencanaan dan manajemen untuk memenangkan persaingan di era globalisasi ini. Untuk mendukung setiap upaya tersebut di atas, institusi kebutuhan berkualitas dan informasi yang cukup mendukung sehingga dapat menyelidiki dan memprediksi setiap kekuatan potensial yang ada.

Gudang data pembangunan dan data mining adalah jenis alternatif solusi yang dapat dilakukan untuk membantu organisasi dalam mencari dan memahami pola tersembunyi dari data yang diberikan. Data warehouse adalah kumpulan database yang terintegrasi yang digunakan untuk mendukung proses pengambilan keputusan. Data mining adalah jenis alat analisis yang digunakan untuk mengekstrak informasi yang tersedia di gudang data.

Penelitian ini membahas masalah dalam merancang data warehouse dan menerapkan data mining untuk mendukung sistem akademik di IBI Darmajaya dalam merepresentasikan informasi potensial diperlukan untuk layanan akademik yang lebih baik bagi para peserta didik. Langkah-langkah dieksekusi pertama adalah membangun gudang data IBI Darmajaya, maka analisis dilakukan terhadap semua data yang disimpan di gudang data dengan menggunakan teknik data mining.

Hasil dari penelitian ini adalah data warehouse yang dapat mewakili informasi untuk mendukung proses evaluasi dan penerimaan perencanaan kampanye mahasiswa baru ke daerah-daerah potensial dan sekolah, media iklan yang akan digunakan, pemantauan status akademik, evaluasi dan perencanaan siswa siswa rencana studi, dan evaluasi kinerja program studi dalam aspek kualitas alumni dan lama pendidikan. Selain itu, penelitian ini juga mengakibatkan penerapan data mining untuk menemukan aturan-aturan yang digunakan untuk mengemudi dan mengarahkan siswa antusias dan seleksi program studi bagi calon mahasiswa baru.

Kata Kunci: Data warehouse, Data mining, Alat analisis, pola Hidden

I. PENDAHULUAN

Sebuah basis data digunakan untuk menyimpan data penting yang ada dalam suatu organisasi. Data yang tersimpan di dalam basis data merupakan bahan baku informasi yang kemudian diolah dan disajikan kepada

pihak-pihak yang membutuhkan, sebagai dasar pengambilan keputusan. Hal tersebut memberikan gambaran betapa pentingnya sebuah basis data bagi suatu organisasi.

Data warehouse merupakan salah satu bentuk basis data yang

digunakan oleh organisasi yang memiliki data berskala besar. Informasi potensial didalam *data warehouse* dapat dianalisis menggunakan teknik yang dikenal dengan istilah *data mining*. *Data warehouse* dan *data mining* dapat membantu organisasi dalam mencari dan memahami pola tersembunyi (*hidden pattern*) dari data yang dimiliki.

Informasi yang dihasilkan dari penerapan teknik *data mining* digunakan untuk menggali dan memprediksi potensi-potensi yang ada dalam suatu organisasi. *Informatics and Business Institute* (IBI) Darmajaya perlu membangun *data warehouse* dan menerapkan teknik *data mining* khususnya di bidang akademik. Hal tersebut berguna untuk membantu proses evaluasi, perencanaan dan pengelolaan bidang akademik IBI Darmajaya untuk dapat memenangkan persaingan yang semakin ketat di era globalisasi ini.

Saat ini IBI Darmajaya telah memiliki dan menerapkan aplikasi

komputer yang dibangun untuk keperluan pengolahan data akademik maupun data non akademik, namun informasi yang dapat disajikan masih bersifat rutin. IBI Darmajaya masih mengalami kesulitan dalam melakukan pengolahan data yang dibutuhkan untuk mendukung proses evaluasi dan perencanaan, khususnya di bidang akademik.

IBI Darmajaya memiliki basis data akademik yang cukup besar. Hal tersebut memungkinkan IBI Darmajaya membangun *data warehouse* dan menerapkan teknik *data mining* untuk mendukung proses evaluasi dan perencanaan di bidang akademik. Permasalahannya adalah “bagaimana merancang *data warehouse* dan menerapkan teknik *data mining* yang dapat mendukung proses evaluasi dan perencanaan di bidang akademik IBI Darmajaya?”. Oleh karena itu penelitian ini akan membahas proses perancangan *data warehouse* dan penerapan *data mining* untuk mendukung bidang akademik IBI Darmajaya.

Penelitian ini bertujuan untuk membantu IBI Darmajaya dalam merancang bangun *data warehouse* dan menerapkan teknik *data mining* dibidang akademik. *Data warehouse* yang dibangun bertujuan untuk memudahkan penyajian informasi sebagai berikut : (a) Informasi penerimaan mahasiswa baru berdasarkan asal daerah, asal sekolah dan sumber informasi pada setiap periode dan program studi. (b) Informasi mahasiswa berdasarkan status akademik pada setiap periode dan program studi. (c) Informasi detail dan rekap nilai mahasiswa pada setiap periode dan program studi. (d) Informasi alumni berdasarkan predikat, IPK dan lama studi pada setiap periode dan program studi.

Sedangkan penerapan *data mining* di IBI Darmajaya ditujukan untuk mencari *rule-rule* yang digunakan dalam mengarahkan pemilihan program studi bagi calon mahasiswa baru dan mengarahkan peminatan mahasiswa.

Penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai solusi alternatif bagi IBI Darmajaya untuk mengatasi kesulitan pengolahan data yang selama ini terjadi. Diharapkan penerapan *data warehouse* dan *data mining* pada bidang akademik IBI Darmajaya dapat mempermudah penyajian informasi yang dibutuhkan. Dengan demikian proses evaluasi, perencanaan dan pengambilan keputusan di bidang akademik IBI Darmajaya dapat dilakukan secara lebih baik.

Pembahasan bidang akademik meliputi ruang lingkup yang luas dan kompleks, namun masalah yang dibahas pada penelitian ini dibatasi hanya pada hal-hal berikut : (1) Merancang bangun *data warehouse* bidang akademik untuk memudahkan dalam penyajian informasi yang mendukung proses berikut ini : (a) Evaluasi dan perencanaan promosi penerimaan mahasiswa baru ke daerah-daerah dan sekolah-sekolah yang potensial. (b) Evaluasi dan perencanaan media promosi yang akan digunakan. (c)

Pengamatan trend mahasiswa berdasarkan status akademiknya. (d) Evaluasi dan perencanaan studi mahasiswa. (e) Evaluasi kinerja program studi dari segi kualitas lulusan dan masa studinya. (2) Menerapan teknik *data mining* untuk mencari *rule-rule* yang berguna untuk hal-hal berikut ini. (a) Membantu panitia penerimaan mahasiswa baru agar dapat mengarahkan calon mahasiswa dalam memilih program studi yang sesuai. (b) Membantu pembimbing akademik khususnya di Jurusan Teknik Informatika IBI Darmajaya dalam mengarahkan peminatan mahasiswa bimbingannya.

II. METODE

Penelitian ini membutuhkan data dan informasi pendukung yang akurat, untuk itu dilakukan pengumpulan data dengan metode : (a) Observasi, Pengumpulan data dengan metode ini dilakukan dengan mengamati secara langsung ke bagian-bagian yang terkait dengan bidang akademik di IBI Darmajaya. Hal tersebut dilakukan

untuk memperoleh gambaran yang obyektif tentang sistem layanan akademik yang sedang berjalan di IBI Darmajaya. (b) Wawancara, Pengumpulan data dengan metode ini dilakukan melalui tanya jawab dengan pihak-pihak yang terkait dan berkompeten dalam bidang akademik. Hal ini dilakukan untuk menggali dan mengkonfirmasi hal-hal yang ditemukan saat pengamatan di obyek penelitian. (c) Studi Literatur, Metode ini dilakukan dengan membaca dan mengkaji buku-buku panduan dan dokumen-dokumen yang berkaitan dengan obyek yang diteliti. Hal tersebut dilakukan guna menggali informasi dan teori-teori yang dapat direferensi untuk mendukung penelitian ini.

Penelaahan kebutuhan bisnis dan informasi perlu dilakukan guna menyelaraskan penelitian yang dilakukan dengan kebutuhan bisnis dan informasi yang ada di organisasi. Berdasarkan hasil pengumpulan data yang telah dilakukan, diketahui hal-hal sebagai berikut : (a) Dalam proses

evaluasi dan perencanaan promosi penerimaan mahasiswa baru, pimpinan IBI Darmajaya membutuhkan informasi tentang calon mahasiswa, asal daerah dan asal sekolah yang potensial sebagai sumber mahasiswa baru bagi IBI Darmajaya. Selain itu juga diperlukan informasi mengenai media promosi yang efektif guna menyebarkan informasi tentang IBI Darmajaya bagi para calon mahasiswa.

(b) Pimpinan IBI Darmajaya membutuhkan informasi mengenai jumlah mahasiswa berdasarkan status akademiknya guna merencanakan penyelenggaraan proses belajar mengajar dan mengambil langkah-langkah *preventive* bila terjadi *trend* negatif pada suatu program studi tertentu. (c) Pembimbing akademik membutuhkan informasi yang lengkap dan mutakhir tentang hasil studi mahasiswa bimbingannya guna membantu mengarahkan rencana studi mahasiswa yang tepat. (d) Dalam proses evaluasi kinerja program studi dan kualitas lulusan, pimpinan IBI Darmajaya membutuhkan informasi

yang lengkap tentang alumni, baik secara menyeluruh maupun berdasarkan kriteria-kriteria tertentu.

(e) Terkait dengan layanan akademik, diperlukan *rule-rule* yang dapat membantu mengarahkan calon mahasiswa dalam memilih program studi yang cocok serta dapat membantu mengarahkan mahasiswa dalam menentukan peminatan yang sesuai.

Setelah dilakukan penelaahan terhadap kebutuhan bisnis dan informasi, selanjutnya dilakukan perancangan dan penerapan *data warehouse* yang diperlukan untuk dapat memenuhi kebutuhan bisnis dan informasi tersebut. Data yang bersumber dari basis data akademik IBI Darmajaya diekstrak untuk memilih dan mengambil data yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan bisnis dan informasi. Selanjutnya dilakukan proses *cleansing data* untuk membersihkan data dari kesalahan, ketidakkonsistenan, dan ketidaklengkapan data. Setelah proses *cleansing data* selesai dilakukan kemudian dilanjutkan dengan proses

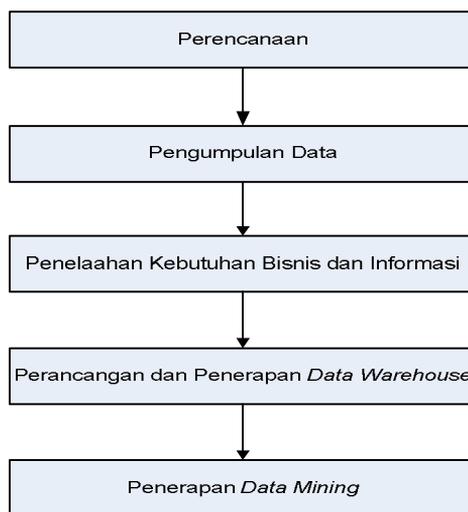
transformasi untuk mengubah format data operasional ke dalam format *data warehouse* kemudian dilakukan proses *loading*. Setelah proses pembentukan *data warehouse* selesai, selanjutnya dapat dilakukan presentasi *data warehouse* sesuai kebutuhan.

Teknik *data mining* diterapkan untuk menemukan pola-pola di dalam basis data yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan bisnis dan informasi. Keluaran yang dihasilkan dari penerapan teknik *data mining* merupakan hasil ekstraksi informasi yang memanfaatkan kemajuan di bidang ilmu komputer dan statistik. Tahapan *data mining* terdiri dari : (a) *data selection* (pemilihan data). (b) *data cleaning* (pembersihan data). (c) *data integration* (penyatuan data). (d) *data transformation* (perubahan bentuk data). (e) *data mining* (penggalian data). (f) *pattern evaluation* (evaluasi pola). (g) *knowledge presentation* (presentasi pengetahuan).

Penerapan teknik *data mining* pada penelitian ini menggunakan data yang tersedia didalam *data warehouse*

yang dibangun sebelumnya. Oleh karena itu tahapan *data mining* yang dilakukan dapat langsung masuk ke proses penggalian data, karena proses pemilihan data sampai dengan perubahan bentuk data telah dilakukan pada saat pembentukan *data warehouse*.

Secara garis besar alur pelaksanaan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar berikut ini.



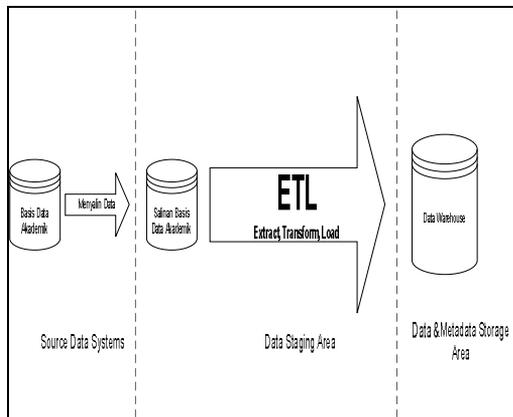
Gambar 1. Alur pelaksanaan penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Dan Penerapan Data Warehouse, Perencanaan arsitektur pada pengembangan *data warehouse* ini meliputi arsitektur

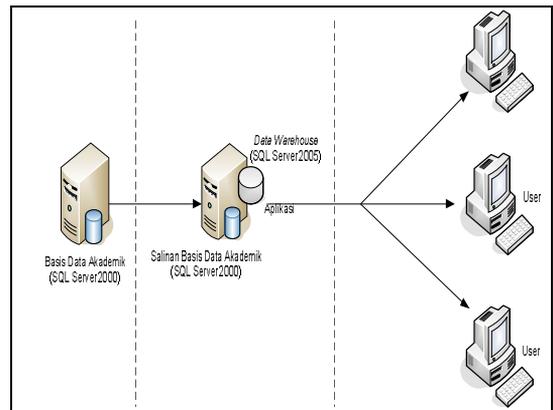
logical dan arsitektur fisik. Arsitektur *logical* berupa rancangan tahapan alur data dari sumber data sampai menjadi data pada *data warehouse*, sedangkan arsitektur fisik berupa gambaran konfigurasi teknis dari *data warehouse* tersebut. Perencanaan arsitektur tersebut tentunya sedapat mungkin didesain sesuai dengan kondisi yang ada di IBI Darmajaya.

Rancangan arsitektur *logical* dari *data warehouse* IBI Darmajaya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur *logical data warehouse* IBI Darmajaya

Sedangkan arsitektur fisik *data warehouse* IBI Darmajaya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Arsitektur fisik *data warehouse* IBI Darmajaya

Data yang diperlukan untuk membangun *data warehouse* IBI Darmajaya bersumber dari basis data akademik IBI Darmajaya. Data yang terekam di dalam basis data tersebut berasal dari beberapa aplikasi pendukung di bidang akademik yang dikembangkan untuk layanan mahasiswa, dosen maupun staf administrasi. Aplikasi komputer yang dikembangkan merupakan aplikasi yang dapat diakses di lingkungan kampus yang berupa *client-server application*. Berikut adalah beberapa aplikasi yang berjalan di IBI Darmajaya yang berhubungan dengan data akademik : (a) Aplikasi pendaftaran mahasiswa baru. (b)

Aplikasi pengolahan data Biro Administrasi Akademik dan Kemahasiswaan. (c) Aplikasi layanan mahasiswa

Rincian dari sumber data yang digunakan dalam pembangunan *data warehouse* IBI Darmajaya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rincian sumber data

Basis Data Akademik IBI Darmajaya	
Tipe Basis Data	<i>Relational Database</i>
Engine	<i>Microsoft SQL Server 2000</i>
Platform	<i>Microsoft Windows Server 2003</i>
Nama Basis Data	Darmajaya
Jumlah Tabel	121 Tabel
Ukuran Data Terakhir	567 Mega Byte
Pertambahan Data	± 24 Mega Byte per Semester

Salah satu proses penting yang harus dilakukan dalam pengoperasian *data warehouse* akademik IBI Darmajaya adalah proses penyalinan data dari basis data operasional. Proses penyalinan data tersebut dilakukan setiap periode waktu tertentu, terutama setelah terjadi transaksi yang mengakibatkan penambahan atau perubahan data pada basis data operasional, antara lain pada saat proses penerimaan mahasiswa baru, pengisian FRS, pengisian nilai dan lain sebagainya.

Tidak semua data yang ada pada basis data akademik IBI Darmajaya digunakan untuk keperluan pembangunan *data warehouse* pada penelitian ini. Hanya data yang berkaitan dan diperlukan untuk dipresentasikan dalam *data warehouse* akademik IBI Darmajaya saja yang akan digunakan. Tempat pelaksanaan proses seleksi dan penyiapan data yang akan dimuat kedalam *data warehouse* disebut *staging area*. Data yang berada pada *staging area* untuk diproses lebih

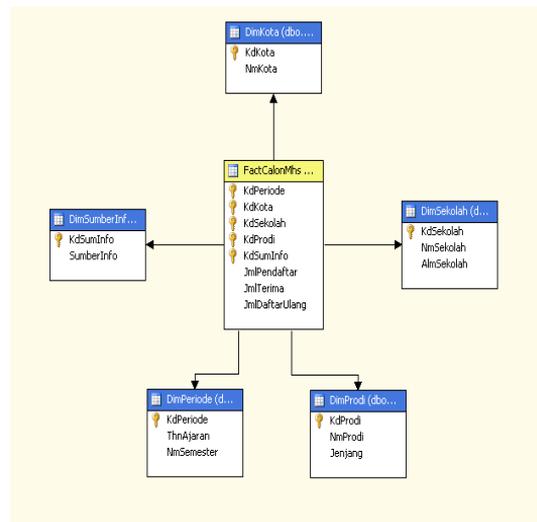
lanjut ke dalam *data warehouse* dikenal dengan istilah *data staging*.

Sebelum data masuk ke dalam *data warehouse*, terlebih dahulu dilakukan proses ETL (*extract, transform, load*) terhadap data tersebut. Proses tersebut dimaksudkan untuk standarisasi data yang akan digunakan dalam *data warehouse*. Proses ETL merupakan hal penting yang harus dilakukan, karena tahapan ini merupakan langkah kritis dalam pembangunan *data warehouse*. Proses ETL dilakukan secara periodik dan semi otomatis.

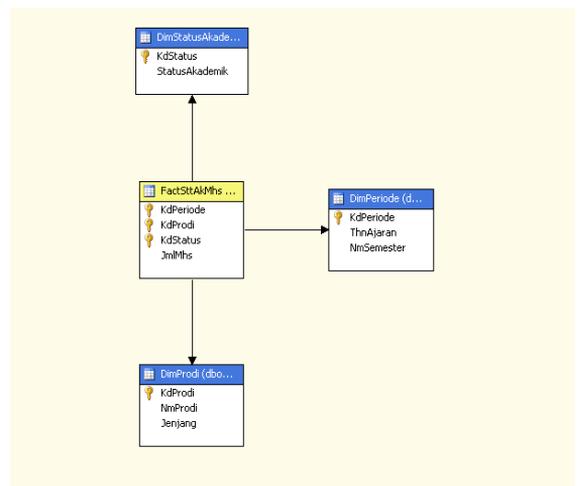
Skema yang digunakan untuk pemodelan ini adalah *star schema*. Alasan penggunaan skema tersebut adalah agar proses *query* lebih ringan dan memudahkan dalam penjelajahan terhadap data dimensi. Hal tersebut disebabkan karena tabel dimensi pada *star schema* tidak memerlukan tabel sub dimensi.

Pemodelan dan penerapan *data warehouse* IBI Darmajaya dilakukan dengan menggunakan *template analysis services* dari *Business*

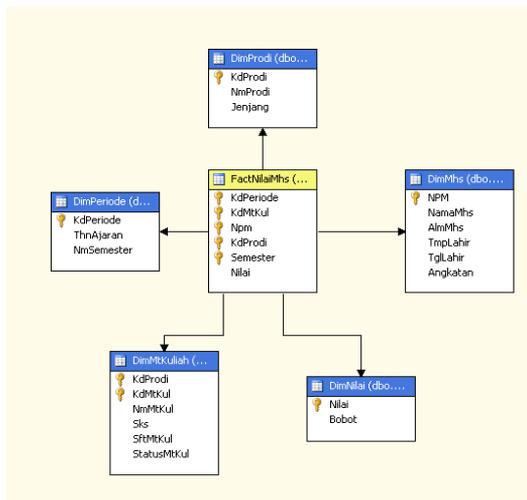
Intelligence Development Studio 2005. Model *data warehouse* IBI Darmajaya secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4.



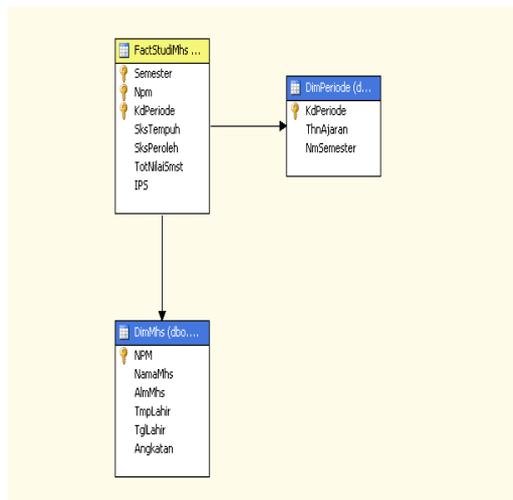
Gambar 4. *Star schema* data calon mahasiswa IBI Darmajaya



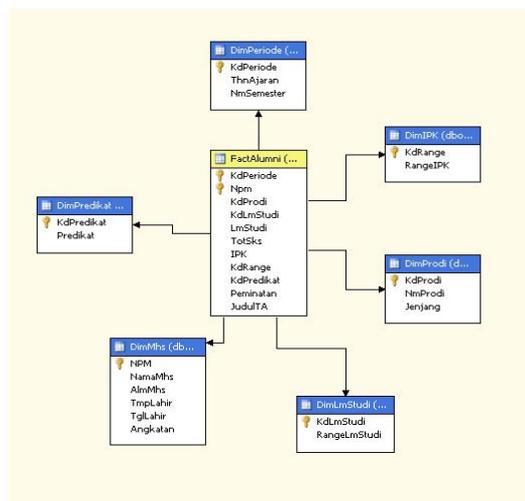
Gambar 5. *Star schema* data status akademik mahasiswa IBI Darmajaya



Gambar 6. *Star schema* data detail nilai mahasiswa IBI Darmajaya



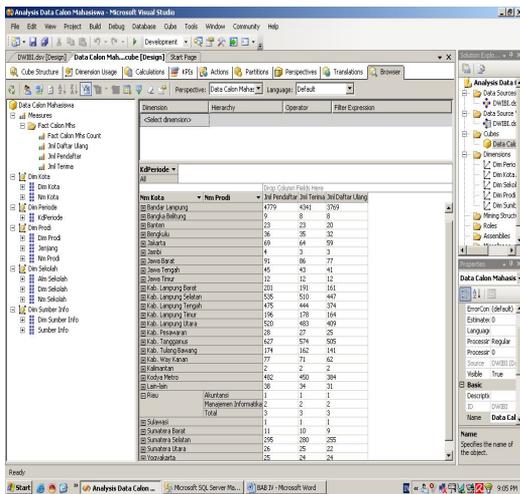
Gambar 7. *Star schema* data rekap nilai per semester mahasiswa IBI Darmajaya



Gambar 8. *Star schema* data alumni IBI Darmajaya

Hal terpenting dari *data warehouse* adalah kemampuan *data warehouse* dalam menyediakan informasi yang dibutuhkan oleh *user*. *Data warehouse* IBI Darmajaya dapat menyediakan informasi akademik yang sesuai kebutuhan dengan cara yang mudah dan cepat sehingga dapat mendukung proses evaluasi dan pengambilan keputusan yang dilakukan. Kemampuan yang dimiliki dalam *data warehouse* IBI Darmajaya antara lain sebagai berikut : (a) *Roll-up* dan *drill-down*. (b) *Output customization*. (c) *Query* sesuai kebutuhan.

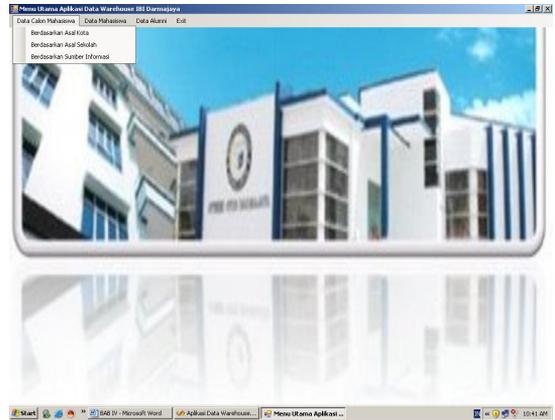
Berikut adalah contoh bentuk persentasi informasi dari *data warehouse* IBI Darmajaya yang dapat disajikan untuk mendukung proses evaluasi, perencanaan dan pengelolaan bidang akademik IBI Darmajaya.



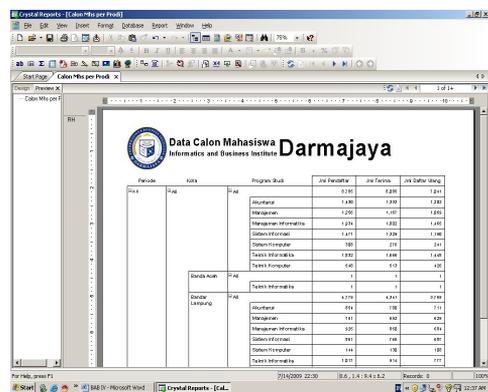
Gambar 9. Contoh presentasi informasi menggunakan *browser SQL Server Business Intelligence Development Studio 2005*.

Selain itu, presentasi informasi dari *data warehouse* IBI Darmajaya juga dapat dilakukan menggunakan fasilitas *OLAP Cube Report Wizard* dari *Crystal Reports XI*. Dengan tambahan menu aplikasi yang dibuat menggunakan *Microsoft Visual Basic.Net*, pengguna dapat lebih mudah mengakses sajian informasi yang

dihasilkan dari *data warehouse* IBI Darmajaya.



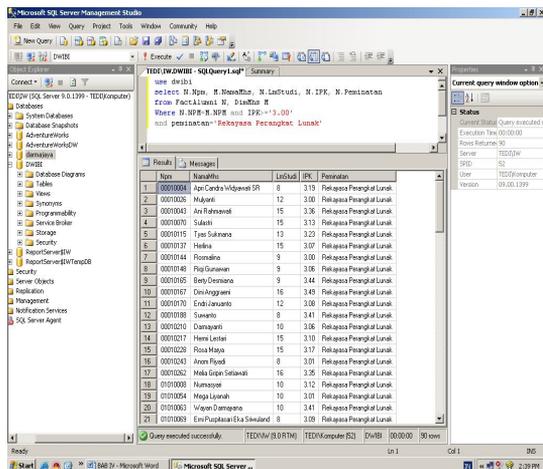
Gambar 10. Tampilan menu aplikasi *data warehouse* IBI Darmajaya



Gambar 11. Contoh presentasi informasi menggunakan *OLAP Cube Report Wizard* dari *Crystal Reports XI*

Selain presentasi informasi melalui fasilitas-fasilitas yang telah dijelaskan sebelumnya, jika *user* menginginkan bentuk *output* dengan kriteria lain yang disesuaikan dengan

kebutuhan, maka penyajian informasi tersebut juga dapat dilakukan menggunakan fasilitas *query* dari *SQL Server*.



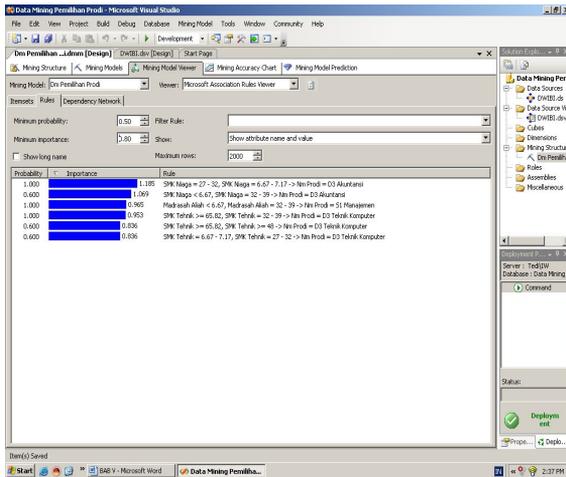
Gambar 12. Contoh presentasi informasi menggunakan *query SQL Server* yang dapat di-set sesuai kebutuhan

Penerapan Teknik Data Mining, Pada penelitian ini penerapan teknik *data mining* dilakukan pada data akademik yang diekstrak dari *data warehouse* IBI Darmajaya. Dengan demikian tidak diperlukan lagi proses *cleansing* data karena sudah dilakukan pada saat pembentukan *data warehouse*.

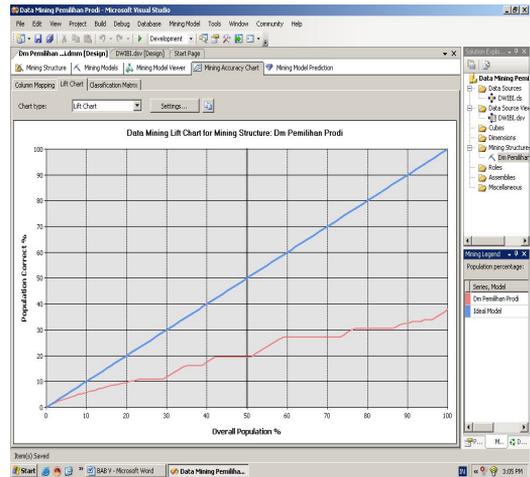
Penerapan teknik *data mining* pada data akademik IBI Darmajaya bertujuan mendukung kegiatan

akademik. Fokus penerapan *data mining* ini adalah sebagai berikut : (a) Membantu panitia penerimaan mahasiswa baru agar mengarahkan calon mahasiswa dalam pemilihan program studi yang sesuai untuk mereka jalani. (b) Membantu pembimbing akademik agar dapat mengarahkan mahasiswa dalam menentukan program peminatan yang sesuai.

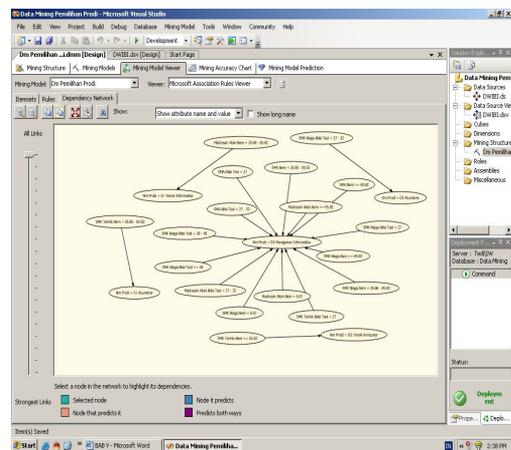
Pemilihan teknik *data mining* disesuaikan dengan pertanyaan yang ingin dijawab. Teknik *data mining* yang dipilih untuk menjawab pertanyaan “bagaimana karakteristik mahasiswa yang berhasil mengambil program studi tertentu atau peminatan?” adalah teknik asosiasi (*association rules*). Berikut adalah salah satu hasil uji coba *data mining* yang dilakukan.



Gambar 13. Rule yang dihasilkan dari uji coba data mining untuk pemilihan program studi



Gambar 15. Lift chart data mining pemilihan program studi



Gambar 14. Dependency Network yang dihasilkan dari uji coba data mining untuk pemilihan program studi

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat dikemukakan antara lain sebagai berikut : (1) Dengan dibangunnya *data warehouse* IBI Darmajaya, maka penelusuran informasi akademik yang berkaitan dengan penerimaan mahasiswa baru, status akademik mahasiswa, hasil studi mahasiswa dan alumni dapat dilakukan dengan mudah dan lebih fleksibel. (2) Informasi yang disajikan dari *data warehouse* IBI Darmajaya dapat dipergunakan untuk hal-hal sebagai berikut : (a) Membantu Pimpinan IBI Darmajaya dalam proses

evaluasi dan perencanaan promosi ke daerah-daerah dan sekolah-sekolah asal calon mahasiswa yang potensial bagi IBI Darmajaya. (b) Membantu Pimpinan IBI Darmajaya dalam proses evaluasi dan perencanaan penggunaan media promosi yang digunakan dimasing-masing daerah. (c) Membantu Pimpinan IBI Darmajaya saat mencermati *trend* status akademik mahasiswa pada tiap-tiap program studi di setiap periode sehingga Pimpinan IBI Darmajaya dapat dengan segera melakukan langkah-langkah *preventive* terhadap *trend* berdampak negatif bagi institusi. (d) Membantu pembimbing akademik dalam mengevaluasi dan memberikan arahan rencana studi bagi mahasiswa bimbingannya secara cermat. (e) Membantu Pimpinan IBI Darmajaya dalam proses evaluasi kinerja program studi baik dari segi kualitas lulusan maupun masa studi mahasiswa. (f) Penerapan *data mining* dapat dimanfaatkan untuk mencari pola karakteristik mahasiswa yang akan mengambil program peminatan atau program studi tertentu, namun karena

jumlah data yang digunakan kurang memadai sehingga *rule-rule* yang dihasilkan belum ideal untuk diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Efraim Turban, Jay E. Aronson, Ting-Peng Liang. 2005. *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. Seventh Edition. Pearson Education.

<http://www.ilmukomputer.com>. Akses tanggal 19 Desember 2007, *Mengenal Data Warehouse*.

<http://oracle-online-help.blogspot.com/2006/11/star-vs-snowflake-schema.html>. Akses tanggal 28 Agustus 2008, *Star VS Snowflake Schema*.

Jeffrey A. Hoffer, Mary B. Prescott, dan Fred R. McFadden. 2005. *Modern Database Management*. Seventh Edition. Prentice Hall.

Kenneth C. Laudon dan Jane P. Laudon. 2004. *Management Information Systems, Managing The Digital Firm*. Eighth Edition. Prentice Hall

Raghu Ramakrishnan dan Johannes Gehrke. 2003. *Database Management Systems*. Third Edition. McGraw-Hill