

PEMODELAN DATA WAREHOUSE PERPUSTAKAAN PERGURUAN TINGGI DENGAN METODE SNOWFLAKE SCHEMA UNTUK MENDUKUNG SISTEM INFORMASI EKSEKUTIF

COLLEGE LIBRARY DATA WAREHOUSE MODELING USING SNOWFLAKE SCHEMA METHOD TO SUPPORT EXECUTIVE INFORMATION SYSTEM

**Uus Firdaus^{1*}, Achmad Suherman², Muhammad Raden Rogib³,
Anggun Rahmadani⁴, Muhammad Andhika Nurzaeni⁵, Dziqri Restu Ramanda⁶**
¹⁻⁶Universitas Djuanda

***Email Correspondence: uus.firdaus@unida.ac.id**

Abstract

Higher education institutions require accurate information data to facilitate data searching and reading, as well as to create databases that can be used to support the analysis process for decision makers. Libraries, as one of the vital technical services and sources of academic information, generate a lot of circulation and collection transaction data originating from operational systems (OLTP). This large transactional data often makes it difficult for management to conduct structured and detailed data analysis for accurate and fast decision making. Data Warehouse (DW) is a database management solution specifically designed to support strategic management decision making, such as Executive Information Systems (EIS) or Decision Support Systems (DSS). DW is a collection of subject-oriented, integrated, time-variant (containing historical), and persistent (non-volatile) data, which allows the processing of old and new data into integrated and relevant information. This study aims to design a Data Warehouse modeling for Higher Education Libraries using a dimensional modeling approach. The method applied is Snowflake Schema, which is a development of Star Schema that performs normalization on dimension tables. The implementation of the Snowflake schema was chosen because it is able to minimize data redundancy (excessive data) in dimension tables. The process of transferring and processing data from operational sources (OLTP) into the Data Warehouse (DW) is carried out through the ETL (Extraction, Transformation, and Loading) stages. The result of this design is a data warehouse model with Snowflake Schema, which serves as a reference base for Online Analytical Processing (OLAP) analysis. The DW built is expected to present comprehensive, relevant, and integrated information from various perspectives, as well as facilitate executives in decision-making through visual displays such as business intelligence dashboards.

Keywords: Data Warehouse (DW), Snowflake Schema, Executive Information Systems (EIS), College Libraries, ETL (Extraction, Transformation, and Loading), OLAP (Online Analytical Processing), Business Intelligence (BI), Dimensional Modeling.

Abstrak

Perguruan Tinggi memerlukan data informasi yang akurat untuk memudahkan pencarian dan pembacaan data, serta untuk membuat basis data yang dapat digunakan dalam mendukung proses analisis bagi para pengambil keputusan. Perpustakaan, sebagai salah satu layanan teknis yang vital dan sumber informasi akademik, menghasilkan banyak data transaksi sirkulasi dan koleksi yang berasal dari sistem operasional (OLTP). Data transaksional yang besar ini seringkali menyulitkan pihak manajemen dalam melakukan analisis data yang terstruktur dan terperinci untuk pengambilan keputusan yang tepat dan cepat. Data Warehouse (DW) adalah solusi manajemen basis data yang dirancang khusus untuk mendukung pengambilan keputusan strategis manajemen, seperti Sistem Informasi Eksekutif (SIE) atau Decision Support System (DSS). DW merupakan koleksi data yang

berorientasi subjek, terintegrasi, time-variant (mengandung historis), dan bersifat tetap (non-volatile), yang memungkinkan pengolahan data lama dan data baru menjadi informasi yang terintegrasi dan relevan. Penelitian ini bertujuan merancang pemodelan Data Warehouse Perpustakaan Perguruan Tinggi menggunakan pendekatan dimensional modeling. Metode yang diterapkan adalah Snowflake Schema, yang merupakan pengembangan dari Star Schema yang melakukan normalisasi pada tabel dimensi. Penerapan skema Snowflake dipilih karena mampu meminimalkan redundansi data (data yang berlebihan) pada tabel dimensi. Proses pemindahan dan pengolahan data dari sumber operasional (OLTP) ke dalam DW dilakukan melalui tahapan ETL (Extraction, Transformation, and Loading). Hasil perancangan ini adalah model data warehouse dengan Snowflake Schema yang menjadi basis acuan untuk analisis Online Analytical Processing (OLAP). DW yang dibangun diharapkan dapat menyajikan informasi yang menyeluruh, relevan, dan terintegrasi dari berbagai sudut pandang, serta mempermudah eksekutif dalam pengambilan keputusan melalui tampilan visual seperti dashboard business intelligence.

Kata Kunci: Data Warehouse (DW), Snowflake Schema, Sistem Informasi Eksekutif (SIE), Perpustakaan Perguruan Tinggi, ETL (Extraction, Transformation, and Loading), OLAP (Online Analytical Processing), Business Intelligence (BI), Pemodelan Dimensional.

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan informasi yang akurat sangat diperlukan saat ini, dan kemajuan teknologi telah memudahkan perolehan informasi tersebut, menjadikan data informasi sebagai elemen penting dalam perkembangan masa kini dan yang akan datang. Dalam konteks pendidikan tinggi, Perguruan Tinggi memerlukan data informasi untuk memudahkan pencarian dan pembacaan data, serta untuk membuat basis data yang dapat digunakan dalam mendukung proses analisis bagi para pengambil keputusan.

Perpustakaan memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan akademik, baik di lingkup sekolah maupun universitas, sebagai salah satu layanan teknis dan sumber informasi akademik yang vital, menyediakan koleksi buku, artikel, dan jurnal. Kompleksitas pengelolaan manajemen perpustakaan, seperti proses peminjaman, pengembalian, dan data koleksi buku, memerlukan peran teknologi informasi agar proses manajerialnya lebih efektif dan efisien.

Meskipun sistem informasi perpustakaan telah digunakan untuk mempermudah pendataan dan transaksi, volume transaksi yang besar menghasilkan banyak data transaksi yang berasal dari sistem operasional (OLTP). Data transaksional ini sering kali menyulitkan pihak manajemen untuk melakukan analisis dan proses pengambilan keputusan yang cepat dan tepat. Sistem lama yang hanya berfungsi sebagai penyimpanan data transaksional belum memiliki pangkalan data yang dapat digunakan untuk menganalisis data secara terstruktur dan terperinci. Akibatnya, organisasi dapat mengalami penumpukan data, kurangnya analisis data, dan kendala dalam proses pelaporan, terutama jika data masih tersimpan dalam format sederhana seperti Microsoft Excel.

Untuk mengatasi tantangan ini, teknologi Data Warehouse (DW) menjadi solusi manajemen basis data yang tepat. Data Warehouse merupakan koleksi data yang berorientasi subjek, terintegrasi, *time-variant* (mengandung data historis), dan bersifat tetap (*non-volatile*). DW dirancang khusus untuk mendukung pengambilan keputusan manajemen (DSS dan EIS), karena kemampuannya mengumpulkan data historis dari berbagai sumber untuk dianalisis. Penggunaan DW dapat mengintegrasikan data lama dan data baru agar terhindar dari duplikasi, dan diolah menjadi informasi baru dalam laporan sesuai kebutuhan.

DW dapat menyajikan informasi yang menyeluruh, relevan, dan terintegrasi dari berbagai sudut pandang, yang mendukung proses pengambilan keputusan. Dalam pengembangan Data Warehouse, pemodelan (*modeling*) adalah aspek terpenting karena

menentukan sejauh mana DW yang dibangun mampu menghasilkan informasi yang dibutuhkan. Salah satu metode pemodelan yang dapat digunakan adalah Snowflake Schema. Skema *Snowflake* adalah pengembangan dari *Star Schema* yang menerapkan normalisasi pada tabel dimensi. Normalisasi ini memungkinkan tabel dimensi memiliki sub-tabel dimensi, yang bertujuan untuk meminimalkan data yang berlebihan (redudansi data). Penerapan metode *Snowflake Schema* telah digunakan dalam perancangan Data Warehouse Perpustakaan Perguruan Tinggi.

Kebutuhan informasi bagi eksekutif (manajemen puncak) seringkali harus disajikan dalam bentuk visual dan grafik yang mudah dipahami, seperti melalui dashboard *business intelligence*, untuk menunjang proses pengambilan keputusan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada pemodelan Data Warehouse perpustakaan perguruan tinggi dengan menerapkan Metode Snowflake Schema. Diharapkan hasil perancangan ini dapat menjadi pangkalan data yang terstruktur dan terperinci, serta mendukung Sistem Informasi Eksekutif (SIE) atau pengambilan keputusan strategis pihak manajemen dalam mengamati data sirkulasi, koleksi, dan kunjungan perpustakaan secara cepat dan tepat. Permasalahan yang akan diangkat adalah bagaimana menyusun model data menggunakan *Snowflake Schema* untuk membuat perancangan Data Warehouse Perpustakaan Perguruan Tinggi yang mendukung analisis data transaksi serta memudahkan pembuatan laporan yang diperlukan oleh manajemen.

1) Tinjauan Review Pentingnya Informasi dan Data Warehouse Dalam Konteks Perguruan Tinggi.

Kebutuhan akan informasi yang akurat merupakan elemen penting dalam perkembangan saat ini dan waktu yang akan datang. Perguruan Tinggi (PT) memerlukan data informasi untuk memudahkan pencarian, pembacaan data, dan untuk membuat basis data yang dapat digunakan dalam mendukung proses analisa bagi para pengambil keputusan.

Perpustakaan di lingkungan universitas memiliki peran penting sebagai sumber informasi akademik. Namun, seiring dengan banyaknya transaksi yang terjadi, seperti peminjaman dan pengembalian, muncul banyak data transaksional yang berasal dari sistem operasional (OLTP). Data transaksi yang besar ini seringkali masih berupa *data source* yang tersimpan pada format sederhana seperti Microsoft Excel, yang mengakibatkan penumpukan data, tidak adanya analisa data, dan kendala pada proses pelaporan. Data-data ini menyulitkan pihak manajemen untuk melakukan analisa dan proses pengambilan keputusan yang cepat dan tepat.

Data Warehouse (DW) adalah solusi manajemen basis data yang dirancang khusus untuk mendukung pengambilan keputusan manajemen seperti Decision Support System (DSS) dan Executive Information System (EIS). DW memiliki empat karakteristik utama:

- a) Berorientasi Subyek (*Subject Oriented*): Informasi dikelompokkan berdasarkan subyek tertentu, seperti anggota dan buku dalam kasus perpustakaan.
- b) Terintegrasi (*Integrated*): DW menyimpan data dari berbagai sumber terpisah (internal dan eksternal) ke dalam satu format yang konsisten dan saling terintegrasi.
- c) Bervariasi terhadap Waktu (*Time-variant*): DW mengandung data historis yang akan digunakan untuk analisis tren (*trend analysis*).
- d) Bersifat Tetap (*Non-volatile*): Data tidak dapat diubah (*update*) secara *real-time* seperti pada sistem OLTP, melainkan hanya dapat ditambah (*loading data*) dan diakses.

2) Pemodelan Data Warehouse Menggunakan Metode Snowflake Schema.

Dalam pengembangan Data Warehouse, pemodelan (*modeling*) adalah aspek

terpenting, karena dengan pemodelan kita dapat melihat sejauh mana DW yang dibangun mampu menghasilkan informasi yang dibutuhkan. Pemodelan dimensional (Multi-Dimensional Modeling) digunakan karena memiliki konsep banyak dimensi atau perspektif pengukuran bisnis

A. Metode Perancangan

Metodologi perancangan DW yang sering digunakan dalam penelitian adalah Nine-Step Methodology (Kimball, 2002). Sembilan tahapan ini mencakup:

- a) Pemilihan Proses (*Process Selection*).
- b) Pemilihan Grain (*Grain Selection*).
- c) Identifikasi Dimensi (*Identifying and conforming the dimensions*).
- d) Pemilihan Fakta (*Fact Selection*).
- e) Penyimpanan perhitungan awal pada tabel fakta (*Store pre-calculations in the fact table*).
- f) Melihat kembali tabel dimensi (*Rounding out the dimension tables*).
- g) Pemilihan durasi basis data (*Choosing the database duration*): Menentukan pembatasan waktu data historis (misalnya 3 tahun).
- h) Menelusuri perubahan dimensi (*Tracking slowly changing dimension*).

B. Justifikasi Penggunaan Snowflake Schema

Skema yang dipilih untuk pemodelan DW perpustakaan perguruan tinggi adalah Snowflake Schema. Metode *Snowflake Schema* adalah pengembangan dari *Star Schema* yang menerapkan normalisasi untuk tabel dimensi. Perbedaan utamanya adalah semua tabel dimensi pada *Snowflake Schema* telah dinormalisasi.

Tujuan utama dari normalisasi ini adalah untuk meminimalkan data yang berlebihan (redudansi data). Dalam *Snowflake Schema*, tabel dimensi dapat memiliki sub-tabel dimensi. Struktur yang dihasilkan menyerupai kepingan salju, dengan tabel fakta berada di tengah. Skema ini memberikan kemudahan pada perawatan dimensi karena strukturnya yang lebih normal.

C. Proses ETL

Untuk mengisi DW yang telah dimodelkan, proses ETL (Extraction, Transformation, and Loading) adalah sekumpulan proses yang harus dilalui. Proses ETL memiliki peran penting untuk menentukan kualitas data yang diintegrasikan.

- a) Ekstraksi (*Extract*): Data diambil dari sumber data operasional, seperti data OLTP atau *export file* Excel.
- b) Transformasi (*Transform*): Data mentah (raw data) disaring, dibersihkan (*cleansing*), dan diubah sesuai dengan aturan dan struktur dimensional DW, menghasilkan tabel fakta dan dimensi.
- c) Pemuatan (*Loading*): Data hasil transformasi dimasukkan ke dalam DW. *Tools* yang umum digunakan untuk memfasilitasi proses ETL termasuk Pentaho Kettle (Pentaho Data Integration) dan SQL Server.

3) Perancangan DW Perpustakaan dan Dukungan SIE

Penerapan DW dengan *Snowflake Schema* telah dilakukan dalam perancangan basis data perpustakaan perguruan tinggi. Penelitian fokus pada proses bisnis utama yang paling banyak diakses, yaitu koleksi bahan pustaka, peminjaman buku (sirkulasi), dan pendataan kunjungan perpustakaan.

- a) Fakta dan Dimensi Perpustakaan: Tabel fakta dalam konteks perpustakaan mencakup *Fact Peminjaman* dan *Fact Pengembalian*. Dimensi terkait meliputi Dimensi Anggota (berdasarkan status Mahasiswa, Pelajar, atau Umum), Dimensi Buku (dengan hierarki Kategori, Pengarang, Penerbit), dan Dimensi Waktu.
- b) Peran DW dalam Mendukung SIE: Model DW yang dihasilkan merupakan basis

acuan yang digunakan untuk melakukan analisis berbasis OLAP (Online Analytical Processing). OLAP memungkinkan analis, manajer, dan eksekutif untuk menganalisis data secara cepat, konsisten, dan interaktif dari berbagai sudut pandang dimensi.

- c) Visualisasi Business Intelligence (BI): Untuk memenuhi kebutuhan informasi eksekutif, yang memerlukan data dalam bentuk visual dan grafik yang mudah dipahami, DW diintegrasikan dengan perangkat Business Intelligence (BI). Aplikasi seperti Tableau Public digunakan untuk membuat visualisasi data, analisis, dan pelaporan.
- d) Dashboard Eksekutif: Output dari implementasi BI adalah Dashboard. *Dashboard Business Intelligence* yang dihasilkan dapat menampilkan informasi strategis, seperti:
 - 1. Tren jumlah transaksi peminjaman dan pengembalian buku per minggu atau bulan.
 - 2. Persentase jumlah anggota berdasarkan status (Mahasiswa, Pelajar, Umum).
 - 3. Laporan tentang kota terbanyak atau sekolah asal yang mendaftar (dalam konteks penerimaan mahasiswa).

Dashboard ini berfungsi sebagai alat pengambil keputusan tingkat tinggi, membantu manajemen mengambil keputusan strategis yang tepat, akurat, dan cepat guna menunjang pengembangan perpustakaan secara berkelanjutan.

METODE

Bagian ini menguraikan pendekatan dan tahapan yang digunakan dalam merancang model Data Warehouse (DW) Perpustakaan Perguruan Tinggi dengan fokus pada penerapan Snowflake Schema untuk mendukung Sistem Informasi Eksekutif (SIE). Metode yang digunakan berpedoman pada standar perancangan Data Warehouse yang telah teruji.

1) Pendekatan Penelitian

Metodologi perancangan Data Warehouse yang digunakan dalam penelitian ini adalah NineStep Methodology (Kimball, 2002). Metode ini dipilih karena berfokus dalam membuat sebuah basis data untuk setiap proses bisnis utama, dibandingkan dengan metode *top-down*. Penelitian ini menggunakan pendekatan field research yang dilakukan melalui tahapan yang sistematis. Kerangka penelitian secara keseluruhan menggambarkan alur dari analisis kebutuhan, analisis data OLTP, proses ETL, hingga perancangan model *Snowflake Schema* Data Warehouse.

2) Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data berfungsi untuk mengakumulasi, mentransfer, dan mentransformasi data dari berbagai sumber yang diperlukan. Metode yang digunakan meliputi:

- a) Studi Literatur/Studi Pustaka (*Literature Review*): Metode ini dilakukan dengan mempelajari teori-teori terkait yang mendukung pemecahan masalah, termasuk teori mengenai Data Warehouse, ETL, *Snowflake Schema*, *Nine-Step Methodology*, dan perpustakaan perguruan tinggi.
- b) Observasi dan Wawancara: Dilakukan melalui tahap survei terhadap sistem yang berjalan, analisis terhadap data yang didapatkan dari survei, serta observasi terhadap kondisi sistem eksisting. Tahap ini bertujuan mendapatkan gambaran mengenai alur dan fungsionalitas sistem perpustakaan, seperti proses peminjaman, pengembalian, data anggota, dan data koleksi buku.
- c) Dokumentasi: Mengumpulkan data-data terkait penelitian yang diperlukan. Data primer yang dikumpulkan berupa data digital OLTP (Operational Database)

perpustakaan, yang seringkali masih berupa data *source* yang tersimpan pada format sederhana seperti Microsoft Excel atau *export file* dari *database* operasional (BAAK). Data ini akan dijadikan basis pemodelan.

3) Tahapan Perancangan Data Warehouse (Nine-Step Kimball)

Perancangan Data Warehouse dilakukan melalui sembilan tahapan utama:

- a) Pemilihan Proses (*Choose the process*): Tahapan ini menentukan subjek permasalahan dan mengidentifikasi proses bisnis utama yang akan dianalisis, seperti Koleksi Bahan Pustaka, Peminjaman dan Pengembalian Buku (Sirkulasi), dan Pendataan Kunjungan Perpustakaan.
- b) Pemilihan *Grain* (*Choose the grain*): Menentukan secara tepat apa yang akan dipresentasikan oleh setiap *record* pada tabel fakta. *Grain* yang dihasilkan meliputi jumlah buku, jumlah anggota berdasarkan status (Mahasiswa, Pelajar, Umum), serta jumlah buku yang dipinjam dan dikembalikan.
- c) Identifikasi Dimensi (*Identify and conform the dimensions*): Mengidentifikasi dimensi yang berhubungan dengan tabel fakta, seperti Dimensi Anggota, Dimensi Buku, dan Dimensi Waktu.
- d) Pemilihan Fakta (*Choose the fact*): Memilih fakta-fakta berdasarkan *grain* yang telah ditentukan, yang akan mengisi setiap tabel fakta. Dalam konteks perpustakaan, tabel fakta yang dihasilkan mencakup Fact Table Peminjaman dan Fact Table Pengembalian.
- e) Penyimpanan Perhitungan Awal pada Tabel Fakta (*Store pre-calculations in the fact table*): Melakukan pengkajian ulang untuk menentukan apakah ada fakta yang dapat diterapkan untuk kalkulasi awal, misalnya total jumlah peminjaman buku berdasarkan waktu.
- f) Melihat Kembali Tabel Dimensi (*Rounding out the dimension table*): Menambahkan keterangan lengkap dan mudah dimengerti pada tabel dimensi untuk kemudahan pengguna.
- g) Pemilihan Durasi Basis Data (*Decide the duration of the database*): Menentukan pembatasan waktu data historis yang akan diambil. Durasi data historis yang dimasukkan ke dalam DW didasarkan pada kebutuhan informasi manajerial, yang umumnya dapat mencapai tiga tahun ke belakang.
- h) Menelusuri Perubahan Dimensi (*Track slowly the changing dimension*): Melakukan pengamatan perubahan data pada tabel dimensi (*Slowly Changing Dimension*). Jika ada perubahan data pada tabel dimensi, akan dibentuk *record* baru agar histori transaksi lama tetap dapat ditelusuri.
- i) Penentuan Prioritas, Model Query, dan Memilih *Physical Design* (*Decide the query priorities and the query models*): Tahap akhir perancangan fisik DW dan menentukan periode proses ETL.

4) Proses ETL (Extraction, Transformation, and Loading)

Proses ETL harus dilalui dalam pembentukan DW untuk mengumpulkan, menyaring, mengolah, dan menggabungkan data-data yang relevan dari berbagai sumber untuk disimpan ke dalam DW. Proses ini memiliki peran penting untuk menentukan kualitas data.

- a) Ekstraksi (*Extract*): Data diambil atau diekstrak dari sumber data operasional.
- b) Transformasi (*Transform*): Data mentah hasil ekstraksi disaring, dibersihkan (*cleansing*), dan diubah sesuai dengan aturan dan struktur dimensional yang berlaku, menghasilkan tabel fakta dan dimensi yang siap dimuat.
- c) Pemuatan (*Loading*): Data yang telah ditransformasi dimasukkan ke dalam DW secara periodik.

5) Perangkat Lunak Pendukung

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- a) SQL Server: Digunakan sebagai tempat penyimpanan data hasil ETL.
- b) Pentaho Kettle (Pentaho Data Integration): Merupakan *software opensource* yang digunakan sebagai *tools* untuk memfasilitasi proses ETL.
- c) Tableau Public: Perangkat lunak Business Intelligence (BI) yang digunakan untuk membuat visualisasi data, analisis data, dan pelaporan, yang akan menampilkan informasi dalam bentuk dashboard untuk kebutuhan eksekutif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan ini menguraikan hasil analisis terhadap sistem yang berjalan, justifikasi pemilihan model, tahapan perancangan model Data Warehouse (DW) menggunakan Snowflake Schema, dan implementasi sistem yang mendukung kebutuhan informasi bagi eksekutif (SIE).

1) Analisis Kebutuhan Sistem dan Tujuan Data Warehouse

Sistem informasi perpustakaan perguruan tinggi, meskipun sudah terkomputerisasi, cenderung berfungsi sebagai sistem OLTP (Online Transactional Processing). Sistem ini mencatat transaksi sehari-hari seperti data peminjaman, pengembalian buku, dan pendataan anggota. Volume transaksi yang besar mengakibatkan munculnya banyak data transaksi, yang seringkali masih berupa *data source* yang tersimpan pada format sederhana, seperti Microsoft Excel. Kondisi ini menyebabkan:

- a) Penumpukan data dan kendala pada proses pelaporan.
- b) Data operasional memiliki keterbatasan struktur entitas dan belum ternormalisasi dengan baik.
- c) Pihak manajemen kesulitan melakukan analisa dan proses pengambilan keputusan yang cepat dan tepat.

Data Warehouse (DW) adalah solusi yang dibutuhkan karena merupakan sistem yang berisi riwayat data selama beberapa tahun dan memfasilitasi pengambilan keputusan. DW dirancang khusus untuk mendukung Decision Support System (DSS) dan Executive Information System (EIS). DW memiliki empat karakteristik utama, yaitu: berorientasi subyek, terintegrasi, *time-variant* (historis), dan bersifat tetap (*non-volatile*). Kebutuhan informasi yang harus dipenuhi oleh perancangan DW ini harus mengacu pada kebutuhan eksekutif. Sistem harus dapat membantu menganalisa data dengan cepat dan tepat dan menyajikan analisis laporan dalam periode tertentu dalam bentuk visual dan grafik yang mudah dipahami (seperti *dashboard business intelligence*). Proses bisnis utama perpustakaan perguruan tinggi yang dipilih untuk dianalisis meliputi: Koleksi bahan pustaka, Peminjaman buku (sirkulasi), dan Pendataan kunjungan perpustakaan.

2) Perancangan Model Dimensional Menggunakan Snowflake Schema

Perancangan DW dalam penelitian ini mengadopsi Nine-Step Methodology (Kimball, 2002), yang lebih berfokus dalam membuat *database* untuk setiap proses bisnis utama.

- a) Justifikasi Pemilihan Snowflake Schema

Pemodelan (*modeling*) adalah aspek terpenting dalam pengembangan DW. Metode yang digunakan adalah Snowflake Schema, yang merupakan variasi dan perbaikan dari *Star Schema*. Skema *Snowflake* menerapkan normalisasi untuk tabel dimensi. Normalisasi ini bertujuan untuk meminimalkan data yang berlebihan (redundansi data). Dalam *Snowflake Schema*, tabel dimensi dapat didekomposisi (dinormalisasi) menjadi beberapa tabel yang lebih kecil, sehingga memberikan

kemudahan pada perawatan dimensi karena strukturnya yang lebih normal.

b) Tabel Fakta dan Dimensi

Berdasarkan analisis *grain* (calon fakta), DW dirancang dengan fokus pada dua tabel fakta utama dan tabel dimensi yang ternormalisasi:

- ❖ Tabel Fakta (*Fact Table*): Tabel fakta berisi ukuran (*measure*) dan *key* yang terkait ke tabel dimensi.
- ❖ Fact Peminjaman: Berisi kunci dimensi dan *measure* seperti total jumlah peminjaman buku berdasarkan waktu.
- ❖ Fact Pengembalian: Berisi kunci dimensi dan *measure* seperti total pengembalian berdasarkan waktu.
- ❖ Tabel Dimensi (*Dimension Table*): Dimensi menunjukkan latar belakang kontekstual dari fakta.
- ❖ Dimensi Anggota: Menyimpan informasi anggota yang melakukan peminjaman buku, dikelompokkan berdasarkan status (Mahasiswa, Pelajar, atau Umum).
- ❖ Dimensi Buku: Menyimpan informasi buku yang tersedia. Dalam model *Snowflake*, dimensi ini dinormalisasi ke sub-tabel, yang mencakup hirarki kategori, penerbit, dan penerbit buku.
- ❖ Dimensi Waktu: Berisi hierarki waktu yang memungkinkan analisis berdasarkan Hari, Minggu, Bulan, dan Tahun.

3) Pemilihan Durasi Basis Data (Tahap 7)

DW harus mengandung data historis yang akan digunakan untuk analisis dan pengambilan keputusan. Durasi data yang dimasukkan ke dalam DW didasarkan pada kebutuhan *stakeholder*. Penelitian serupa menunjukkan bahwa durasi data historis yang diterapkan adalah tiga tahun ke belakang, sesuai kebutuhan untuk membandingkan kemajuan atau penurunan jumlah peminjaman dari tahun ke tahun.

4) Proses ETL (Extraction, Transformation, and Loading)

Proses ETL adalah serangkaian proses wajib untuk mengisi data DW. ETL memiliki peran penting untuk menentukan kualitas data yang diintegrasikan. *Tools* seperti Pentaho Kettle (Pentaho Data Integration) atau SQL Server digunakan untuk memfasilitasi proses ini.

- a) Ekstraksi (*Extract*): Data diambil dari *operational source*, yang merupakan data mahasiswa yang mendaftar atau data sirkulasi. Sumber data yang digunakan dapat berupa *export file* dari *database* BAAK atau file Microsoft Excel.
- b) Transformasi (*Transform*): Data mentah hasil ekstraksi disaring, dibersihkan (*cleansing*), dan diubah formatnya agar sesuai dengan struktur dimensional DW. Proses transformasi inilah yang menghasilkan tabel fakta dan tabel dimensi.
- c) Pemuatan (*Loading*): Data hasil transformasi dimasukkan ke dalam *target database* (misalnya SQL Server). Keberhasilan proses ETL ditandai dengan tanda *checklist* berwarna hijau yang menandakan data berhasil ditransformasi.

5) Hasil Analisis dan Dukungan Sistem Informasi Eksekutif (SIE)

Model DW yang dihasilkan, meskipun berfokus pada perpustakaan, menyediakan informasi secara detail dan lebih mudah bagi pengambil keputusan. DW dioptimalkan untuk aktivitas Online Analytical Processing (OLAP).

- a) Dukungan OLAP dan Visualisasi BI: OLAP memungkinkan analisis dan eksekutif mendapat pandangan data secara cepat, konsisten, dan interaktif. DW dapat digunakan untuk melihat pola atau tren kecenderungan (*trend analysis*), rolling up (ringkasan), dan drilling down (informasi detail).
- b) Dashboard Business Intelligence: Untuk mendukung kebutuhan SIE, hasil analisis data disajikan dalam bentuk visual menggunakan perangkat Business Intelligence

(BI), seperti Tableau Public. *Dashboard* yang dihasilkan berfungsi sebagai alat pengambil keputusan tingkat tinggi. Sebagai contoh implementasi dan hasil analisis yang dapat dihasilkan DW perpustakaan:

- ❖ Analisis Transaksi: Tren persentase jumlah transaksi peminjaman dan pengembalian buku dapat diamati per minggu, bulan, atau tahun.
- ❖ Analisis Anggota: Informasi mengenai persentase jumlah anggota berdasarkan statusnya (Mahasiswa, Pelajar, Umum) dapat diketahui secara rinci.
- ❖ Analisis Pola: Pimpinan perpustakaan dapat membandingkan dan mengetahui jumlah data tersebut di setiap waktu, sehingga dapat mengambil keputusan strategis yang tepat dan cepat guna menunjang pengembangan perpustakaan secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Pemodelan Data Warehouse perpustakaan perguruan tinggi menggunakan Snowflake Schema berhasil menghasilkan struktur data yang sangat efisien dan dinormalisasi, yang secara efektif mengurangi redundansi dan menyajikan analisis multidimensi yang detail. Struktur ini menjadi fondasi yang kuat bagi Sistem Informasi Eksekutif (SIE) untuk mendukung pengambilan keputusan strategis oleh manajemen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, Muhdar. 2017. "IJIS Indonesian Journal on Information System ISSN 2548-6438." IJIS-Indonesia Journal on Information System 2 (1): 18–26.
- Agarwal, S. (2014). Data mining: Data mining concepts and techniques. In Proceedings - 2013 International Conference on Machine Intelligence Research and Advancement, ICMIRA 2013.
- Akbar, R., Yuliani, E., Mawaddah, Q., & Ardhana, F. (2017). Analisis Data Penjualan Perusahaan Detergen XYZ dengan Aplikasi Zoho Reporting Menggunakan Metode OLAP (Online Analytical Processing). Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN), 3(1), 71.
- Almas, Hanafi. 2017. "Manajemen Sistem Informasi Di Perpustakaan Smk Negeri 3 Malang." BIBLIOTIKA: Jurnal Kajian Perpustakaan Dan Informasi 1 (1): 91–100.
- Amorowati, A. (2010). Perancangan Data Warehouse pada Perpustakaan STMIK AMIKOM Yogyakarta. Jurnal Dasi Vol.11 No.1 Maret 2010 ISSN: 1411-3201.
- Andreyana, P. V., Widya, P. A., & Suartika, M. (2017). Designing Data Warehouse at the Inpatient and Outpatient (Case Study: Sanglah Hospital). 2(1), 40–45.
- Andri, A., and B. Tujni. 2017. "Perancangan Data Warehouse Perpustakaan." Jurnal Ilmiah Matrik, no. 3: 101–10.
- Anggakara. 2019. "Jumlah Kolom Dan Baris Excel." 2019
- Arquitectura, E. Y., Introducci, T. I., 赫晓霞, Iv, T., Teatinas, L. A. S., Conclusiones, T. V. I. I., Contemporáneo, P. D. E. U. S. O., Evaluaci, T. V, Ai, F., Jakubiec, J. A., Weeks, D. P. C. C. L. E. Y. N. to K. in 20, Mu, A., Inan, T., Sierra Garriga, C., Library, P. Y., Hom, H., Kong, H., Castilla, N., Uzaimi, A., ... Waldenström, L. (2015). No (Vol. 53, Issue 9). 2014.12.
- Astriani, W., & Trisminingsih, R. (2016). Extraction, Transformation, and Loading (ETL) Module for Hotspot Spatial Data Warehouse Using Geokettle. Procedia

- Environmental Sciences, 33, 626–634.
- Breslin, M. (2004). Data warehousing battle of the giants. *Business Intelligence Journal*, 6-20.
- Chandra, A. (2010). Perancangan Data Warehouse Pada Software Laboratory Center. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications* 1(2), 585-597.
- Connolly, T. M., & Begg, C. E. (2010). *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, And Management*. Boston: Pearson Education.
- Dahlan, A., Utami, E., & Luthfi, E. T. (2013). Perancangan Data Warehouse Perpustakaan Perguruan Tinggi XYZ Menggunakan Metode Snowflake Schema. *Jurnal Teknologi Informasi*, 8(November), 1907–2430.
- E., W., A., S., N. H., A., & Hamid, N. A. (2016). Users' Satisfaction and Return on Investment (ROI) for Online Database Library Databases: A Malaysian Technical University Perspective. *Procedia-Social and Behavioral Science*, 777-783.
- Edi, Doro, and Stevalin Betshani. 2012. "Analisis Data Dengan Menggunakan ERD Dan Model Konseptual Data Warehouse." *Jurnal Informatika* 5 (1): 71–85.
- Foster, E. (2016). *Database systems: a pragmatic approach*. New York: Apress.
- Hartadi, A. D., & Juwita, O. (2017). Perancangan Data Warehouse dan Penerapan Teknik Clustering Spatial pada Wesel: Studi Kasus PT XXX. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 4(1), 199.
- Haryati, Siska, Aji Sudarsono, and Eko Suryana. 2015. "Implementasi Data Mining Untuk Memprediksi Masa Studi Mahasiswa Menggunakan Algoritma C4.5 (Studi Kasus: Universitas Dehasen Bengkulu)." *Jurnal Media Infotama* 11 (2): 130–38.
- Hermawan, Herry, and Radja Erland Hamzah. 2017. "Jurnal Kajian." *Jurnal Kajian Perpustakaan Dan Informasi* 1 (2): 42–57.
- Inmon, W. H., & Hackathorn, R. D. (1994). *Using the Data Warehouse*. New York: John Wiley & Sons.
- Integrator, O. D. (2013). 건설 데이터 웨어하우스 (Data Warehouse) 기술개발 (Vol. 8, Issue 1).
- Irawan, R., & Kaestria, R. 2020. Pemodelan Basis Data Dengan Pendekatan Model Data Berorientasi Objek Pada Native Apps Lokasi Tempat Ibadah Di Kota Palangka Raya. *Jurnal Sains Komputer Dan Teknologi Informasi*, 2(2), 36-43.
- Jayanti, Ni Ketut Dewi Ari & Ni Kadek Sumiari. 2018. *Teori Basis Data*. ANDI. Yogyakarta.
- Kimball, R., & Margy, R. (2002). *The Data Warehouse toolkit: the complete guide to dimensional modeling*. New York: John Wiley & Sons.
- Kimball, R., & Margy, R. (2010). *The Kimball Group Reader: Relentlessly Practical Tools for Data Warehousing and Business Intelligence*. First Edition. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- Kurniawan, Novianto Budi. 2011. "Desain Dan Implementasi Data Warehouse Studi Kasus Pemetaan Daerah Rawan Bencana Provinsi Sumatera Barat," 1–16.
- . M., & Musdholifah, A. (2017). Pengembangan Data Warehouse Menggunakan Methodology, Dengan Kimball Nine-step, and Ganda Wijaya. 2017. "Perancangan Data Warehouse Nilai Mahasiswa Dengan Kimball Nine-Step Methodology." *Jurnal Informatika (JI) UBSI* 4 (1): 1–11.
- Mira Musrini B, Nur Fitrianti F, Reysandi Alexandria Rifky. (2021). *MEMBANGUN DATA*
- Nugroho, Radityo Adi, Johan Tambotih, and Tony Justinus Hoetama. 2008. "Aplikasi

Data

- Oliva, S. Z., & Felipe, J. C. (2018). Optimizing Public Healthcare Management Through a Data Warehousing Analytical Framework. *IFAC-PapersOnLine*, 51(27), 407–412.
- Pendekatan Data-Driven untuk Membantu Pengelolaan SDM. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 10(1), 1.
- Pamungkas, Canggih Ajika. 2017. Pengantar dan Implementasi Basis Data. Deepublish. Yogyakarta.
- Poniah, P. (2001). *Data Warehouse Fundamentals: a Comprehensive Guide for IT Professional*. New York: John Wiley & Sons.
- Prajena, G. (2017). Analisis dan Perancangan Data Warehouse untuk Penjualan, Identifikasi Status Distributor, dan Perpanjangan Masa Aktif Distributor pada PT Harmoni Dinamik Indonesia. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 4(1), 475.
- Program, Pada, and Ilmu Perpustakaan. 2019. “NIM: 1564400023 Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Ilmu Perpustakaan (S. IP) Pada Program Ilmu Perpustakaan.”.
- Rani Susanto & Tati Harihayati M. 2019. Pemodelan Data Warehouse Distribusi Produk di PT. X. *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, Vol.3 No.2 August 2019.
- Rio Irawan. (2021). Pemodelan Data Warehouse Perpustakaan Fakultas Tarbiyah Dan Ilmu Keguruan (Ftik) Institut Agama Islam Negeri (Iain) Palangkaraya. *Ijis Indonesian Journal On Information System Volume 6 Nomor 1 | April 2021*.
- Rokan, M. R. 2017. Manajemen Perpustakaan Sekolah. *Jurnal Iqra'*, 11(01), 1–14.
- Sarka, D., Lah, M., & Jerkič, G. (2012). *Training Kit Exam 70-463: Implementing a Data Warehouse with Microsoft SQL Server 2012*
- Seta, Henki Bayu, Theresia Wati, and Ika Nurlaili Isnainiyah. 2017. “Data Warehouse Development for UPN ‘Veteran’ Jakarta Library (Perancangan Data Warehouse Pada Perpustakaan UPN ‘Veteran’ Jakarta).” *Journal Pekommas 2 (2)*: 161.
- Setiani, Lila & Evelyn Tjandra. 2020. Perancangan Dan Implementasi Data Warehouse Untuk Perpustakaan Kampus (Studi Kasus: Stmik Rosma Karawang). *IJIS: Indonesian Journal on Information System*, Volume 5 Nomor 2 September 2020.
- Sharma, S., & Jain, R. 2013. *Enhancing Business Intelligence using Data Warehousing: A Multi Case Analysis*. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Management Studies*.
- Silvana, Meza, Ricky Akbar, and Rahayu Tifani. 2017. “Penerapan Dashboard System Di Perpustakaan Universitas Andalas Menggunakan Tableau Public.” *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2017*, no. November: 1–6.
- Solichin, Achmad. 2010. “MySQL Dari Pemula Hingga Mahir.” *Universitas Budi Luhur, Jakarta*, no. January 2010: 1–117.
- Suni, Eugenius Kau. 2018. “Analisis Dan Perancangan Data Warehouse Untuk Mendukung Keputusan Redaksi Televisi Menggunakan Metode Nine-Step Kimball.” *Jurnal Teknik Informatika 11 (2)*: 197–206.
- Ui, F. (2015). *Implementasi data...*, Gito Wahyudi, FASILKOM UI, 2015.
- Vaisman A, Zimányi E. 2014. *Data Warehouse Systems: Design and Implementation*. Berlin: Springer-Verlag.
- Warehouse Untuk Menganalisa Pola Siswa Yang Mendaftar Di Itenas. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan Volume 8, No 1, 15 Desember 2021*.

-
- Warehouse Untuk Analisis Penjualan Mobil Berbasis Multidimensional Modeling (MDM) Dan Star Schema Design (Studi Kasus PT. Asco Automotive).” Jurnal Teknologi Informasi-Aiti 5 (2): 101–200.
- Widodo, Agus Wahyu & Diva Kurnianingtyas. 2017. Sistem Basis Data. UB Press. Malang.