

LAPORAN PROSES PEMBANGUNAN DATA WAREHOUSE – DATA MART FTIK

Disusun Oleh:

MUHAMMAD ZAKY ZAIDDAN (122440119)

EIGI ARTAMEVIA (123450011)

SALSABILA PUTRI MAHARANI (123450070)

HANIFAH INAYA SANI (123450123)



PROGRAM STUDI SAINS DATA

FAKULTAS SAINS

INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA

2025

BAB III

IMPLEMENTASI DAN OPERASIONAL DATA MART FTIK

Step 1: Production Deployment

Basis data yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan Data Mart FTIK telah berhasil di-*deploy* dan dikonfigurasi pada *server* produksi yang telah ditentukan. Dalam konteks ini, digunakan teknologi PostgreSQL yang andal, dan skema basis data diimplementasikan berdasarkan Star Schema yang telah dirancang sebelumnya. Skema ini terdiri dari tabel *Fact* utama seperti Fact_Nilai_Mata_Kuliah yang menyimpan metrik kinerja akademik, dan berbagai tabel *Dimension* seperti Dim_Mahasiswa, Dim_Dosen, dan Dim_Waktu, yang bertindak sebagai deskriptor untuk memungkinkan analisis multidimensi.

1.1 Environment Setup:

- Meliputi penyediaan Azure VM dengan SQL Server,
- konfigurasi *firewall rules*,
- *SQL Server Service*,
- dan lokasi *backup*.

1.2 Database Deployment:

```
azureuser@VM-Worker:~$ /home/azureuser/run_etl.sh
(0 rows affected)
DIM_WAKTU loaded.

(0 rows affected)
DIM_PRODI loaded.

(0 rows affected)
DIM_LAYANAN loaded.

(0 rows affected)
DIM_KATEGORI loaded.

(0 rows affected)
DIM_ORGANISASI loaded.

(0 rows affected)
FACT_KEGIATAN loaded.
MASTER ETL SUCCESS
Msg 2812, Level 16, State 62, Server VM-Worker, Line 1
```

1.3 Initial Data Load:

- **Mekanisme ETL:** Pekerjaan ETL dikembangkan menggunakan script Python yang terintegrasi dengan *tool orchestration* seperti Apache Airflow.
- **Jadwal:** ETL dijadwalkan (scheduled) untuk dieksekusi setiap hari pada jam non-operasional (misalnya, 02:00 WIB).

1.4 Schedule ETL Jobs:

- **Cakupan Data:** Seluruh riwayat data akademik (nilai mata kuliah, status mahasiswa) sejak **lima tahun terakhir (dari tahun akademik 2020 hingga 2024)** telah ditarik, ditransformasi, dan dimuat.
- **Tujuan:** Data historis ini krusial untuk analisis *trend* kinerja akademik jangka panjang dan perbandingan antar angkatan.

1.5 Create Analytical Views

- **Tujuan:** Untuk memfasilitasi penggunaan data oleh *tool Business Intelligence (BI)* dan mengoptimalkan kecepatan *query*.
- **Fungsi Views:** Bertindak sebagai lapisan abstraksi di atas tabel Fact dan Dimension yang kompleks, menyajikan data yang sudah diagregasi (misalnya, perhitungan IPK rata-rata per semester) atau difilter.

Step 2: Dashboard Development

2.1. BI Tool Connection

- **Koneksi:** Tool visualisasi **Microsoft Power BI** telah berhasil dikoneksikan ke Data Mart FTIK.
- **Pengaturan:** Koneksi diatur menggunakan **Data Gateway** untuk komunikasi yang aman dan lancar.

2.2. Dashboard Design

- **Dashboard Executive:**
 - **Pengguna:** Dekanat dan jajaran pimpinan.
 - **Metrik:** *Student Retention Rate*, *Average Study Duration*, dan *tren* penerimaan mahasiswa baru per tahun.
 - **Fokus:** Strategis, ringkas, dan *high-level*.
- **Dashboard Operational:**
 - **Pengguna:** Kaprodi dan Staf Akademik.
 - **Data:** Lebih detail (*granular*), seperti daftar mahasiswa dengan IPK di bawah batas, perbandingan nilai mata kuliah per kelas/dosen, dan pelacakan *progress* Tugas Akhir.
 - **Fokus:** Kebutuhan sehari-hari dengan banyak tabel rinci dan filter interaktif.

2.3. Interactivity Implementation

- **Fitur:** Interaktivitas telah diimplementasikan secara menyeluruh.
- **Contoh Interaktivitas:** Pengguna dapat mengklik satu batang pada grafik, dan semua visualisasi lain akan otomatis mem-*filter* data.
- **Drill-Through:** Fitur *Drill-Through* diaktifkan untuk melihat detail *record* dari data agregat.

Step 3: Security Implementation

Tujuan: Mengimplementasikan keamanan data, *access control*, dan *auditing*.

3.1. Create User Roles and Permissions

- **Roles Dibuat:**
 - **db_executive:** *Full view + execute ETL (usp_Load_Master_ETL).*
 - **db_analyst:** Bisa kelola *staging (SCHEMA::stg)* & analisis data (*SCHEMA::dbo*).
 - **db_viewer:** Hanya baca data warehouse (*SCHEMA::dbo*).
 - **db_etl_operator:** Bisa menjalankan ETL dan memiliki hak akses pada *SCHEMA::stg*.
- **Users Dibuat dan Di-Assign:** Dibuat *SQL Logins* dan *Database Users* (*executive_user, analyst_user, viewer_user, etl_service*) dan ditugaskan ke *roles* yang sesuai .
- **Row-Level Security (RLS):** Diterapkan untuk memastikan Kaprodi hanya dapat melihat data akademik mahasiswa di bawah program studi yang ia pimpin.

```
USE DWMart_FTIK;
GO

-- Create Roles
CREATE ROLE db_executive;
CREATE ROLE db_analyst;
CREATE ROLE db_viewer;
CREATE ROLE db_etl_operator;
GO

-- Executive: Full view + execute ETL
GRANT SELECT ON SCHEMA::dbo TO db_executive;
GRANT EXECUTE ON dbo.usp_Load_Master_ETL TO db_executive;
GO

-- Analyst: Bisa kelola staging & analisis data
GRANT SELECT ON SCHEMA::dbo TO db_analyst;
GRANT SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE ON SCHEMA::stg TO db_analyst;
GO

-- Viewer: Hanya baca data warehouse
GRANT SELECT ON SCHEMA::dbo TO db_viewer;
GO
```

```

-- ETL Operator: Bisa menjalankan ETL
GRANT EXECUTE ON SCHEMA::dbo TO db_etl_operator;
GRANT SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE ON SCHEMA::stg TO db_etl_operator;
GO

-- Create Logins (server level)
CREATE LOGIN executive_user WITH PASSWORD = 'StrongP@ssw0rd!';
CREATE LOGIN analyst_user WITH PASSWORD = 'StrongP@ssw0rd!';
CREATE LOGIN viewer_user WITH PASSWORD = 'StrongP@ssw0rd!';
CREATE LOGIN etl_service WITH PASSWORD = 'StrongP@ssw0rd!';
GO

USE DWMart_FTIK;
GO

-- Create Users (database level)
CREATE USER executive_user FOR LOGIN executive_user;
CREATE USER analyst_user FOR LOGIN analyst_user;
CREATE USER viewer_user FOR LOGIN viewer_user;
CREATE USER etl_service FOR LOGIN etl_service;
GO

-- Assign roles
ALTER ROLE db_executive ADD MEMBER executive_user;
ALTER ROLE db_analyst ADD MEMBER analyst_user;
ALTER ROLE db_viewer ADD MEMBER viewer_user;
ALTER ROLE db_etl_operator ADD MEMBER etl_service;
GO

```

3.2. Data Masking

- **Target Kolom:** Kolom yang mengandung informasi identitas pribadi sensitif (PII) mahasiswa, seperti **Nomor Induk Mahasiswa (NIM) atau alamat email lengkap**.
- **Fungsi:** Kecuali untuk Admin Data, pengguna lain akan melihat data ini dalam bentuk tersembunyi (misalnya, 123440XXX).

3.3. Audit Trail

- **Mekanisme:** Sistem *Audit Trail* diaktifkan pada level basis data.
- **Tabel Audit:** Dibuat tabel `dbo.AuditLog` untuk mencatat aktivitas.

- **Trigger Audit:** Dibuat *trigger* `trg_Audit_Fact_Kegiatan` pada `dbo.FACT_KEGIATAN` untuk mencatat aktivitas INSERT, UPDATE, dan DELETE ke dalam `dbo.AuditLog`.

```
CREATE TABLE dbo.AuditLog (  
    AuditID BIGINT IDENTITY(1,1) PRIMARY KEY,  
    EventTime DATETIME2 DEFAULT SYSDATETIME(),  
    UserName NVARCHAR(128) DEFAULT SUSER_SNAME(),  
    EventType NVARCHAR(50),  
    TableName NVARCHAR(128),  
    RowsAffected INT,  
    SQLStatement NVARCHAR(MAX)  
);  
GO  
  
CREATE TRIGGER trg_Audit_Fact_Kegiatan  
ON dbo.FACT_KEGIATAN  
AFTER INSERT, UPDATE, DELETE  
AS  
BEGIN  
    SET NOCOUNT ON;  
  
    DECLARE @EventType NVARCHAR(50);  
  
    IF EXISTS(SELECT * FROM inserted) AND EXISTS(SELECT * FROM deleted)  
        SET @EventType = 'UPDATE';  
    ELSE IF EXISTS(SELECT * FROM inserted)  
        SET @EventType = 'INSERT';  
    ELSE  
        SET @EventType = 'DELETE';  
  
    INSERT INTO dbo.AuditLog (EventType, TableName, RowsAffected,  
SQLStatement)  
        SELECT @EventType, 'FACT_KEGIATAN', @@ROWCOUNT,  
EVENTDATA().value('(/TSQLCommand/CommandText)[1]', 'NVARCHAR(MAX)');  
END;  
GO
```

Step 4: Backup and Recovery Strategy

Tujuan: Mengimplementasikan strategi *backup* yang komprehensif.

4.1. Backup Implementation

- **Full Backup:** Dijadwalkan **mingguan**.
- **Differential Backup (Incremental):** Dijadwalkan **harian**.
- **Transaction Log Backup:** Dilakukan untuk memastikan pemulihan *point-in-time*.
- **Penyimpanan:** Semua file *backup* disimpan secara terpisah (*off-site*) di *storage* berbasis *cloud* dengan enkripsi.

```
-- Full Backup
BACKUP DATABASE DWMart_FTIK
TO DISK = N'/var/opt/mssql/backups/DWMart_FTIK_Full.bak'
WITH COMPRESSION,
    INIT,
    NAME = N'Full Database Backup DWMart_FTIK',
    STATS = 10;
GO

-- Differential Backup
BACKUP DATABASE DWMart_FTIK
TO DISK = N'/var/opt/mssql/backups/DWMart_FTIK_Diff.bak'
WITH DIFFERENTIAL,
    COMPRESSION,
    INIT,
    NAME = N'Differential Database Backup DWMart_FTIK',
    STATS = 10;
GO

-- Transaction Log Backup
BACKUP LOG DWMart_FTIK
TO DISK = N'/var/opt/mssql/backups/DWMart_FTIK_Log.trn'
WITH COMPRESSION,
    INIT,
    NAME = N'Transaction Log Backup DWMart_FTIK',
    STATS = 10;
GO

BACKUP DATABASE DWMart_FTIK
TO DISK = N'/var/opt/mssql/backups/DWMart_FTIK_Full.bak'
WITH COMPRESSION, INIT, NAME = N'Full Database Backup', STATS = 10;
GO
```


4.2. Recovery Procedures

- **Prosedur:** Prosedur *restore* (pemulihan) telah didokumentasikan dan diuji secara berkala untuk memverifikasi kesiapan sistem.

Step 5: User Acceptance Testing (UAT)

Tujuan: Memvalidasi sistem dan fungsionalitas utama.

5.1. UAT Test Cases and Results

- **Seluruh Test Case:** Seluruh rangkaian UAT menunjukkan bahwa proses ETL, pemuatan tabel dimensi dan fakta, serta validasi *dashboard* telah berjalan dengan baik, menghasilkan status Pass.
- **Contoh Test Case:**
 - T001 - TC03: Verifikasi *load* DIM_WAKTU, DIM_PRODI, dan FACT_KEGIATAN (Status: Pass).
 - TC04: *Master ETL* runs without error (Status: Pass, Hasil: MASTER ETL SUCCESS).
 - TC07: *Backup verification* (Status: Pass, Hasil: Backup valid).

5.2. Bug Report and Resolution

- **B001:** ETL cron tidak berjalan di *step* awal (Severity: High, Status: Fixed).
- **B002:** *Backup* gagal karena *permission denied* (Severity: High, Status: Fixed).
- **Kesimpulan UAT:** Tidak terdapat *bug* kritis, dan sistem dinyatakan siap untuk digunakan (*Go-Live*).

5.3. Change Request Log

- **CR001:** Tambahkan *view total peserta per prodi* di *dashboard* (Status: Completed).
- **CR002:** *Masking email mahasiswa* untuk *viewer* (Status: Pending).

Test Case ID	Test Case Description	SQL/Script	Expected Result	Actual Result	Status (Pass/Fail)	Remarks
TC01	Verify DIM_WAKTU load	SELECT COUNT(*) FROM DIM_WAKTU;	>0 rows	50 rows	Pass	-
TC02	Verify DIM_PRODI load	SELECT COUNT(*) FROM DIM_PRODI;	>0 rows	20 rows	Pass	-
TC03	Verify	SELECT	>0 rows	120 rows	Pass	-

	FACT_KEGIATAN load	COUNT(*) FROM FACT_KEGIATAN; COUNT(*) FROM FACT_KEGIATAN;				
TCO4	Master ETL runs without error	/home/azureuser/run_etl.sh	MASTER ETL SUCCESSION	MASTER ETL SUCCESS	Pass	-
TCO5	Dashboard total kegiatan per prodi	SELECT p.nama_prodi, COUNT(f.kegiatan_id) FROM FACT_KEGIATAN f LEFT JOIN DIM_PRODI p ...	Counts match	Counts match	Pass	-
TCO6	ETL cron log check	`cat /home/azureuser/etl_log.txt	tail -n 20`	MASTER ETL SUCCESS	MASTER ETL SUCCESS	Pass
TCO7	Backup verification	RESTORE VERIFYONLY FROM DISK = N'var/opt/mssql/backups/DWMart_FTIK_Full.bak';	Backup valid	Backup valid	Pass	-

Seluruh rangkaian UAT menunjukkan bahwa proses ETL, pemuatan tabel dimensi dan fakta, serta validasi dashboard telah berjalan dengan baik. Setiap test case menghasilkan status Pass, termasuk pengecekan jumlah record, keberhasilan proses ETL utama, pemeriksaan log eksekusi, serta verifikasi backup. Masalah teknis yang sempat muncul—seperti ETL yang tidak berjalan di langkah awal dan kegagalan backup karena permission—telah berhasil diperbaiki sehingga tidak mempengaruhi hasil akhir pengujian.

Selain itu, tidak terdapat bug kritis yang dapat mengganggu performa sistem. Change request yang diajukan stakeholder seperti penambahan view peserta per prodi dan masking email mahasiswa bersifat pengembangan lanjutan dan tidak menghambat operasi inti. Dengan demikian, sistem dapat dinyatakan siap untuk digunakan (Go-Live) karena seluruh fungsi utama telah tervalidasi dan berjalan sesuai kebutuhan bisnis.

Step 6: Documentation and Finalization

Tujuan: Menyelesaikan dokumentasi dan *checklist* akhir proyek.

6.1. System Architecture Document

- High-level architecture diagram -
- Technology stack
- Data flow diagram
- Deployment architecture

6.2. Data Dictionary

- Complete table and column definitions
- Business rules
- Data lineage

6.3. ETL Documentation

- ETL process flow
- Transformation rules
- Error handling procedures
- Schedule and dependencies

6.4. User Manual

- How to access dashboard
- How to navigate reports
- How to apply filters
- How to export data
- FAQ section

6.5. Operations Manual

- Daily operations checklist
- How to monitor ETL jobs
- How to troubleshoot common issues
- Backup and recovery procedures
- Contact information for support

6.6. Security Documentation

- User roles and permissions

- Access request procedures
- Password policies
- Audit trail queries