



DATA WAREHOUSE DAN DATA MINING UNTUK SISTEM PENDUKUNG MANAJEMEN

Pidato Pengukuhan
Jabatan Guru Besar Tetap
dalam Bidang Kecerdasan Buatan pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
diucapkan di hadapan Rapat Terbuka Universitas Sumatera Utara

Gelanggang Mahasiswa, Kampus USU, 10 September 2008

OLEH:

OPIM SALIM SITOMPUL



DATA WAREHOUSE DAN DATA MINING
UNTUK SISTEM PENDUKUNG MANAJEMEN

Pidato Pengukuhan
Jabatan Guru Besar Tetap
dalam Bidang Kecerdasan Buatan pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
diucapkan di hadapan Rapat Terbuka Universitas Sumatera Utara

Gelanggang Mahasiswa, Kampus USU, 10 September 2008

Oleh:

OPIM SALIM SITOMPUL

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2008

Yang terhormat,

- *Bapak Ketua dan Anggota Majelis Wali Amanat Universitas Sumatera Utara*
- *Bapak Rektor Universitas Sumatera Utara*
- *Para Pembantu Rektor Universitas Sumatera Utara*
- *Ketua dan Anggota Senat Akademik Universitas Sumatera Utara*
- *Ketua dan Anggota Dewan Guru Besar Universitas Sumatera Utara*
- *Para Dekan Fakultas/Pembantu Dekan, Direktur Sekolah Pascasarjana, Direktur dan Ketua Lembaga di lingkungan Universitas Sumatera Utara*
- *Para Dosen, Mahasiswa, dan Seluruh Keluarga Besar Universitas Sumatera Utara*
- *Seluruh Teman Sejawat serta para undangan dan hadirin yang saya muliakan*

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur kita sampaikan ke hadirat Allah SWT atas nikmat dan karunia yang tiada henti Ia berikan kepada kita semua sehingga kita dapat hadir untuk mengikuti upacara pengukuhan Guru Besar yang terhormat ini dalam keadaan sehat walafiat. Salawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya, mudah-mudahan kelak kita mendapat syafa'at darinya.

Dengan kerendahan hati dan mengharap rida dari Allah SWT, izinkanlah saya menyampaikan pidato pengukuhan sebagai Guru Besar Tetap pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara dengan judul:

**DATA WAREHOUSE DAN DATA MINING
UNTUK SISTEM PENDUKUNG MANAJEMEN**

ABSTRAK

Data warehousing dan data mining merupakan dasar-dasar arsitektural bagi sistem-sistem pendukung keputusan. Keduanya memiliki hubungan simbiotik dimana data warehouse menyiapkan tahapan untuk kegiatan data mining yang efektif. Teknologi data warehouse telah memungkinkan sebuah

organisasi untuk mengelola dan menyimpan data bisnis dalam volume yang sangat besar dalam bentuk yang dapat dianalisa. Kematangan dalam bidang kecerdasan buatan telah pula menciptakan sekumpulan teknik *machine learning* (mesin pembelajaran) yang berguna untuk mengotomatisasi kegiatan-kegiatan penting dan melelahkan guna mengungkapkan pola-pola dalam database. Dalam pidato ini, akan diperkenalkan konsep *data warehouse* dan *data mining* sebagai teknologi dalam sistem pendukung keputusan. Dalam implementasinya, teknik-teknik ini dapat diterapkan di lingkungan perguruan tinggi sebagai salah satu upaya untuk mempertinggi efisiensi dan efektifitas pengelolaan dalam rangka meningkatkan mutu universitas.

Kata kunci: data warehouse, data mining, model multidimensi, sistem pendukung keputusan

PENDAHULUAN

Hadirin yang saya muliakan,

Kemampuan untuk menghasilkan dan mengumpulkan data secara elektronik pada masa sekarang ini meningkat sangat cepat dengan dukungan berbagai teknologi seperti *bar code*, komputerisasi berbagai proses bisnis dan kemajuan dalam alat-alat pengumpul data yang melenyapkan beban pemasukan data (*keying burden*) yang selama ini dirasakan dalam proses pengumpulan data (Chen *et al.* 1996, Maimon & Last 2000). Penggunaan yang luas atas teknologi komputer dan jaringan telah membentuk database-database elektronik besar yang menyimpan berbagai transaksi bisnis (Bose & Mahapatra 2001). Bagi sebuah organisasi hal ini sangat menguntungkan karena data yang diperlukan untuk mengambil keputusan sangat tergantung pada kelengkapan data yang dimiliki. Akan tetapi, di lain pihak besarnya jumlah data ditambah kemungkinan tersebarnya lokasi penyimpanannya, akan lebih mempersulit pengaksesan data tersebut pada saat diperlukan.

Para pengambil keputusan di sebuah organisasi pada suatu saat akan menyadari bahwa mereka memerlukan alat-alat yang lebih tangguh daripada alat yang umumnya digunakan dalam sistem transaksi *online*. Untuk memperoleh kecerdasan bisnis (*business intelligence*) dari sumber-sumber data korporasi bagi sistem pendukung keputusan yang digunakan,

mereka harus menggunakan cara yang berbeda dalam memperlakukan data yang besar. Kecerdasan bisnis tersebut meliputi topik-topik seperti penggudangan data (*data warehousing*), *online analytical processing* (OLAP), penambangan data (*data mining*), dan multidimensionalitas (Turban & Aronson 2001).

Data warehousing dan *data mining* merupakan dasar-dasar arsitektural bagi sistem-sistem pendukung keputusan. Keduanya memiliki hubungan simbiotik dimana *data warehouse* menyiapkan tahapan untuk kegiatan *data mining* yang efektif (Inmon 1996). Teknologi *data warehouse* telah memungkinkan sebuah organisasi untuk mengelola dan menyimpan data bisnis dalam volume yang sangat besar dalam bentuk yang dapat dianalisa. Kematangan dalam bidang kecerdasan buatan telah pula menciptakan sekumpulan teknik *machine learning* (mesin pembelajaran) yang berguna untuk mengotomatisasi kegiatan-kegiatan penting dan melelahkan guna mengungkapkan pola-pola dalam database. Faktor-faktor ini telah mengubah cara menganalisa data dan melahirkan *data mining*, yang mengintegrasikan *machine learning*, analisa statistik, dan teknik-teknik visualisasi, dengan intuisi dan pengetahuan para analis untuk menemukan pola-pola menarik dan bermakna dalam data (Bose & Mahapatra 2001).

Di dalam sebuah *data warehouse*, berbagai sumber data operasional yang berbeda-beda diintegrasikan ke dalam sebuah tempat penyimpanan data terpusat untuk dapat diakses oleh alat-alat analisis informasi seperti OLAP, visualisasi data, sistem informasi eksekutif/sistem pendukung keputusan, lembar kerja, *data mining*, dan bahasa-bahasa pengembangan lain. Secara umum alat-alat ini diklasifikasikan ke dalam tiga kelas besar, yaitu OLAP, *data mining*, dan alat-alat kueri. Sistem OLAP terutama digunakan untuk analisis yang menggunakan kemampuan komputasi terdistribusi dan mendukung satu kelas kueri khusus berupa pendekatan pertanyaan dan jawaban (*query and answer*) yang memerlukan persyaratan-persyaratan logika yang kompleks, fungsi-fungsi statistik, dan analisis *time-series*. Manakala kegunaan *data mining* adalah untuk pengungkapan pengetahuan (*knowledge discovery*) dimana para penggunanya mencari pola-pola yang menarik dalam sekumpulan besar data dan mencoba memformulasikan sebuah kueri yang dapat menangkap esensi dari pola-pola yang menarik tersebut. Sistem pendukung keputusan menyokong para pengambil keputusan suatu organisasi dengan menyediakan data tingkat-tinggi untuk keputusan-keputusan yang kompleks dan penting.

DATA WAREHOUSE

Hadirin yang terhormat,

Definisi *data warehouse* yang paling sering digunakan diberikan oleh W. H. Inmon pada tahun 1992, yaitu kumpulan data yang berorientasi-subjek, terintegrasi, *nonvolatile*, dan varian-waktu untuk mendukung keputusan manajerial. Sifat berorientasi subjek sebuah *data warehouse* menunjukkan bahwa pengorganisasian data bergantung kepada proses bisnis tertentu dan akan berbeda antara satu sistem dengan sistem yang lain. Sifat terintegrasinya menunjukkan bahwa *data warehouse* merupakan sebuah tempat pengintegrasian data dari berbagai proses bisnis sedemikian hingga data yang sama memiliki jenis data yang sama dan setiap atribut data memiliki himpunan nilai yang sama pula. Karena *data warehouse* dibangun untuk tujuan-tujuan analisis misalnya seperti analisis tren data dan keputusan strategis jangka panjang, maka data disimpan dalam periode waktu yang panjang. Sifat varian waktunya menghendaki bahwa *data warehouse* memiliki sebuah dimensi temporal untuk merekam dimensi waktu ketika transaksi berlangsung. Selanjutnya, sifat manajerial *data warehouse* menunjukkan bahwa *data warehouse* dirancang dengan tujuan analisis data dan pengambilan keputusan manajerial.

Target dibangunnya sistem *data warehouse* adalah untuk mengubah volume penyimpanan data yang sangat besar, yang telah terkumpul sepanjang sejarah suatu organisasi, menjadi informasi pengambilan keputusan strategis dan memberikan penyelesaian kepada pengguna. Dalam hal ini *data warehouse* berperan untuk memberi para manajer organisasi suatu kemampuan untuk melakukan kueri secara efisien terhadap database yang sangat besar agar dapat memperoleh ringkasan informasi secara cepat, serta menyusun data kedalam berbagai perspektif yang berbeda-beda dan independen.

PENTINGNYA DATA WAREHOUSE

Data yang dipelihara dalam berbagai database operasional secara kontinu bertambah sepanjang pengoperasian organisasi dari hari ke hari. Pihak manajemen eksekutif, data analis, dan pengguna-akhir sebagai pekerja pengetahuan (*knowledge worker*) suatu organisasi lambat laun menyadari bahwa mereka memerlukan sebuah alat yang tepat untuk mengendalikan dan mengakses data tersebut agar dapat memperoleh informasi yang berguna. Alat yang biasanya digunakan untuk memanipulasi data historikal

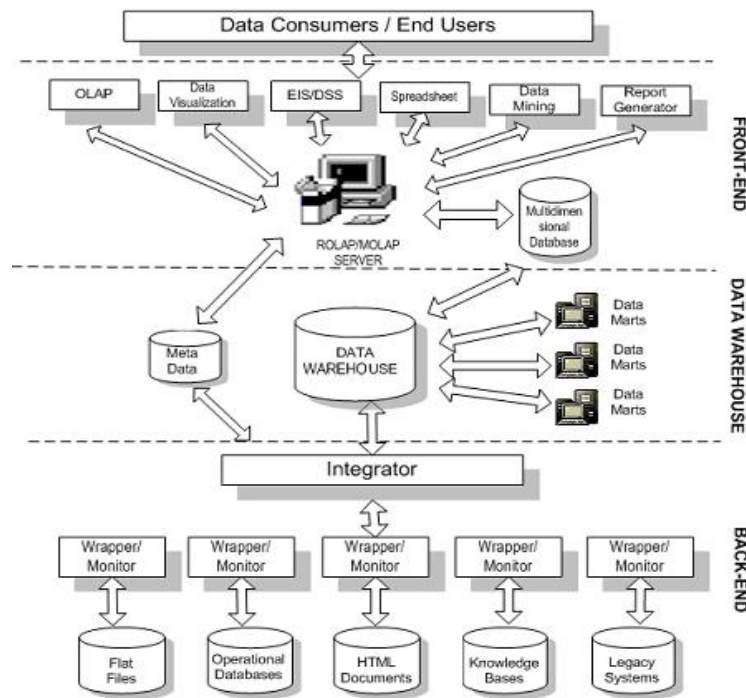
yang dipelihara di dalam sebuah *data warehouse* ternyata tidak lagi memadai untuk mendukung operasi-operasi yang lebih kompleks misalnya seperti perencanaan dan peramalan. Dalam lingkungan bisnis sekarang ini, menganalisis tren data dan korelasinya dari berbagai aspek bisnis yang berbeda untuk tujuan perencanaan dan peramalan merupakan keperluan kueri bisnis yang paling berharga (Gardner 1998).

Alat yang biasa digunakan untuk memanipulasi data operasional yang dikenal dengan nama *online transaction processing* (OLTP) dirancang untuk mengotomasi tugas-tugas pemrosesan yang terstruktur dan berulang-ulang. Secara tipikal, transaksi OLTP adalah pendek, atomik, dan terisolasi; memerlukan data yang terperinci dan *uptodate*; dan membaca atau meng-*update* beberapa rekod saja (Chauduri & Dayal 1997). Permintaan pengguna diproses secara reliabel dan efisien dari satu *snapshot* data operasional saat ini menggunakan program aplikasi khusus seperti tagihan, pengendalian inventori, penggajian, dan pendukung manufaktur dimana masing-masing aplikasi menyimpan data transaksi dalam sebuah database tersendiri. Keragaman format dan lokasi data operasional tersebut menyebabkan ketidakefisienan OLTP untuk mendukung aplikasi sistem pendukung keputusan (Dunham 2003).

Sebaliknya, *data warehouse* tidak hanya memelihara data operasional saat ini, tetapi juga menyimpan data historis yang telah diakumulasikan dalam periode waktu yang panjang dari berbagai sumber informasi, menjadikan jumlah data yang tersimpan itu besarnya jauh melampaui jumlah data yang tersimpan dalam database operasional, yakni hingga ke ukuran *terabyte* (2^{12} byte). Namun demikian, pengintegrasian data ke dalam sebuah tempat penyimpanan sentral ini memungkinkan pihak eksekutif organisasi menganalisis secara komprehensif, mengeksplorasi, mengidentifikasi tren-tren yang berguna, dan membuat ringkasan data untuk aktifitas pengambilan keputusan tingkat tinggi.

ARSITEKTUR DATA WAREHOUSE

Umumnya sebuah sistem *data warehouse* terdiri dari tiga komponen utama, yaitu alat *back-end*, *data warehouse*, dan alat *front-end* seperti diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Data warehouse

Alat *back-end* adalah sekumpulan perangkat lunak akuisisi data dengan tiga tugas utama: meng-ekstrak data dari sumber-sumber eksternal, mengkonsolidasikan data ke dalam sebuah skema global, dan memuat data ke dalam *data warehouse* (Garcia-Molina et al. 2002). Aktivitas-aktivitas ini umumnya dikenal sebagai proses ETL (*Extract, Transform, and Load*). Modul-modul yang bertanggung jawab untuk proses ekstraksi, konsolidasi dan pemuatan tersebut adalah *wrapper/monitor* dan *integrator* (Widom 1995). Modul *wrapper* bertugas mengubah sumber-sumber informasi dari format asalnya menjadi format dan model data yang digunakan oleh sistem *data warehouse*. Ada beberapa proses yang dilakukan pada saat berlangsungnya konversi, yaitu pemformatan ulang, pencucian, pengintegrasian, dan peringkasan sumber-sumber informasi (Dunham 2003). Peranan modul *monitor* adalah untuk mendeteksi secara otomatis setiap perubahan dalam sumber informasi dan melaporkannya kepada modul *integrator*, yang kemudian melakukan sederetan operasi seperti penyaringan, peringkasan, penggabungan, dan penginstalasian informasi ke dalam *data warehouse*.

Untuk memenuhi keperluan sekelompok pemakai tertentu atau untuk tugas pengambilan keputusan, sistem *data warehouse* mungkin juga menyediakan *data marts* dalam bentuk data terpakai untuk analisis pengguna akhir. *Data mart* merupakan sub-divisi dari *data warehouse* menurut tingkat departemental, regional, atau fungsional yang dapat

menyokong jenis aplikasi analitik yang lebih spesifik secara efisien. Dari sudut pandangan bisnis, *data mart* adalah tingkat ritel dimana konsumen data (dalam hal ini pengguna akhir) memperoleh informasi spesifik dari *data warehouse* (Moody & Kortink 2000).

Alat *front-end* terdiri dari perangkat lunak klien yang dapat digunakan untuk mengakses informasi yang disimpan di dalam *data warehouse* atau *data mart*. Sistem *data warehouse* biasanya menyediakan berbagai alat aplikasi untuk mengakomodasi tingkat kemahiran pengguna akhir yang berbeda-beda. Tergantung pada bagaimana data disimpan di dalam *data warehouse*, alat-alat tersebut dapat mengakses *server data warehouse* untuk melakukan kueri. *Server* itu kemudian melakukan konsultasi ke tempat penyimpanan *metadata* dan database untuk menjawab kueri tersebut.

Tempat penyimpanan *metadata* digunakan dalam *data warehouse* untuk mencatat deskripsi data baik dari sumber-sumber informasi maupun dari *data warehouse* itu sendiri. *Metadata* itu seperti kartu katalog perpustakaan yang menunjuk ke sebuah lokasi dan makna dari berbagai objek informasi di dalam *data warehouse* (Barquin & Edelstein 1997). Alat-alat *back-end* dan *front-end* melakukan permintaan informasi berdasarkan pemilihan yang dibuat dari katalog tersebut. Sebagai contoh, alat *back-end* dapat berkonsultasi dengan penyimpanan *metadata* tentang lokasi sebuah data tertentu, waktu untuk memperoleh data tersebut, format data dalam sumber informasi dan transformasi atau tindakan lain yang harus dilakukan terhadap data tersebut bilamana data itu dimuat ke dalam *data warehouse*. Manakala alat *front-end* mungkin perlu mengetahui tentang deskripsi item data tertentu, format data tersebut dalam *data warehouse*, informasi yang sesuai yang diperlukan untuk memungkinkan pemilihan kueri pengguna yang akurat, cara peringkasan data, dan bagaimana menyajikan hasil yang diperoleh untuk memberi jawaban terbaik terhadap kueri.

MODEL MULTIDIMENSI

Hadirin yang saya hormati,

Konsep *data warehouse* dapat ditinjau dari berbagai aspek seperti perangkat aplikasi, arsitektur, layanan informasi, dan infrastruktur komunikasi untuk mensintesa informasi yang berguna untuk pengambilan keputusan dari sumber-sumber data operasional yang heterogen dan terdistribusi (Golfarelli et al. 1998). Model yang ditujukan untuk mendukung

aplikasi dan implementasi *data warehouse* disebut model multidimensi. Dalam model multidimensi, data disajikan dalam bentuk fakta dan dimensi dimana tiap-tiap data dihubungkan ke berbagai dimensi. Dengan cara ini, fakta merupakan fokus perhatian dimana data dianalisis menurut konteks kuantitas yang tersimpan di dalam pengukuran dan konteks kualifikasi yang ditentukan melalui level-level dimensional (Hüsemann et al 2000). Pengkategorian data dalam bentuk dimensi ini adalah cara untuk mengorganisasikannya ke dalam level-level hirarki sedemikian hingga data dapat dipandang melalui potongan-potongan kecil dari yang halus hingga yang lebih kasar. (Agrawal et al. 1997).

Model multidimensi sebagai sebuah pandangan konseptual memainkan peranan penting dalam perancangan *data warehouse*. Model ini dapat dianggap sebagai perantara antara sistem analisis dan pengguna pada saat mereka bekerja sama dalam memformulasikan keperluan-keperluan *data warehouse*. Pada level konseptual, baik analisis maupun pengguna dapat mengajukan pendapat mereka dalam peristilahan yang saling mereka pahami, sehingga dapat menghindarkan jargon-jargon teknis dan teoritis. Selain itu, rancangan konseptual merupakan blok bangunan dasar untuk tahapan-tahapan perancangan *data warehouse* berikutnya, seperti perancangan logikal dan fisik. Tahapan perancangan konseptual ini dianggap sebagai tahapan terpenting bagi keberhasilan perancangan *data warehouse* secara keseluruhan, dimana kesalahan-kesalahan pemodelan dapat dideteksi secara dini dan skema dapat diperluas secara mudah.

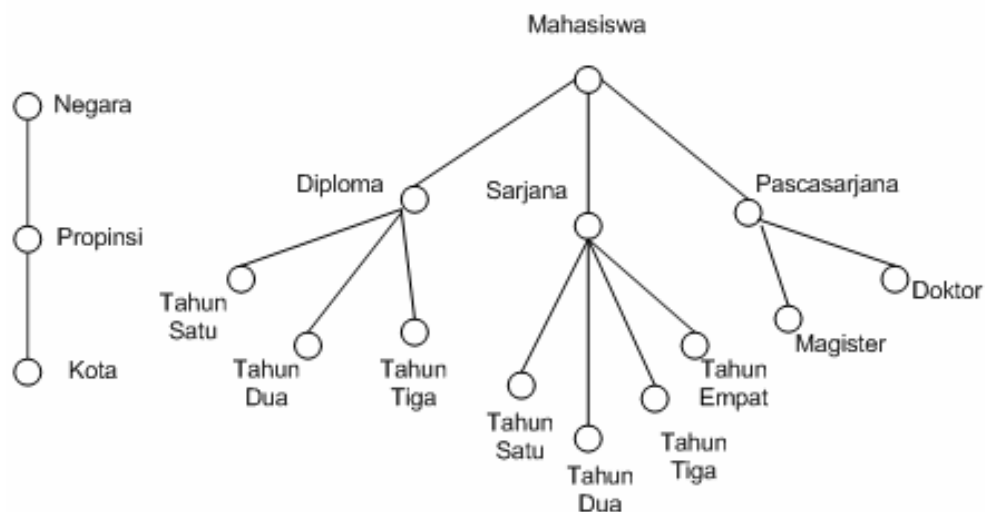
Dalam sebuah sistem *data warehouse* data diintegrasikan dari berbagai sumber untuk memberikan sebuah pandangan menyeluruh terhadap data dengan konsekuensi bahwa data yang akan dianalisa menjadi sangat besar dan kompleks. Akan tetapi, kompleksitas sebuah *data warehouse* bukan hanya berkaitan dengan besarnya volume sumber-sumber informasi tersebut, melainkan berkaitan juga dengan multidimensionalitas model-model data yang digunakan (Hüsemann et al. 2000). Untuk mengakomodasi pandangan multidimensi data tersebut, sistem *data warehouse* mengimplementasikan model multidimensi. Model ini mengklasifikasikan data menjadi dua jenis, yaitu data numerik dan data tekstual dimana data numerik merupakan pengukuran terhadap fakta-fakta bisnis yang menarik untuk dianalisa menurut konteks tekstualnya (Abelló et al. 2001).

Pada dasarnya, fakta, dimensi dan hirarki dimensi adalah tiga konstruksi model multidimensi yang umum ditemukan dalam perancangan *data warehouse*. Fakta adalah peristiwa atau proses yang terjadi secara dinamik

dalam dunia organisasi untuk menghasilkan data sepanjang waktu. Fakta dapat dipandang sebagai sebuah entitas transaksi yang mengandung pengukuran atau kuantitas dan dapat diringkaskan melalui berbagai dimensi. Pengukuran atau nilai kuantifikasi merupakan fokus perhatian bagi proses pengambilan keputusan.

Dimensi adalah objek-objek yang dihubungkan melalui asosiasi yang berfungsi sebagai konteks kualifikasi dan terstruktur menurut satu atau lebih jalur agregat yang berkongsi level dimensi akhir. Dimensi berasal dari atribut-atribut diskrit yang menentukan butiran-butiran fakta minimum dan dikategorikan secara sintaksis guna menetapkan cara-cara untuk melihat informasi, sesuai dengan perspektif alamiah bisnis dimana analisa faktanya dapat dilakukan.

Hirarki dimensi terbentuk dari atribut-atribut diskrit dimensi yang dihubungkan oleh asosiasi dan menentukan bagaimana fakta dapat disusun dan dipilih secara signifikan untuk proses pengambilan keputusan. Hirarki dimensi dapat diklasifikasikan ke dalam dua jenis dasar (Akoka et al. 2001), yaitu hirarki sederhana dan hirarki majemuk. Hirarki sederhana hanya terdiri dari satu jalur agregat linier di dalam sebuah dimensi, misalnya kota → propinsi → negara. Sementara hirarki dimensi majemuk, terdiri dari sekurang-kurangnya dua jalur agregat berbeda dalam sebuah dimensi. Sebagai contoh, dimensi mahasiswa di sebuah domain universitas terdiri dari mahasiswa diploma, sarjana dan pascasarjana. Mahasiswa sarjana terdiri dari empat kelas yang menunjukkan tahun si mahasiswa di universitas, sedangkan mahasiswa pascasarjana boleh mahasiswa program magister atau mahasiswa program doktor. Gambar 2 berikut mengilustrasikan representasi grafik kedua hirarki dimensi di atas.



Gambar 2. Hirarki Dimensi

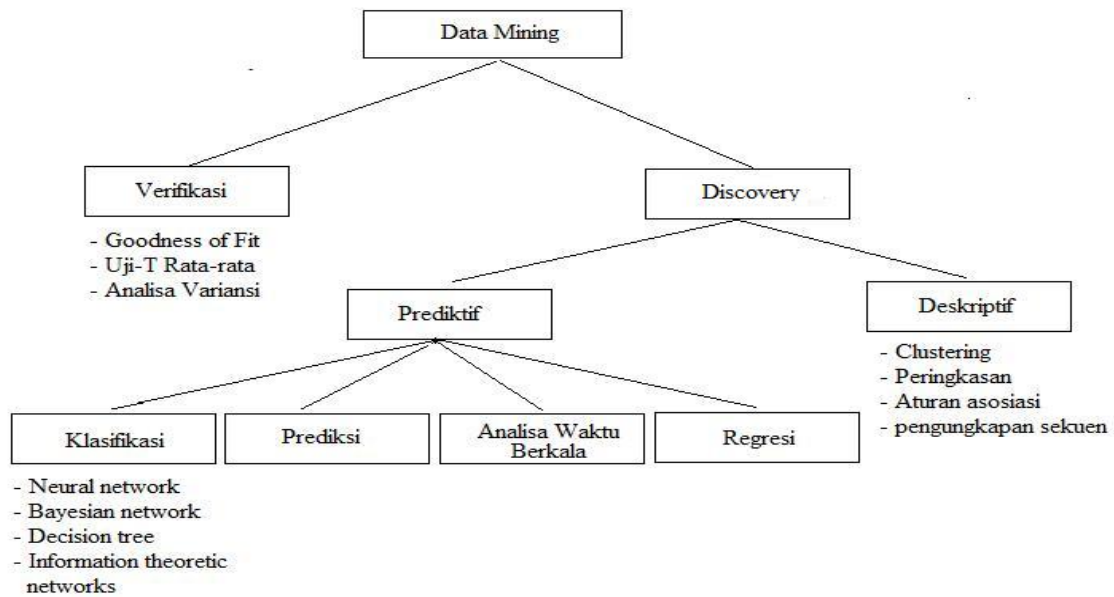
DATA MINING

Hadirin yang saya hormati,

Data mining adalah bagian dari proses KDD (*Knowledge Discovery in Databases*) yang terdiri dari beberapa tahapan seperti pemilihan data, pra pengolahan, transformasi, *data mining*, dan interpretasi hasil (Maimon & Last 2000). Pemilihan data bertujuan untuk memilih data yang akan dianalisa dengan cara menentukan rekod dan atribut yang diperlukan. Setelah melalui proses pemilihan, kemudian dilakukan pra pengolahan terhadap data yang dipilih tersebut dengan cara membersihkannya dari nilai-nilai yang hilang atau tidak diketahui, serta mencari dan membuang atau memperbaiki data pencilan (*outliers data*). Apabila terdapat butir-butir data yang bersifat temporal (misalnya tanggal), maka selanjutnya dilakukan proses transformasi ke dalam bentuk periode waktu sehingga dapat dilakukan analisis deret berkala (*time series*). Proses transformasi ini merupakan prasyarat untuk dapat dilakukannya proses *data mining* yang berhasil.

METODE-METODE DATA MINING

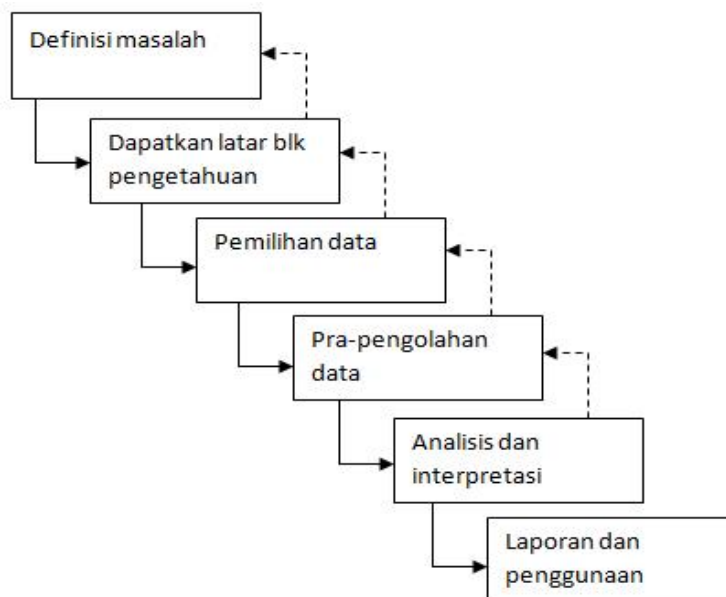
Metode *data mining* secara garis besar dapat dibagi dalam dua kelompok: verifikasi dan *discovery*. Metode verifikasi umumnya meliputi teknik-teknik statistik seperti *goodness of fit*, Uji-T rata-rata, dan analisis variansi. Metode *discovery* lebih lanjut dapat dibagi atas model prediktif dan model deskriptif. Model prediktif melakukan prediksi terhadap data dengan menggunakan hasil-hasil yang telah diketahui dari data yang berbeda. Model ini dapat dibuat berdasarkan penggunaan data historis lain. Sementara itu, model deskriptif bertujuan mengidentifikasi pola-pola atau hubungan dalam data dan memberikan cara untuk mengeksplorasi sifat-sifat data yang diselidiki (Dunham 2003). Taksonomi metode-metode data mining diberikan secara lengkap dalam Gambar 3 (*lihat* Maimon & Last 2000, Dunham 2003).



Gambar 3. Taksonomi Metode Data Mining

PROSES DATA MINING

Proses *data mining* merupakan sebuah proses iteratif untuk menghasilkan pengetahuan baru dan hipotesa baru yang digunakan untuk menyesuaikan kualitas dan kandungan data agar menjadi lebih baik. Proses ini dapat diilustrasikan dalam sebuah metodologi enam-langkah seperti diperlihatkan pada Gambar 4 (Kamrani *et al.* 2001).



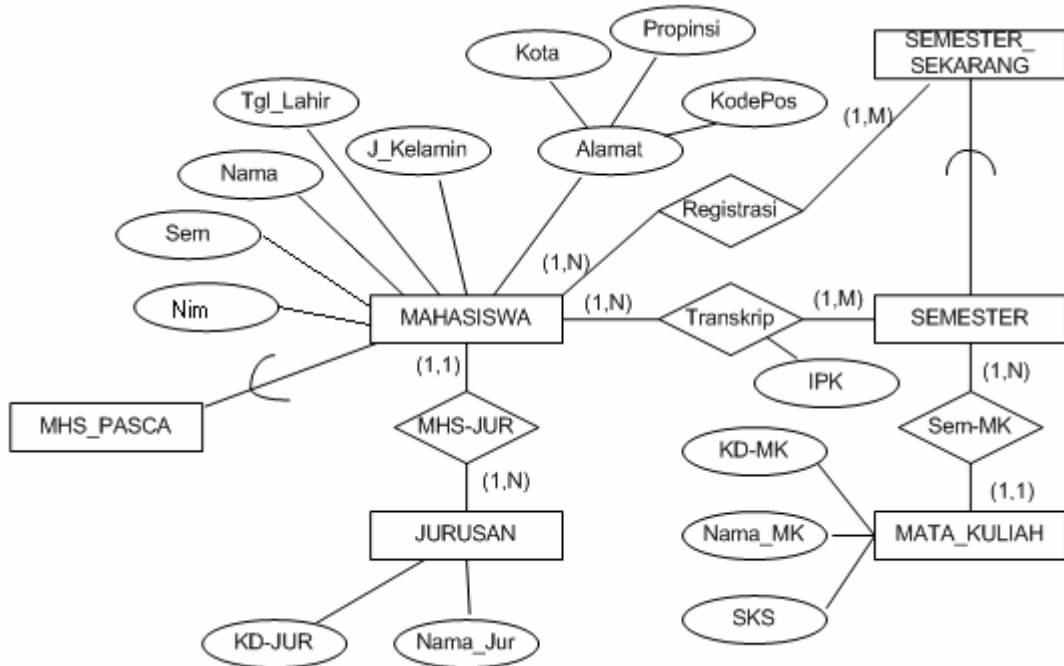
Gambar 4. Proses Data Mining

Langkah pertama adalah pendefinisian masalah untuk mengidentifikasi tujuan menggunakan data mining pada masalah yang diinginkan. Langkah ini kemudian dilanjutkan dengan mendapatkan latar belakang pengetahuan untuk mengetahui apakah terdapat kemungkinan bias dan efek pemilihan data yang kemudian dilanjutkan dengan pemilihan data yang relevan untuk digunakan dan dianalisis guna memperoleh jawaban terhadap permasalahan yang dihadapi. Meskipun data yang terdapat pada *data warehouse* mungkin telah memuat data yang relevan, para ahli diberi kebebasan untuk menambahkan atribut-atribut baru untuk membantu prosedur *data mining* dengan melakukan pra-pengolahan terhadap data sebelum dianalisa. Dalam langkah analisa dan interpretasi, para ahli perlu memiliki pengalaman dan pengetahuan tentang subjek permasalahan yang sedang dipelajari baik untuk menganalisis maupun menerjemahkan hasil yang diperoleh. Pada langkah terakhir, hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti proses pengambilan keputusan dan pengintegrasian ke aplikasi pengguna akhir. Selain itu juga dapat digunakan untuk memprediksi pola dan perilakunya, mengorganisasikan, menyortir, serta memilih sejumlah data tertentu untuk pembuktian terhadap klaim yang diajukan oleh ahli terhadap suatu permasalahan.

DESAIN KONSEPTUAL *DATA WAREHOUSE* UNTUK DOMAIN UNIVERSITAS

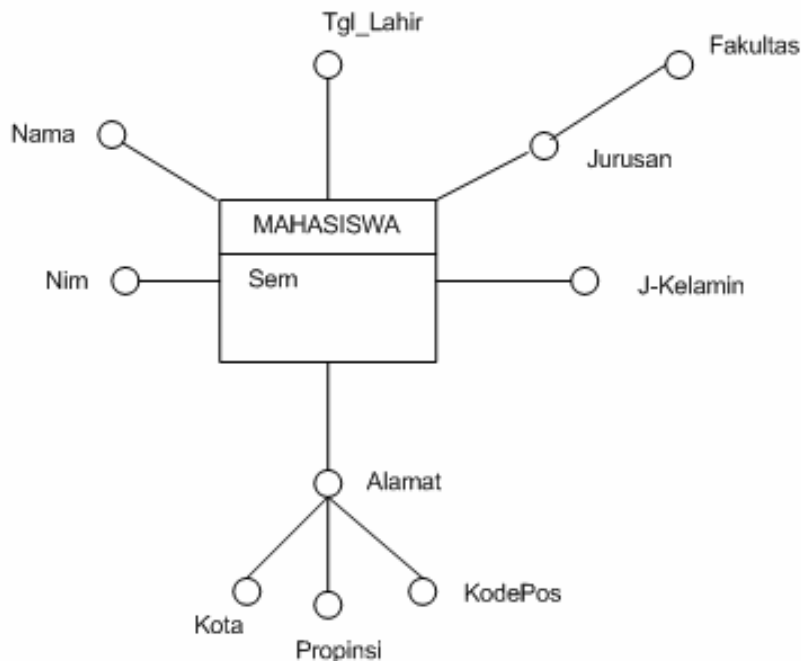
Hadirin yang saya muliakan,

Dalam bagian ini penulis akan memaparkan proses perancangan model multidimensi sebagai langkah awal perancangan sebuah sistem *data warehouse*. Sebagai contoh kasus kita akan mengambil contoh dari *domain* universitas, seperti ditunjukkan dalam penggalan ER (*Entity Relationship*) diagram pada Gambar 5.



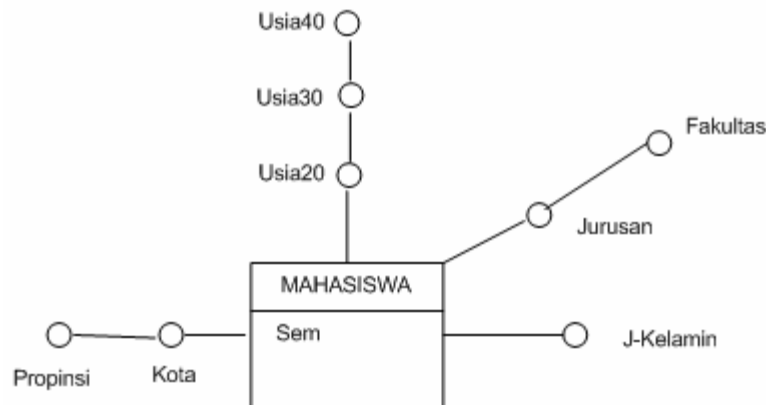
Gambar 5. Penggalan ER Diagram untuk Sebuah Domain Universitas

Dengan menggunakan sebuah metodologi yang disebut metodologi berorientasi-transformasi (Sitompul & Noah 2003), ER model yang diilustrasikan dalam Gambar 3 di atas akan ditransformasikan ke dalam bentuk model multidimensi. Contoh hasil transformasi untuk entiti Mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Model Multidimensi Mahasiswa

Model multidimensi untuk entiti mahasiswa seperti terlihat pada Gambar 4 dihasilkan secara otomatis oleh metodologi berorientasi-transformasi berdasarkan model ER yang terlihat pada Gambar 3. Oleh karena itu, model ini tergantung sepenuhnya pada ER model yang tersedia. Untuk mengubah model multidimensi ini sesuai dengan keperluan pengguna yang spesifik dapat dilakukan beberapa modifikasi (Sitompul & Noah 2005). Salah satu contoh modifikasi yang dapat dilakukan diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Revisi Model Multidimensi Mahasiswa

Model multidimensi seperti pada Gambar 7 di atas memperlihatkan bagaimana para pengambil keputusan dapat menganalisa data mahasiswa. Sebagai contoh, analisa dapat dilakukan untuk melihat jumlah mahasiswa untuk setiap semester berdasarkan asal mahasiswa (menurut kota dan propinsi), jenis kelamin, kelompok usia (usia 20-an, 30-an, dan 30-an), serta berdasarkan jurusan dan fakultas.

Dengan cara yang sama dapat pula dilakukan analisa mengenai dosen, akademik, keuangan, dll. yang terdapat dalam domain universitas.

PENUTUP

Dalam pidato ini telah dipaparkan konsep dan sistem *data warehouse* sebagai teknologi pendukung pengambilan keputusan. Perancangan *data warehouse* di dukung oleh sebuah model data yang disebut model multidimensi yang memungkinkan para pengambil keputusan melakukan analisis terhadap butiran-butiran data yang diperlukan. Selanjutnya dipaparkan pula konsep-konsep yang berkaitan dengan *data mining* sebagai salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengekstrak data implisit, belum diketahui sebelumnya, dan secara potensial berguna bagi para

pengambil keputusan. Pengimplementasian sistem *data warehouse* di lingkungan universitas dapat membantu pihak pengambil keputusan untuk menganalisa berbagai persoalan berkaitan dengan universitas. Dari implementasi ini dapatlah dibangun sebuah sistem informasi yang mampu mendukung sistem pengambilan keputusan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Hadirin sekalian yang saya hormati,

Perkenankanlah saya dalam kesempatan ini mengungkapkan rasa terima kasih dan penghargaan saya yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu saya baik secara moril maupun materil hingga kami sekeluarga dapat sampai ke tahapan kehidupan yang membahagiakan ini. Pertama-tama izinkanlah saya mengucapkan rasa sayang saya kepada isteri saya Erna dan anak-anak saya Andre, Iren, dan Uli yang saya cintai atas pengorbanan yang mereka berikan sepanjang kehidupan kami berkeluarga. Atas susah payah yang harus mereka jalani selama saya mengikuti jenjang pendidikan S-3 di Oregon State University, Corvallis, Amerika dan yang kemudian berlanjut kembali dengan program S-3 di Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia. Rasanya saya tidak akan bisa sampai menyelesaikan studi saya apabila tidak mendapatkan dukungan dan pengorbanan dari mereka. Untuk kedua orangtua saya, almarhum papa Agussalim Sitompul dan almarhumah umak Ratna Podi, saya selalu mendoakan semoga mereka ditempatkan di sisi Allah SWT yang sebaik-baiknya dan tetap mendapatkan Rahmat dan Maghfirah-Nya. Semoga saya dapat bertemu kembali dengan mereka berdua kelak di yaumul akhir, Amin. Kepada kedua mertua saya, Bapak Drs. A. Nababan dan Ibu R. Lumban Tobing perkenankanlah saya mengucapkan ribuan terima kasih atas dorongan yang telah diberikan kepada saya dan keluarga saya selama ini, semoga mendapat imbalan yang sebaik-baiknya dari Allah SWT.

Berikutnya, rasa terima kasih dan hormat saya kepada Bapak Rektor Universitas Sumatera Utara, Prof. Chairuddin P. Lubis, DTM&H, Sp.A(K) atas dukungan langsung maupun tidak langsung yang diberikan kepada saya untuk menyelesaikan studi saya dan memberikan kepercayaan penuh kepada saya untuk mengabdikan dan menerapkan pengetahuan saya di Universitas Sumatera Utara yang saya cintai. Komitmen Bapak Prof. Chairuddin P. Lubis, DTM&H, Sp.A(K) yang tidak pernah berhenti untuk memajukan Universitas Sumatera Utara juaah yang selalu memberikan

inspirasi kepada saya untuk ikut serta mengabdikan diri di universitas yang kita cintai ini.

Terima kasih saya yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada Pembantu Rektor I, Bapak Prof. Dr. Sumono, M.S. yang selalu mengingatkan saya untuk tetap berkomitmen untuk memajukan dan meningkatkan kualitas akademik di Universitas Sumatera Utara. Kepada Bapak Pembantu Rektor II, Prof. Dr. Subhilhar, M.A., saya juga mengucapkan rasa terima kasih saya atas bantuan yang beliau berikan kepada saya. Ibu dr. Linda Maas, M.P.H. selaku Pembantu Rektor III, saya juga mengucapkan terima kasih saya yang setinggi-tingginya. Bapak Pembantu Rektor IV, Prof. Dr. Ir. Sukaria Sinulingga, M.Eng. dan Bapak Ir. Isman Nuriadi, selaku pembantu Rektor V, terima kasih saya atas semua dukungan yang Bapak-Bapak berikan kepada saya. Beliau-beliau inilah yang secara langsung maupun tidak langsung selalu memberikan perhatian kepada saya untuk tetap setia memajukan Universitas Sumatera Utara. Kepada Bapak Sekretaris Eksekutif Universitas Sumatera Utara, Bapak Drs. M. Lian Dalimunthe, M.Ec., Ak, saya juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua bantuan yang Bapak berikan kepada saya. Kepada Kakanda Drs. A. Ridwan Siregar, S.H., M.Lib. selaku abang dan Kepala Pusat Sistem Informasi USU, saya menyampaikan rasa terima kasih saya atas semua bantuan yang diberikan kepada saya. Kepada Kakanda Prof. Dr. Herman Mawengkang, terima kasih atas semua bantuan dan dukungan yang kakanda berikan.

Selanjutnya perkenankahlah juga saya mengucapkan rasa terima kasih kepada Senat Akademik, Dewan Guru Besar, Tim Kenaikan Pangkat dan Jabatan serta Staf Ahli Rektor Universitas Sumatera Utara atas perhatian, dorongan, dan bantuan yang telah diberikan kepada saya dalam proses pengusulan menjadi Guru Besar. Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada Kakanda Drg. Saidina Hamzah Dalimunthe, Sp. Perio yang tidak pernah putus memberikan bantuan kepada saya baik dalam proses pengurusan penetapan Guru Besar, maupun dalam semua kegiatan kepanitian di Universitas Sumatera Utara. Semoga pekerjaan yang tulus ini mendapatkan berkah, rahmat dan hidayah dari Allah SWT.

Kepada semua guru saya sejak saya di SD Al Washliyah Medan, SMP Negeri IV Medan, dan para Pamong di SMA Taman Siswa Cabang Medan, dan dosen-dosen saya di Jurusan Matematika FMIPA USU yang telah mendidik, mengajar, membimbing, dan memberi bekal pengetahuan kepada saya, dengan penuh rasa terima kasih yang setinggi-tingginya dan rasa haru yang sedalam-dalamnya, saya ucapkan terima kasih. Rasa terima kasih saya

yang khusus saya berikan kepada Bapak Drs. Jusran, RC selaku pembimbing saya dalam meraih gelar Sarjana Matematika di FMIPA USU, Ibu Deborah Lukman, Ph.D selaku pembimbing saya untuk meraih gelar Magister Ilmu Komputer di Universitas Indonesia, dan Bapak Prof. Madya Dr. Shahrul Azman, selaku pembimbing program Ph.D saya di Universiti Kebangsaan Malaysia, saya menyampaikan rasa terima kasih saya, semoga Bapak dan Ibu memperoleh imbalan yang sebesar-besarnya dari Allah SWT.

Kepada abang-abang saya Prof. Dr. Ir. Darwin Sitompul, M.Eng., Asril Sitompul, SH, LL.M, dan Dr. Zulkarnain Sitompul, SH, LL.M serta kakak-kakak saya Purnama Sitompul, Mawarida Sitompul, Ratna Dewita Sitompul, dan Ratna Sahara Sitompul beserta seluruh keluarga mereka, izinkanlah saya menyampaikan rasa terima kasih saya yang sebesar-besarnya atas semua bantuan yang telah Kakanda semua berikan kepada saya dan keluarga saya selama ini. Saya selalu berdoa semoga ada suatu saat nanti dimana saya dapat membalas kebaikan dan kasih sayang kalian semua. Semua keponakan dan cucu-cucu saya yang masing-masing menempati bagian-bagian tersendiri di dalam lubuk hati saya, saya mengucapkan terima kasih atas semua dukungan yang selalu kalian berikan kepada saya. Semoga kalian semua memperoleh kesuksesan dalam kehidupan kalian masing-masing. Kepada abang, kakak, dan adik ipar saya semua, saya juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Kepada rekan-rekan dan sahabat-sahabat saya di Pusat Sistem Informasi (PSI) d/h Pusat Komputer USU, Departemen Matematika, Departemen Ilmu Komputer, dan Program Studi Teknik Perangkat Lunak FMIPA USU, terima kasih atas semua bantuan dan dukungan yang telah diberikan. Saya tidak dapat menyebutkan nama-nama kalian satu persatu karena saya khawatir daftar nama kalian tidak akan cukup dituliskan semuanya dalam naskah pidato ini. Namun perkenankanlah saya mengucapkan rasa terima kasih saya yang sebesar-besarnya kepada beberapa rekan-rekan saya: Ir. Sufianto Mahfudz, Drs. Sawaluddin, M.IT, Dr. Saib Suwilo, Dr. Tulus, Msi, Prof. Dr. M. Zarlis, M.IKom, Drs. Suyanto, M.IKom, Syahriol Sitorus, S.Si, M.IT., Drs. Mahyuddin, M.IT., Ir. Kasmir Tanjung, Ir. Saipul Bahri Daulay, M.S., Ir. Ansari Adnan Tarigan, Drs. Abd. Jalil Amri Arma, M.Si, Drs. Agustama, M.Kes, Apt., Dra. Mirnayati, Apt., Dra. Sri Sabar Tarigan, Apt., Dra. Rahmatia, Apt., Dra. Sudewi, Apt., dan seluruh teman sejawat yang lainnya.

Terakhir, kepada seluruh jajaran Panitia Pengukuhan ini dan seluruh hadirin yang telah bersedia meluangkan waktu untuk mengikuti acara ini dengan penuh perhatian dan kesabaran, saya mengucapkan terima kasih yang

sebesar-besarnya. Kepada seluruh pihak yang telah membantu terselenggaranya acara ini, saya juga mengucapkan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya. Atas semua hal yang tidak berkenan dalam penyambutan dan penerimaan pada acara ini, saya mengucapkan maaf sebesar-besarnya.

Billahi taufik wal hidayah,
Wassalamualaikum Wr. Wb.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Abelló, A. Samos, J. & Saltor, F. 2001. Understanding analysis dimensions in a multidimensional object-oriented model. Proceedings of the International Workshop on Design and Management of Data Warehouse (DMDW'2001), pp. 4-1 – 4-9.
- Agrawal, R. Gupta, Q. & Sarawagi, S. 1997. Modeling multidimensional databases. Proceedings of the 13th International Conference on Data Engineering (ICDE'97), pp. 232-243.
- Akoka, J., Comyn-Wattiau, I. & Pratt, N. 2001. Dimension hierarchies design from UML generalizations and aggregations. In Kunii, H.S., Jojodis, A. & Solvberg, A. (Eds.) ER 2001, LBCS 2224, pp. 244-255. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Barquin, R.C. & Edelstein, H.A. (Eds.) 1997. *Planning and designing the data warehouse*. New-Jersey: Prentice-Hall.
- Bose, I. & Mahapatra, R. K. 2001. Business data mining – a machine learning perspective. *Information & Management* 39: 211-255.
- Chauduri, S. & Dayal, U. 1997. An overview of data warehousing and OLAP technology. *SIGMOD Record* 26(1): 65-74.
- Chen, M.-S., Han, J., & Yu, P.S. 1996. Data mining: an overview from a database perspective. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 8(6): 866-883.
- Dunham, M.H. 2003. *Data mining introductory and advanced topics*. New Jersey: Prentice Hall.
- Garcia-Molina, H., Ullman, J.D. & Widom, J. 2002. *Database systems the complete book*. International Edn. New Jersey: Prentice-Hall.
- Gardner, S.R. 1998. Building the data warehouse. *Communication of the ACM* 41(9): 52-60.
- Golfarelli, M., Maio, D. & Rizzi, S. 1998. Conceptual design of data warehouse from E/R schema. Proceedings of 31st Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 334-343.

- Hüsemann, N., Lechtenböcker, J. & Vossen, G. 2000. Conceptual data warehouse design. *Proceedings of the International Workshop on Design and Management of Data Warehouse (DMDW'2000)*, pp. 6-1 – 6-11.
- Inmon, W.H. 1996. The data warehouse and data mining. *Communications of the ACM* 39(11): 49-50.
- Kamrani, A., Rong, W. & Gonzales, R. 2001. A genetic algorithm methodology for data mining and intelligent knowledge acquisition. *Computers & Industrial Engineering* 40: 361-377.
- Maimon, O. & Last, M. 2000. *Knowledge Discovery and Data Mining, The Info-Fuzzy Network (IFN) Methodology*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- Moody, D. & Kortink, M.A.R. 2000. From enterprise models to dimensional models: a methodology for data warehouse and data mart design. *Proceedings of International Workshop on Design and Management of Data Warehouses (DMDW'2000)*, pp. 5-1 – 5-12.
- Sitompul, O.S. & Noah, S.A.M. 2003. Conceptual data warehouse design: an automated approach. *Proceedings of International Symposium in Information Technology (ITSIM 2003)*, pp. 166-176.
- Sitompul, O.S. & Noah, S.A.M. 2005. Integrating user's requirements in automated conceptual data warehouse design. Accepted in the 7th International Conference on Information Integration and Web Based Application & Services (iiWAS2005), Kuala Lumpur, Malaysia.
- Turban, E. & Aronson, J.E. 2001. *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. 6th Edition. New Jersey: Prentice-Hall.
- Widom, J. 1995. Research problems in data warehousing. *Proceedings of the 1995 International Conference on Information and Knowledge Management*, pp. 25-30.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. IDENTITAS

Nama Lengkap : Prof. Dr. Opim Salim Sitompul, M.Sc.
NIP/No. Karpeg : 131 653 971/E 161992
Tempat dan Tgl. Lahir : Medan, 17 Agustus 1961
Nama Bapak : Agussalim Sitompul (Alm.)
Nama Ibu : Ratna Podi (Almh)
Nama Isteri : Dra. Erna Budhiarti Nababan, M.IT.
Nama Anak : 1. Andre Sitompul
 2. Irene Meilisa Sitompul
 3. Uli Benyamin Sitompul
Alamat Rumah : Jl. Tanjung Permai X No 156 DSN IV,
 Desa Tanjung Gusta, Sunggal
 Deli Serdang – 20352
Telepon Rumah : +62 61 845 0218
E-mail : opim@usu.ac.id
 opimstp@yahoo.com

B. PENDIDIKAN FORMAL

1972 Lulus SD Al Washliyah Medan
1975 Lulus SMP Negeri IV Medan
1979 Lulus SMA Taman Siswa Cabang Medan
1985 Lulus Sarjana (Drs.), Jurusan Matematika FMIPA USU Medan
1988 – 1989 Post Graduate Program in Computer Science, University of
Maryland, University College, Maryland, USA
1990 Lulus Magister (M.Sc.), Ilmu Komputer, Universitas
Indonesia, Jakarta
1992 – 1993 Department of Computer Science, Oregon State University,
Corvallis, Oregon, USA (Incomplete)
2005 Lulus Doktoral (Ph.D.), Information Science, Universiti
Kebangsaan Malaysia (UKM), Malaysia

C. PENDIDIKAN NONFORMAL

1984 *Pengenalan Komputer*, Pusat Komputer USU, 5-17 November.
1984 *Teknik Pemrograman*, Pusat Komputer USU, 26 Nov.–12 Des.

- 1988 *Pengantar Aplikasi Mikroelektronika dalam Elektronika*, Internship, PAU Mikroelektronika, ITB, Bandung, 8 Jul.–8 Sep.
- 1988 *TOEFL Preparation*, The British Institute, Bandung.
- 1992 *Program of Studies at the Economics Institute*, Boulder, Colorado, USA, April-Aug.
- 1992 The University of Colorado, Division of Continuing Education, Boulder, Colorado, USA, Summer.
Intermediate Unix
Introduction to C Programming
Intermediate C Programming
Introduction to C++ Programming
Intermediate C++ Programming
Introduction to SAS
- 1994 *Structured Systems Analysis and Design Methodology (SSADM) In The Field of Information Technology*, the Japan International Cooperation Agency (JICA) and the Institute of Computer Technology (ICT), University of Colombo, Sri Lanka, Jan. 16–Mar. 12.

D. RIWAYAT PANGKAT DAN JABATAN FUNGSIONAL

- 01 Januari 1987 Calon Pegawai Negeri Sipil/IIIa
SK Mendikbud RI No. 325/PT05.H15/SK/C 87
- 01 Maret 1988 Penata Muda/IIIa/Asisten Ahli Madya
SK Mendikbud RI No. 080/PT05.H2/SK/C 88
- 01 Oktober 1991 Penata Muda Tk. I/IIIb/Asisten Ahli
SK Mendikbud RI No. 241/PT05.H2/SK/C 92
- 01 April 1995 Penata/IIIc/Lektor Muda
SK Mendikbud RI No. 1409/PT05.H2/SK/C 95
- 01 Oktober 1997 Penata Tk. I/IIIId/Lektor Madya
SK Mendikbud RI No. 1813/J05.2/SK/KP/97
- 01 Januari 2001 Penata Tk. I/IIIId/Lektor
SK Mendikbud RI No. 550/J05.2/SK/KP-Imps/2001
- 01 April 2002 Pembina/IVa/Lektor Kepala
SK Mendiknas RI No. 44639/A2.III.1/KP/2002
- 01 April 2008 Pembina/IVa/Guru Besar
SK Mendiknas RI No. 28724/A4.5/KP/2008

E. RIWAYAT PEKERJAAN

| | |
|-----------------|---|
| 2007 – Sekarang | Ketua Program Studi (S-1) Teknik Perangkat Lunak FMIPA USU Medan |
| 2006 – Sekarang | Wakil Kepala Pusat Sistem Informasi USU |
| 2006 – Sekarang | Staf Pengajar Tidak Tetap Sekolah Pascasarjana USU Medan |
| 2005 – Sekarang | Staf Pengajar Tidak Tetap Program Studi Ilmu Komputer FMIPA USU Medan |
| 1995 – 2000 | Sekretaris Riset dan Pengembangan Pusat Komputer USU Medan |
| 1994 – 2000 | Ketua Jurusan Teknik Informatika STT Harapan Medan |
| 1993 – 2000 | Sekretaris Program Diploma (D-3) Ilmu Komputer FMIPA USU Medan |
| 1991 – 1999 | Staf Pengajar Tidak Tetap AMIK Kesatria, Medan |
| 1991 – 1994 | Anggota Riset dan Pengembangan Pusat Komputer USU Medan |
| 1987 – Sekarang | Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA USU Medan |
| 1986 – 1988 | Guru Matematika SMA Taman Siswa Cabang Medan |

F. KEANGGOTAAN ORGANISASI PROFESI/SOSIAL

- IndoMS NAD-SUMUT, Indonesian Mathematical Society Wilayah NAD-SUMUT
- IPAMSU, Ikatan Pelajar Alumni Malaysia Sumatera Utara

G. TRAINING/WORKSHOP/SHORT COURSE

- Short Course of Modern Power System Analysis, Higher Education Development Support Project - Japan International Cooperation Agency (HEDS-JICA), Pusat Komputer USU, Medan, 15-25 September 1993, Instruktur.
- Training for Local Area Network (LAN) Programmer, Higher Education Development Support Project - Japan International Cooperation Agency (HEDS-JICA), Pusat Komputer USU, Medan, 4-16 Oktober 1993, Asisten Instruktur.
- Workshop on Curriculum and Syllabus Department of Mathematics, FMIPA USU, Medan, April 25-30, 1994, Instruktur.

- Short Course on Basic Computer Programming Education Part I, Higher Education Development Support Project - Japan International Cooperation Agency (HEDS-JICA), Universitas Medan Area, Medan, 23 August–2 September 1994, Instruktur.
- Intermediate Computer Programming For Engineering Education, Higher Education Development Support Project - Japan International Cooperation Agency (HEDS-JICA), Pusat Komputer USU, Medan, 5–17 Desember 1994, Instruktur.
- Computer Programming for Engineering Education in C Language, Higher Education Development Support Project - Japan International Cooperation Agency (HEDS-JICA), Pusat Komputer USU, Medan, 4–16 Desember 1995, Instruktur.
- Sistem Informasi Kemahasiswaan - SIMAWA, Dirjen Dikti Direktorat Kemahasiswaan Departemen P dan K, Bandung, 13–16 Maret 1996, Peserta.
- *Developing Client/Server Application with Oracle Workgroup/2000*, PT ASABA Computer Centre Jakarta, Pusat Komputer USU, Medan, 8–13 Agustus 1996, Peserta.
- *Novell Netware Version 4.1*, PT SKILL Jakarta, Pusat Komputer USU Medan, 2–5 September 1996, Peserta.
- Basic Programming Computer in C with Engineering Applications, Higher Education Development Support Project - Japan International Cooperation Agency (HEDS-JICA), Pusat Komputer USU, Medan, 21 Oktober–2 Nopember 1996, Instruktur.
- Workshop on Curriculum Development of Technical Studies for Private Universities, Kopertis Wilayah I, Institute of Teknologi Medan, Medan, 6–7 Januari 1997, Peserta.
- Workshop on Student Informational Data Compilation and Processing, Dirjen Dikti Departemen P dan K, Jakarta, 28 Februari–2 Maret 1997, Peserta.
- Training on Socialization of Long Term University Development Framework (KPPT-JP) 1996-2005, Universitas Sumatera Utara, Medan, 3–6 Maret 1997, Peserta.
- Training on Network Administration National Information System Directorate of Higher Education, Proyek Manajemen Pendidikan Tinggi, Dirjen Dikti Departemen P dan K, Cipanas, 10–15 Maret 1997, Peserta.
- Training on Local Area Network (LAN) and Data Communication Application for PDAM Tirtanadi Medan Employees, Pusat Komputer USU, 15–18 Desember 1997, Instruktur.
- Training on University Information System Operation for Universitas Sumatera Utara Administrative Employees, Pusat Komputer USU, 9–14 March 1998, Instruktur.

- Workshop on Role of Network On-Line Information In Enhancing Education Quality at University, DUE-Like Sriwijaya University, Inderalaya, March 2000, Instruktur.
- Sosialisasi & Workshop Manajemen dan Organisasi PT BHMN USU, Universitas Sumatera Utara, 23-25 November 2005, Peserta.
- Penataran dan Lokakarya Networking Informasi Penelitian Bagi Doktor Baru di Indonesia Tahun 2005, Depdiknas Dikti, DP2M, Jakarta, 29 Nov-1 Des 2005, Peserta.
- Pelatihan Penyusunan RS, RKT, PKK, dan PPS Tahun 2006, Universitas Sumatera Utara, 4-6 September 2006, Peserta.
- Sosialisasi Renstra dan Kebijakan USU Tahun 2007, Universitas Sumatera Utara, 18-21 Maret 2006, Peserta.
- Program Pelatihan Jaringan Inherent, Pusat Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, 18-19 Juli 2006, Peserta.
- Lokakarya Pengenalan Sistem Teknologi Informasi & Komunikasi, Institut Teknologi Medan, 27-28 November 2006, Instruktur.
- Pelatihan Penerapan Protocol Ipv6 bagi Perguruan Tinggi Program GRASE-DIKTI. Universitas Tanjung Pura, Pontianak, 21-25 November 2006, Peserta.

H. SEMINAR/KONFERENSI

- Seminar on Applied Mathematics, Center of Quantitative Studies (Pusat Pengkajian Kuantitatif) Universiti Kebangsaan Malaysia - FMIPA USU, Medan, 26 Januari 1988, Peserta.
- Internet Access Medan Conference, The American Alumni Association of Medan (AAA), INDOSAT, and The United States Information Service (USIS), Medan, 29 Maret 1995, Peserta.
- Internet Seminar for Educational World, Asian Internet Interconnection Initiatives (AI3) - ITB, Bandung, 5 September 1995, Peserta.
- Konferensi Nasional Matematika IX, Himpunan Matematika Indonesia, Garuda Plaza Hotel, Medan, 1-4 Juli 1996, Peserta.
- One Day Seminar on Internet Technology for Education, Electronic Engineering Polytechnic Institute of Surabaya ITS and Japan International Cooperation Agency (JICA), Surabaya, 3 Februari 1999, Peserta.
- Internet and Information Technology Seminar and Exhibition, Riau IT 2000, Pekanbaru, Riau, 24-25 Juni 2000, Peserta.
- Seminar Siswazah FTSM, Fakultas Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bukit Unggul Country Club, Dengkil, Selangor, Malaysia, 20 Maret 2002, Pemakalah.

- Konferensi Nasional e-Indonesia Initiative 2006: Teknologi Informasi & Komunikasi untuk Indonesia, Bandung, 3-4 Mei 2006, Pemakalah.
- Seminar Teknologi Informasi, D-3 Ilmu Komputer USU, Medan, 19 April 2007, Pemakalah.
- The 4th IMT-GT International Conference on Mathematics, Statistics, and Application, ICMSA 2008, The Hermes Palace Hotel, Banda Aceh, 9-11 Juni 2008, Pemakalah.
- Konferensi Nasional Matematika XIV dan Kongres Himpunan Matematika Indonesia, Universitas Sriwijaya, Palembang, 24-27 Juli 2008, Pemakalah.

I. PENELITIAN

- *Knowledge-Based Data Warehouse Design Using Transformation-Oriented Approach*. PhD Program, Faculty of Information Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia. 2000-2005.
- *Metode Pencarian Langsung Berbasis Kendala Untuk Menyelesaikan Problema Program Stokastik Cacah-Campuran Tahap Ganda*. Prof. Dr. Herman Mawengkang, Dr. Saib Suwilo, MSc, Drs. Opim Salim Sitompul, MIKom, PhD. Hibah Penelitian Tim Pascasarjana – HPTP (Hibah Pasca) Angkatan IV. Dibiayai Oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat. Surat Perjanjian No.: 50/J05.2/K/PG/2006. Dirjen DIKTI Depdiknas RI, 2006-2007.
- *2-Eksponen Digraph Dwiwarna Asimetrik*, Dr. Saib Suwilo, MSc, Dr. Opim Salim Sitompul, MSc, Dra. Mardiningsih, MSi. Hibah Penelitian Fundamental T. A. 2008. Dibiayai Oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat. Dirjen DIKTI Depdiknas RI, 2008-2009.

J. PENGABDIAN MASYARAKAT

- Pelatihan Penggunaan Software Sistem Informasi Sekolah (Sisko) dan Ceramah tentang Mempersiapkan Diri Dalam Mengikuti Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru, Dra. Normalina Napitulu, MSc., dkk. 22 April 2006.
- Pelatihan Aplikasi Database dan Pembuatan Website untuk Pegawai dan Aparat Kelurahan di Kecamatan Medan Maimon. Dr. Opim Salim Sitompul, M.Sc., dkk. 5-6 Nopember 2007.

K. PUBLIKASI

Buku

1. Prinsip Dasar Pemrograman C. 1995. Ghalia Indonesia, Jakarta.
2. Pemrograman C di Lingkungan Linux. 2006. USU Press, Medan.
3. Prolog: Pengantar Teknik Pemrograman Kecerdasan Buatan. 2007. USU Press, Medan.

Prosiding/Jurnal

1. Sitompul, O. S. & Noah, S. A. M. 2002. Automating the data warehouse design process – a review of methodologies. Graduate Seminar. Faculty of Information Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia.
2. Sitompul, O. S. & Noah, S.A.M. 2002. Translation of ER model to multidimensional model for data warehouse – An automated approach. *International Journal of Information Technology (IJIT)* **3**: 11-32.
3. Sitompul, O. S. & Noah, S.A.M. 2003. Rules for the automatic translation of ER model to multidimensional model. *Proceedings of the Conference on Intelligent Systems and Robotics (CISAR2003)*, pp. 98-105, Putrajaya, Malaysia.
4. Sitompul, O. S. & Noah, S.A.M. 2003. Conceptual data warehouse design: an automated approach. *Proceedings of International Symposium in Information Technology (ITSIM 2003)*, pp. 166-176, Kuala Lumpur, Malaysia.
5. Sitompul, O.S., Noah, S.A.M. 2004. Application of knowledge-based system in automated data warehouse design. *Proceedings of Knowledge Management International Conference and Exhibition (KMICE 2004)*, pp. 192-199. Penang, Malaysia.
6. Sitompul, O.S., Noah, S.A.M. 2005. Application of first-order logic to conceptual data warehouse design tool. *Proceedings of the 1st IMT-GT Regional Conference on Mathematics, Statistics, and their Applications (IRCMSA2005)*, pp. 509-516, Parapat, Indonesia.
7. Sitompul, O.S., Noah, S.A.M. 2005. Integrating user's requirements in automated conceptual data warehouse design. In Kotsis, G., Taniar, D., Bressan, T., Ibrahim, I.K., Mokhtar, S. (Eds.) *Proc. of the 7th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS'2005)*. pp. 835-845. Austrian Computer Society, Kuala Lumpur, Malaysia.
8. Sitompul, O.S., Noah, S.A.M. 2005. Transformation of ER model to data warehouse model using first-order logic. Accepted in *The 11th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Northeastern University, Shenyang, China.

9. Sitompul, O.S., Noah, S.A.M. 2005. The synthesis and diagnosis rules for conceptual data warehouse design based on first-order logic. *Proceedings of the 4th International Conference on Information Technology in Asia 2005 (CITA'05)*, Sarawak, Malaysia.
10. Sitompul, O.S. 2005. Implementasi hubungan bahasa dan logika dalam objektivitas penelitian. *Al-Khawarizmi, Journal of Computer Science* 1(3).
11. Sitompul, O.S., Noah, S.A.M. 2006. A transformation-oriented methodology to knowledge-based conceptual data warehouse design. *Journal of Computer Science* 2(5): 460-465.
12. Sitompul, O.S. 2006. Data warehouse inisiatif di Universitas Sumatera Utara. *Prosiding Konferensi Nasional e-Indonesia Initiatives 2006*, pp. 212-217. Bandung, Indonesia.
13. Sitompul, O.S., Noah, S.A.M. 2006. Multidimensional model visualization using depth-first search algorithm. *Proceedings of the 2nd IMT-GT 2006 Regional conference on Mathematics, Statistics, and applications*. Penang, Malaysia. pp. 88-92.
14. Sitompul, O.S. 2006. Gudang data sebagai teknologi pendukung pengambilan keputusan. *Al-Khawarizmi, Journal of Computer Science* 1(1).
15. Sitompul, O.S. 2006. Data dan pengetahuan: suatu tinjauan. *Al-Khawarizmi, Journal of Computer Science* 2(2).
16. Mawengkang, H., Suwilo, S., Sitompul, O.S. 2006. Revision modeling of two-stage stochastic programming problem. *Sistem Teknik Industri* 7(4): 6-10.
17. Sitompul, O.S. 2007. A direct search algorithm for solving airline crew scheduling with side constraints. *Sistem Teknik Industri* 8(3): 59-64.
18. Sitompul, O.S. 2008. A depth-first search approach to determine longest paths in a disjunctive graph. *Proceedings of the 4th IMT-GT 2008 International conference on Mathematics, Statistics, and Applications*. Banda Aceh, Indonesia. (To appear).
19. Sitompul, O.S. 2008. Earliest Start Time Schedule Generation Algorithm for the Job Shop Scheduling Problem. *Konferensi Nasional Matematika XIV*. Palembang, Indonesia.
20. Suwilo, S., Sitompul, O.S., Mardiningsih. 2008. 2-Eksponen Dari Digraph-Dwiwarna Asimetrik Memuat Cycle 2-Primitif. *Konferensi Nasional Matematika XIV*. Palembang, Indonesia.



Opim Salim Sitompul lahir di Medan, pada tanggal 17 Agustus 1961. Menyelesaikan program sarjana di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara (FMIPA-USU) pada tahun 1985. Kemudian melanjutkan studi pada Program Magister Ilmu Komputer Universitas Indonesia (UI) Jakarta yang bekerjasama dengan University of Maryland University College, College Park, Maryland, USA dan selesai pada tahun 1990. Gelar Doctor of Philosophy dalam Bidang Information Science diraihinya dari Department of Information Science, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) pada tahun 2005.

Beliau merintis kariernya sebagai dosen di Jurusan Matematika FMIPA-USU sejak tahun 1987 hingga sekarang. Selain itu juga mengajar di Departemen Ilmu Komputer FMIPA-USU dan menjadi Ketua Program Studi Teknik Perangkat Lunak FMIPA-USU Medan sejak tahun 2007. Beliau juga mengajar di Program Pascasarjana Magister Matematika (S-2) dan Program Studi Magister Manajemen (MM) USU. Selain mengajar, beliau juga ditunjuk menjadi Wakil Kepala Sistem Informasi (d/h Pusat Komputer) Perpustakaan dan Sistem Informasi (PSI) USU sejak tahun 2005.

Selain menekuni riset dalam bidang Data Warehouse, beliau juga mulai melakukan riset-riset awal dalam bidang Heuristics, khususnya mengenai algoritma-algoritma pencarian metaheuristik (metaheuristic search algorithms). Beliau telah menerbitkan tiga buah buku berjudul: Prinsip Dasar Pemrograman C (1995), Pemrograman C di Lingkungan Linux (2006), dan Prolog: Pengantar Teknik Pemrograman Kecerdasan Buatan (2007).