

**TUGAS BESAR PERGUDANGAN DATA
PEMBANGUNAN DATA MART**

Domain: Satuan Pengawas Internal



Anggota Kelompok:

- | | | |
|----|-----------------------|-----------|
| 1. | Anggi Puspita Ningrum | 123450012 |
| 2. | Anadia Carana | 123450019 |
| 3. | Iqfina Haula Halika | 123450076 |
| 4. | Muhammad Dzikra | 123450124 |

**PROGRAM STUDI SAINS DATA
FAKULTAS SAINS
INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA
2025**

BAB I

PENDAHULUAN

Dalam konteks tata kelola organisasi modern, fungsi Satuan Pengawasan Internal (SPI) memainkan peran krusial dalam memastikan tercapainya tujuan strategis melalui penilaian risiko yang komprehensif, pengendalian internal yang memadai, dan kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku.

1.1 Latar Belakang dan Permasalahan

Selama ini, data hasil audit, temuan, dan rekomendasi tindak lanjut (TL) sering tersebar di berbagai sistem operasional (SILO) dan format yang berbeda. Kondisi ini menciptakan tantangan signifikan dalam mengukur kinerja pengawasan, mengidentifikasi tren risiko secara cepat, dan menilai dampak finansial agregat dari kelemahan kontrol. Data yang tidak terintegrasi dan tidak terstruktur menghambat pimpinan eksekutif untuk mendapatkan pandangan helicopter view mengenai kesehatan risiko organisasi secara real-time.

1.2 Tujuan Pembuatan Data Mart SPI

Datamart SPI ini didesain sebagai single source of truth yang terstruktur dan terintegrasi untuk mendukung keputusan berbasis data. Tujuan utamanya adalah:

- Akselerasi Insight Eksekutif: Menyediakan ringkasan eksekutif (Dashboard 1) yang menyajikan metrik kunci seperti Total Potensi Kerugian, Rata-rata Skor Risiko Global, dan Usia Rata-rata Rekomendasi secara instan.
- Analisis Kinerja Auditor: Memungkinkan Manajer Audit memantau efisiensi tim dan efektivitas siklus audit (Dashboard 2), termasuk persentase penyelesaian rekomendasi.
- Deep Dive Analitik Risiko: Mendukung analisis mendalam (Dashboard 3 & 4) untuk mengidentifikasi akar masalah sistemik (Kelemahan Kontrol), matriks risiko (Skor vs Materialitas), dan menganalisis kontribusi kerugian finansial per kategori.

3. Ruang Lingkup Data

Data Mart SPI mengintegrasikan data dari Fact Table utama (Fakta Temuan & Rekomendasi) dengan Dimensi Kunci, meliputi:

- Dimensi Waktu (untuk analisis tren tahunan dan bulanan).
- Dimensi Unit Kerja (untuk mengidentifikasi Unit Kerja Berisiko Tinggi).
- Dimensi Temuan (untuk mengklasifikasikan Kategori Risiko dan Kelemahan Kontrol).
- Dimensi Siklus Audit dan Dimensi Auditor (untuk pengukuran kinerja operasional).

BAB II

LANGKAH IMPLEMENTASI

MISI 1: DESAIN KONSEPTUAL DAN LOGIKAL

1.1. Business Requirements Analysis

Tujuan utama dari langkah ini adalah untuk memahami secara mendalam kebutuhan informasi, pengawasan, dan analitik yang diperlukan oleh SPI untuk menjalankan fungsi audit dan pengawasan secara efektif.

1. Identifikasi Stakeholders

- Kepala SPI & Manajer Audit : Membutuhkan insight tingkat tinggi mengenai profil risiko unit kerja, tren temuan audit, status tindak lanjut rekomendasi, dan kepatuhan GCG untuk menetapkan strategi pengawasan tahunan.
- Auditor Senior/Pelaksana : Membutuhkan data transaksional terperinci untuk analisis audit berkelanjutan (Continuous Auditing), identifikasi anomali, pengujian efektivitas kontrol, dan pelaporan hasil temuan audit.
- Komite Audit/Pimpinan Tertinggi : Membutuhkan ringkasan eksekutif dan jaminan (assurance) mengenai efektivitas tata kelola, manajemen risiko, dan pengendalian internal secara keseluruhan.

2. Analisis Proses Bisnis

Proses bisnis utama SPI yang memerlukan dukungan data mart:

➤ Proses Audit/Assurance:

- KPI: Jumlah siklus audit yang diselesaikan, tingkat kepatuhan terhadap jadwal audit, rasio temuan risiko tinggi/material, waktu rata-rata penyelesaian audit.
- Metrik: Jumlah hari audit, skor risiko temuan, referensi standar/regulasi yang dilanggar.

➤ Pengawasan Kepatuhan (Compliance Monitoring):

- KPI: Tingkat kepatuhan unit kerja terhadap kebijakan internal/regulasi, persentase tindak lanjut rekomendasi yang selesai tepat waktu.
- Metrik: Usia rekomendasi (Aging), status tindak lanjut (Terbuka/Tutup), total kerugian/potensi kerugian yang dicegah.

➤ Manajemen Risiko:

- KPI: Frekuensi insiden risiko yang terjadi, rasio unit kerja dengan profil risiko tinggi, efektivitas implementasi mitigasi risiko.
- Metrik: Skor risiko inherent dan residual, klasifikasi jenis risiko (operasional, finansial, kepatuhan).

3. Kebutuhan Analitik

Pertanyaan Bisnis SPI yang Perlu Dijawab	Jenis Laporan yang Dibutuhkan	Level Agregasi & Granularitas
Di unit mana risiko tertinggi berada saat ini?	Laporan Profil Risiko (Bulanan/Triwulanan)	Agregasi: Berdasarkan Unit Kerja, Jenis Risiko, dan Periode.
Apakah ada tren peningkatan anomali transaksi tertentu	Laporan Anomali dan Pengecualian	Granularitas: Hingga level transaksi individu (misalnya,

(misalnya, pembayaran ganda, fraud)?	(Harian/Mingguan)	nomor voucher, tanggal, jumlah, vendor).
Bagaimana progres tindak lanjut semua rekomendasi audit yang bersifat material?	Dashboard Tindak Lanjut Rekomendasi (Real-time/Mingguan)	Agregasi: Berdasarkan Status (Open, Closed, Overdue), Unit Penanggung Jawab.
Bagaimana efektivitas kontrol internal (misalnya, segregasi tugas) pada sistem tertentu?	Laporan Pengujian Kontrol (Ad-hoc/Siklus Audit)	Granularitas: Hingga level aksi pengguna (User Access Rights, Activity Log) dalam sistem sumber.

1.2. Data Source Identification (Domain: Satuan Pengawas Internal)

Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengetahui lokasi, sifat, dan kualitas dari semua data yang diperlukan SPI untuk analisis pengawasan.

1. Identifikasi Sumber Data

Jenis Sumber Data	Deskripsi dan Contoh untuk SPI
Database Operasional (OLTP)	Sistem Sumber Unit Kerja. Database utama dari sistem operasional yang diaudit (misalnya, Sistem Keuangan, Sistem HRD, Sistem Pengadaan). Data ini penting untuk audit transaksional dan analisis anomali.
Sistem Internal Audit & GRC	Database atau aplikasi yang digunakan SPI/Unit Kepatuhan untuk mencatat temuan audit, rekomendasi, profil risiko unit kerja, dan laporan insiden/fraud.
File Excel/CSV	Data yang dikelola secara ad-hoc oleh unit kerja, seperti daftar aset tetap non-sistem, log manual, atau ringkasan data bulanan yang diekstrak. Ini seringkali memerlukan validasi tinggi.
External APIs/Layanan Eksternal	Data dari pihak ketiga yang mempengaruhi kepatuhan (misalnya, data regulasi terbaru, daftar vendor terlarang, atau data kurs/suku bunga dari bank sentral).
Manual Data Entry	Data kualitatif yang dimasukkan langsung oleh auditor, seperti penilaian risiko inheren, tingkat materialitas, dan justifikasi temuan audit.

2. Data Source Analysis

Aspek Analisis	Pertimbangan Khusus untuk Data SPI
Struktur dan Schema	Variatif. Data OLTP unit kerja biasanya terstruktur, tetapi data dari sistem audit internal mungkin semi-terstruktur (misalnya, kolom teks bebas untuk deskripsi temuan). Perlu memetakan Primary Key antara temuan audit (SPI) dan transaksi terkait (OLTP).
Volume dan Growth Rate	Volume Tinggi di Sisi Transaksional. Data keuangan/transaksi harian bisa sangat besar. Data temuan audit SPI mungkin lebih rendah volumenya, tetapi pertumbuhannya linear seiring bertambahnya siklus audit.
Kualitas Data	Kritis. Kualitas data dari OLTP harus dipertanyakan dan diverifikasi, karena SPI perlu mengandalkan data tersebut untuk menyatakan temuan dan risiko. Data internal SPI (seperti status tindak lanjut) harus memiliki integritas tinggi.
Frekuensi Update Data	Bervariasi. Data transaksi (OLTP) mungkin perlu diperbarui harian untuk Continuous Auditing. Data temuan audit/rekomendasi mungkin diperbarui mingguan saat auditor memperbarui status tindak lanjut.

3. Data Profiling

Data Profiling adalah langkah penting untuk memahami "kotornya" data dari perspektif SPI, yang akan memengaruhi temuan audit.

➤ Analisis Distribusi Data:

- Menganalisis distribusi nilai kunci, misalnya, distribusi jumlah transaksi (untuk mendeteksi anomali pada transaksi besar atau kecil) atau distribusi usia piutang (untuk menentukan potensi kerugian).

➤ Identifikasi Null Values dan Outliers:

- Null Values: Mencari nilai kosong di kolom penting (misalnya, Tanggal Persetujuan, ID Vendor, atau Skor Risiko). Null values di kolom kontrol bisa menjadi indikasi kelemahan kontrol.
- Outliers: Menggunakan statistik (misalnya, Z-score atau IQR) untuk mendeteksi transaksi atau item yang berada di luar batas normal, yang merupakan fokus utama audit (red flags).

➤ Deteksi Duplikasi:

- Mencari duplikasi entitas (misalnya, vendor atau pegawai yang sama tercatat lebih dari satu kali) dan duplikasi transaksi (misalnya, pembayaran yang sama dicatat dua kali).

➤ Konsistensi Format Data:

- Memastikan format data tanggal, mata uang, dan kode unit kerja konsisten di seluruh sistem sumber, karena inkonsistensi dapat menyulitkan pelaporan audit.

1.3. Conceptual Design - ERD (Domain: Satuan Pengawas Internal)

Tujuan dari langkah ini adalah untuk menciptakan gambaran konseptual tingkat tinggi mengenai bagaimana entitas-entitas utama yang digunakan SPI berhubungan satu sama lain, sebelum menentukan struktur tabel Data Mart.

1. Identifikasi Entitas dan Atribut

Entitas Utama	Atribut Kunci (Primary Key/Attributes)	Keterangan
TEMUAN_AUDIT	PK: ID_Temuan, Judul, Deskripsi_Temuan, Skor_Risiko (High/Medium/Low), Kategori_Risiko, Tanggal_Ditemukan.	Inti dari Data Mart. Mencatat hasil dari kegiatan pengawasan.
REKOMENDASI	PK: ID_Rekomendasi, FK: ID_Temuan, Tindakan_Diusulkan, Target_Tanggal_Selaisai, Status_Tindak_Lanjut (Open /Closed /Overdue).	Tindak lanjut spesifik untuk setiap temuan. Hubungan 1:M ke TEMUAN_AUDIT.
UNIT_KERJA	PK: ID_Unit, Nama_Unit, Kepala_Unit, Jenis_Unit (Produksi/Pendukung).	Dimensi organisasi yang diaudit.
AUDITOR	PK: ID_Auditor, Nama_Auditor, Jabatan.	Personel yang bertanggung jawab menemukan temuan.
SIKLUS_AUDIT	PK: ID_Siklus, Tahun_Audit, Jenis_Audit (Operasional/Finansial/Khusus), Tanggal_Mulai, Tanggal_Selesai.	Konteks waktu dan ruang lingkup dari proses audit.

2. Definisi Relationships

Hubungan	Entitas 1	Kardinalitas	Entitas 2	Keterangan
Ditemukan_Dalam	TEMUAN_AUDIT	M:1	SIKLUS_AUDIT	Satu siklus audit dapat menghasilkan banyak temuan. Setiap temuan hanya milik satu siklus.
Bertanggung_Jawab	TEMUAN_AUDIT	M:1	AUDITOR	Satu auditor dapat menemukan banyak temuan.
Mengenai	TEMUAN_AUDIT	M:1	UNIT_KERJA	Satu unit kerja dapat memiliki banyak temuan audit. Setiap temuan hanya mengenai satu unit kerja.

Memiliki	TEMUAN_AUDIT	1:M	REKOMENDASI	Satu temuan dapat memiliki banyak rekomendasi tindakan. Setiap rekomendasi hanya terkait satu temuan.
----------	--------------	-----	-------------	---

1.4. Logical Design - Dimensional Model (Domain: Satuan Pengawas Internal)

Tujuan utama adalah mengubah entitas konseptual menjadi tabel fakta (Fact Table) dan tabel dimensi (Dimension Table) untuk mendukung kebutuhan pelaporan dan analitik yang telah didefinisikan SPI.

1. Identifikasi Fact Table

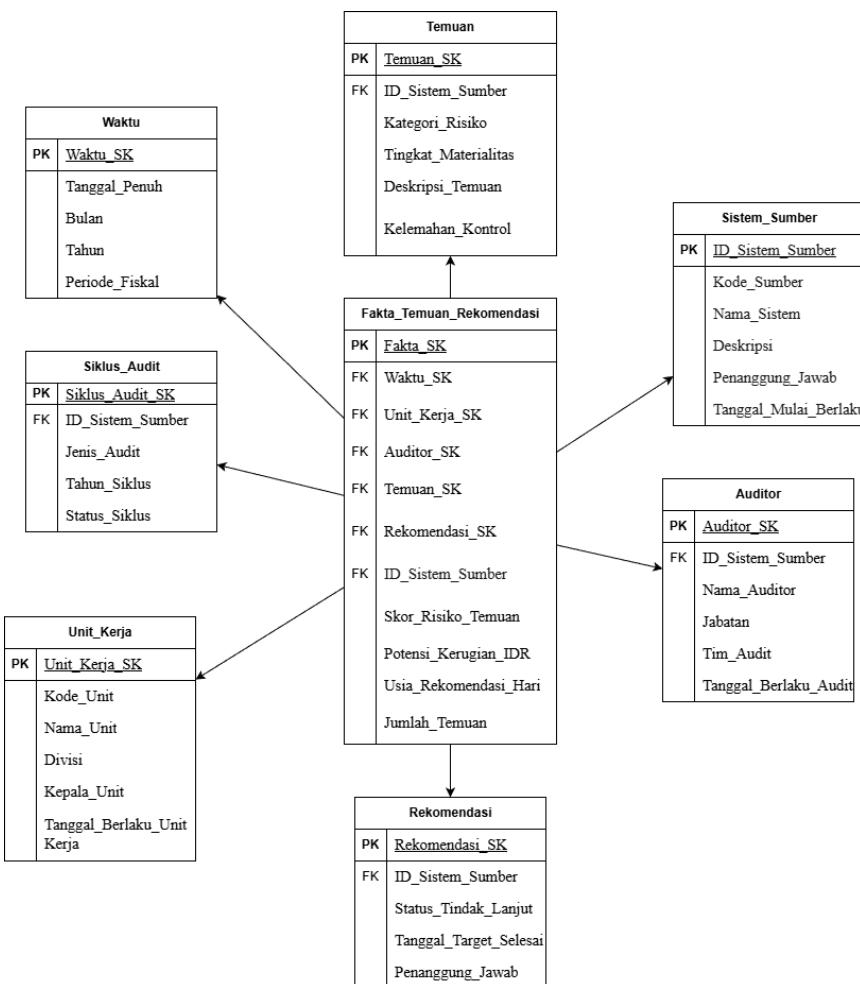
Aspek	Detail untuk SPI
Business Process	Proses Pelaporan Temuan Audit dan Status Rekomendasi.
Fact Table Name	Fakta_Temuan_Rekomendasi
Grain (Level Detail)	Satu baris per Temuan Audit per Rekomendasi terkait. Ini memungkinkan analisis agregasi temuan dan tracking detail status rekomendasi.
Measures (Metrik Numerik)	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah_Temuan (selalu 1 untuk grain ini) • Skor_Risiko_Temuan (nilai 1-5 atau High/Medium/Low, semi-additive untuk rata-rata, non-additive untuk total) • Potensi_Kerugian (Estimasi kerugian finansial, additive) • Usia_Rekomendasi (Jumlah hari sejak rekomendasi dikeluarkan, semi-additive)
Klasifikasi Additivity	Semi-Additive dan Additive. Sebagian besar metrik terkait status (Usia_Rekomendasi) adalah semi-additive. Potensi_Kerugian adalah additive.

2. Identifikasi Dimension Tables

Dimensi	Atribut Deskriptif (Untuk Filter/Group)	Hierarki Kunci
Dimensi_Waktu	Tanggal_Ditemukan, Tanggal_Target_Selesai, Bulan, Tahun, Periode_Fiskal.	Hari → Bulan → Tahun
Dimensi_Unit_Kerja	Nama_Unit, Kepala_Unit, Lokasi, Jenis_Unit (Produksi/Pendukung).	Divisi → Departemen → Unit
Dimensi_Siklus_Audit	Jenis_Audit (Operasional/Finansial), Tahun_Siklus, Status_Siklus.	-

Dimensi_Auditor	Nama_Auditor, Jabatan, Tim_Audit.	-
Dimensi_Temuan	Kategori_Risiko (Kepatuhan/Operasional/ Finansial), Deskripsi_Temuan, Kelemahan_Kontrol	Kategori Risiko → Jenis Kontrol → Temuan
Dimensi_Rekomendasi	Status_Tindak_Lanjut (Open/Closed/Overdue), Aksi_Diusulkan, Penanggung_Jawab.	-

3. Desain Star Schema



Model dimensional (Star Schema) akan menempatkan **Fakta_Temuan_Rekomendasi** di tengah, dihubungkan hanya oleh Foreign Keys ke tabel dimensi di sekitarnya.

4. Penentuan Surrogate Keys

Untuk semua tabel dimensi, kita harus menggunakan Surrogate Keys untuk menjaga integritas historis dan independensi dari Primary Keys sistem sumber.

- Penggunaan Surrogate Keys: Setiap tabel dimensi akan menggunakan integer Surrogate Key yang sederhana, bukan Primary Key yang rumit dari sistem sumber.
- Naming Convention:
 - Dimensi_Waktu: Waktu_SK
 - Dimensi_Unit_Kerja: Unit_Kerja_SK
 - Dimensi_Siklus_Audit: Siklus_Audit_SK
 - ...dan seterusnya.
- Fact Table Keys: Tabel Fakta_Temuan_Rekomendasi akan terdiri dari semua Foreign Keys (FK) dari dimensi, misalnya: Waktu_SK, Unit_Kerja_SK, Siklus_Audit_SK, Auditor_SK, Temuan_SK, dan Rekomendasi_SK.
- Strategi SCD (Slowly Changing Dimensions):
 - Untuk dimensi seperti Dimensi_Unit_Kerja (misalnya, jika Kepala Unit atau Jenis Unit berubah), strategi Tipe 2 SCD harus diterapkan. Ini berarti baris baru dibuat dalam dimensi ketika atribut penting berubah, sehingga SPI dapat menganalisis temuan berdasarkan struktur unit kerja historis pada saat temuan itu dibuat.

1.5. Data Dictionary (Domain: Satuan Pengawas Internal)

Tujuan dari kamus data ini adalah untuk memberikan definisi tunggal dan konsisten untuk setiap kolom data (atribut dan metrik) di dalam Data Mart SPI, memfasilitasi pemahaman dan penggunaan yang akurat oleh analis.

Tujuan: Menyimpan metrik terukur mengenai temuan audit dan status tindak lanjut rekomendasi.

Grain: Satu baris per Temuan Audit per Rekomendasi terkait.

1. Fact Table Dictionary

Kolom	Tipe Data
Fakta_SK	BIGINT
Waktu_SK	INT
Unit_Kerja_SK	INT
Auditor_SK	INT
Temuan_SK	INT
Rekomendasi_SK	INT
Jumlah_Temuan	INT
Skor_Risiko_Temuan	DECIMAL(5,2)
Potensi_Kerugian_IDR	BIGINT
Usia_Rekomendasi_Hari	INT

2. Dimension Table Dictionary

1) Dimensi Waktu

Kolom	Tipe Data	Keterangan	Strategi SCD
Waktu_SK	INT	PK. Surrogate Key unik Dimensi Waktu (Format YYYY/MM/DD)	-
Tanggal_Penuh	DATE	Tanggal lengkap (e.g., 2025-11-17)	Tipe 0
Bulan	VARCHAR	Nama Bulan (e.g., November)	Tipe 0
Tahun	INT	Tahun Kalender (e.g., 2025)	Tipe 0
Periode_Fiskal	VARCHAR	Periode Akuntansi/Fiskal	Tipe 0

2) Dimensi Sistem Sumber

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan	Strategi SCD
ID_Sistem_Sumber	INT (Primary Key)	Kunci primer/surrogate key dimensi ini.	Tipe 0
Kode_Sumber	VARCHAR	Kode unik sumber data (misalnya: 'SIMKEU', 'SIMAKAD', 'HRIS').	Tipe 0
Nama_Sistem	VARCHAR	Nama lengkap sistem sumber (misalnya: 'Sistem Informasi Keuangan', 'Sistem Informasi Akademik').	Tipe 1
Deskripsi	VARCHAR	Penjelasan singkat mengenai fungsi sistem tersebut.	Tipe 1
Penanggung_Jawab	VARCHAR	Unit atau departemen yang bertanggung jawab atas sistem ini.	Tipe 2
Tanggal_Mulai_Berlaku	DATE	Tanggal saat data dari sistem ini mulai dimuat ke Data Mart.	Tipe 0

3) Dimensi_Unit_Kerja

Kolom	Tipe Data	Keterangan	Strategi SCD

Unit_Kerja_SK	INT	PK. Surrogate Key unik Dimensi Unit Kerja.	-
Kode_Unit	VARCHAR	Kode unik unit kerja (Source Key).	Tipe 1
Nama_Unit	VARCHAR	Nama lengkap unit kerja.	Tipe 1
Divisi	VARCHAR	Hirarki organisasi tingkat atas.	Tipe 2
Kepala_Unit	VARCHAR	Nama pemimpin unit kerja saat ini.	Tipe 2
Tanggal_Berlaku_Unit_Kerja	DATE	Tanggal mulai berlakunya atribut dalam baris dimensi ini (untuk SCD Tipe 2).	Tipe 2

4) Dimensi_Siklus_Audit

Kolom	Tipe Data	Keterangan	Strategi SCD
Siklus_Audit_SK	INT	PK. Surrogate Key unik Dimensi Siklus Audit.	-
ID_Sistem_Sumber	VARCHAR	Primary Key Siklus dari sistem audit internal.	Tipe 1
Jenis_Audit	VARCHAR	Jenis Audit (e.g., Operasional, Finansial).	Tipe 1
Tahun_Siklus	INT	Tahun pelaksanaan audit.	Tipe 1
Status_Siklus	VARCHAR	Status Audit (e.g., Selesai, Ditunda).	Tipe 1

5) Dimensi_Auditor

Kolom	Tipe Data	Keterangan	Strategi SCD
Auditor_SK	INT	PK. Surrogate Key unik Dimensi Auditor.	-
ID_Sistem_Sumber	VARCHAR	Primary Key Auditor dari sistem HRD/Kepegawaian (Source Key).	Tipe 1

Nama_Auditor	VARCHAR	Nama lengkap Auditor.	Tipe 1
Jabatan	VARCHAR	Jabatan struktural Auditor.	Tipe 2
Tim_Audit	VARCHAR	Tim Auditor yang bersangkutan.	Tipe 2
Tanggal_Berlaku_Auditor	DATE	Tanggal mulai berlakunya atribut (untuk Tipe 2).	Tipe 2

6) Dimensi_Temuan

Kolom	Tipe Data	Keterangan	Strategi SCD
Temuan_SK	INT	PK. Surrogate Key unik Dimensi Temuan.	-
ID_Sistem_Sumber	VARCHAR	Primary Key temuan dari sistem audit internal (Source Key).	Tipe 1
Kategori_Risiko	VARCHAR	Klasifikasi risiko (e.g., Kepatuhan, Operasional, Finansial).	Tipe 1
Tingkat_Materialitas	VARCHAR	Level dampak temuan (e.g., Tinggi, Sedang, Rendah).	Tipe 2
Deskripsi_Temuan	VARCHAR	Uraian singkat temuan audit.	Tipe 1
Kelemahan_Kontrol	VARCHAR	Jenis kontrol internal yang gagal atau lemah (e.g., Segregasi Tugas).	Tipe 1

7) Dimensi_Rekomendasi

Kolom	Tipe Data	Keterangan	Strategi SCD
Rekomendasi_SK	INT	PK. Surrogate Key unik Dimensi Rekomendasi.	-
ID_Sistem_Sumber	VARCHAR	Primary Key rekomendasi dari sistem audit internal (Source Key).	Tipe 1
Status_Tindak_Lanjut	VARCHAR	Status saat ini (Open, Closed, Overdue, Partially Closed).	Tipe 1

Tanggal_Target_Selesai	DATE	Tanggal yang disepakati unit kerja untuk menyelesaikan rekomendasi.	Tipe 1
Penanggung_Jawab	VARCHAR	Individu atau Jabatan yang bertanggung jawab menyelesaikan.	Tipe 2

1.6. GitHub Repository Setup

https://github.com/orgs/sains-data/teams/kelompok-16_spi/repositories

MISI 2: DESAIN FISIKAL DAN DEVELOPMENT

2.1. Physical Database Design

1. Database Setup

```
CREATE DATABASE DM_SPI_DW
ON PRIMARY
(
    NAME = DM_SPI_DW_Data,
    FILENAME = 'C:\Data\DM_SPI_DW_Data.mdf', -- Sesuaikan jalur file
    SIZE = 50MB,
    MAXSIZE = UNLIMITED,
    FILEGROWTH = 10MB
)
LOG ON
(
    NAME = DM_SPI_DW_Log,
    FILENAME = 'C:\Data\DM_SPI_DW_Log.ldf', -- Sesuaikan jalur file
    SIZE = 10MB,
    MAXSIZE = 2048GB,
    FILEGROWTH = 10%
);
GO

PRINT 'Database DM_SPI_DW berhasil dibuat.'

USE DM_SPI_DW;
GO
```



Kueri SQL tersebut membuat basis data baru bernama DM_SPI_DW dengan konfigurasi file data dan log spesifik (lokasi D:\sms 5\gudang data, ukuran awal 50MB/10MB, dan pengaturan pertumbuhan otomatis). Setelah berhasil dibuat, basis data ini langsung diatur sebagai basis data aktif (USE DM_SPI_DW) untuk dimulainya proses perancangan dan implementasi gudang data.

2. Create Dimension Tables

```
-- 1. Dimensi Waktu (SCD Tipe 0 / Static) - Disesuaikan dengan Dim_Date standar
CREATE TABLE dbo.Dim_Waktu (
    Waktu_SK INT PRIMARY KEY NOT NULL, -- PK (YYYYMMDD)
    Tanggal_Penuh DATE NOT NULL,
    Hari_Ke_Minggu TINYINT NOT NULL,
    Nama_Hari VARCHAR (10) NOT NULL,
    Hari_Ke_Bulan TINYINT NOT NULL,
    Hari_Ke_Tahun SMALLINT NOT NULL,
    Minggu_Ke_Tahun TINYINT NOT NULL,
```

```

Nama_Bulan VARCHAR (10) NOT NULL,
Bulan_Number TINYINT NOT NULL,
Kuartal TINYINT NOT NULL,
Nama_Kuartal VARCHAR (6) NOT NULL,
Tahun SMALLINT NOT NULL,
Periode_Fiskal VARCHAR(10),
Is_Aakhir_Pekan BIT NOT NULL,
Is.Libur BIT NOT NULL,

-- Metadata
CreatedDate DATETIME DEFAULT GETDATE(),
ModifiedDate DATETIME DEFAULT GETDATE()
);
GO

```

```

-- Index pada Tahun (untuk memfilter laporan tahunan)
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_DimWaktu_Tahun ON dbo.Dim_Waktu (Tahun);
GO

```

```

-- 2. Dimensi Sistem Sumber (SCD Tipe 0 / Static)
CREATE TABLE dbo.Dim_Sistem_Sumber (
    ID_Sistem_Sumber INT PRIMARY KEY NOT NULL, -- PK
    Kode_Sumber VARCHAR(50) NOT NULL,
    Nama_Sistem VARCHAR(100),
    Deskripsi VARCHAR(255),
    Penanggung_Jawab VARCHAR(100),
    Tanggal_Mulai_Berlaku DATE,

    -- Metadata
    CreatedDate DATETIME DEFAULT GETDATE(),
    ModifiedDate DATETIME DEFAULT GETDATE()
);
GO

```

```

-- Indexing Natural Key
CREATE UNIQUE NONCLUSTERED INDEX IX_DimSistemSumber_NK ON dbo.Dim_Sistem_Sumber
(Kode_Sumber);
GO

```



A screenshot of a SQL command window. The title bar says 'Messages'. The status bar at the bottom right shows 'Ln: 66 Ch: 8 SPC CRLF'. The main area displays the message 'Commands completed successfully.' and the completion time 'Completion time: 2025-11-23T15:07:23.3750532+07:00'.

```

-- 3. Dimensi Unit Kerja (SCD Tipe 2) - Objek Audit
-- Pemicu SCD: Jenis_Unit, Kepala_Unit
CREATE TABLE dbo.Dim_Unit_Kerja (
    Unit_Kerja_SK INT IDENTITY(1,1) PRIMARY KEY NOT NULL, -- Surrogate Key

```

```

Kode_Unit VARCHAR(50) UNIQUE NOT NULL, -- Natural Key (Source Key)
Nama_Unit VARCHAR(100) NOT NULL,
Jenis_Unit VARCHAR(50),
Kepala_Unit VARCHAR(100),

-- Kolom SCD Type 2
EffectiveDate DATE DEFAULT GETDATE() NOT NULL,
ExpiryDate DATE NULL,
IsCurrent BIT DEFAULT 1 NOT NULL,

-- Metadata
CreatedDate DATETIME DEFAULT GETDATE(),
ModifiedDate DATETIME DEFAULT GETDATE()
);
GO

```

100 % ④ 0 ↑ ↓ Ln: 82 Ch: 4 SPC CRLF
Messages Commands completed successfully.
Completion time: 2025-11-23T15:08:00.2739962+07:00

```

-- Indexing untuk ETL Lookup dan SCD Tipe 2
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_DimUnitKerja_NK ON dbo.Dim_Unit_Kerja (Kode_Unit);
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_DimUnitKerja_Current ON dbo.Dim_Unit_Kerja (IsCurrent) WHERE
IsCurrent = 1;
GO

```

100 % ④ 0 ↑ ↓ Ln: 86 Ch: 18 SPC CRLF
Messages Commands completed successfully.
Completion time: 2025-11-23T15:08:33.2635957+07:00

```

-- 4. Dimensi Siklus Audit (SCD Tipe 1)
CREATE TABLE dbo.Dim_Siklus_Audit (
    Siklus_Audit_SK INT IDENTITY(1,1) PRIMARY KEY NOT NULL, -- Surrogate Key
    ID_Sistem_Sumber VARCHAR(50) UNIQUE NOT NULL, -- Source Key
    Jenis_Audit VARCHAR(50),
    Tahun_Siklus INT,
    Status_Siklus VARCHAR(50),

    -- Metadata
    CreatedDate DATETIME DEFAULT GETDATE(),
    ModifiedDate DATETIME DEFAULT GETDATE()
);
GO

```

100 % ④ 0 ↑ ↓ Ln: 95 Ch: 32 SPC CRLF
Messages Commands completed successfully.
Completion time: 2025-11-23T15:09:21.5166850+07:00

```
-- Indexing untuk ETL Lookup (Natural Key)
```

```
CREATE UNIQUE NONCLUSTERED INDEX IX_DimSiklusAudit_NK ON dbo.Dim_Siklus_Audit  
(ID_Sistem_Sumber);  
GO
```

100 % ④ 0 ↑ ↓ Ln: 110 Ch: 3 SPC CRLF
Messages Commands completed successfully.
Completion time: 2025-11-23T15:09:34.9386019+07:00

```
-- 5. Dimensi Auditor (SCD Tipe 2 - Disesuaikan dengan kebutuhan SPI)  
-- Pemicu SCD: Jabatan, Tim_Audit  
CREATE TABLE dbo.Dim_Auditor (  
    Auditor_SK INT IDENTITY(1,1) PRIMARY KEY NOT NULL, -- Surrogate Key  
    ID_Sistem_Sumber VARCHAR(50) UNIQUE NOT NULL, -- Natural Key (NIP/ID Asli)  
    Nama_Auditor VARCHAR(100) NOT NULL,  
    Bidang_Keahlian VARCHAR(50), -- Tipe 1  
    Jabatan VARCHAR(50), -- SCD Tipe 2  
    Status_Keanggotaan VARCHAR(50), -- Tipe 1  
    Tim_Audit VARCHAR(50), -- SCD Tipe 2  
  
    -- Kolom SCD Type 2  
    Tanggal_Berlaku_Auditor DATE DEFAULT GETDATE() NOT NULL,  
    Tanggal_Berakhir_Auditor DATE NULL,  
    IsCurrent BIT DEFAULT 1 NOT NULL,  
  
    -- Metadata  
    CreatedDate DATETIME DEFAULT GETDATE(),  
    ModifiedDate DATETIME DEFAULT GETDATE()  
);  
GO
```

100 % ④ 0 ↑ ↓ Ln: 116 Ch: 1 SPC CRLF
Messages Commands completed successfully.
Completion time: 2025-11-23T15:10:33.7463028+07:00

```
-- Indexing untuk ETL Lookup dan SCD Tipe 2  
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_DimAuditor_NK ON dbo.Dim_Auditor (ID_Sistem_Sumber);  
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_DimAuditor_Current ON dbo.Dim_Auditor (IsCurrent) WHERE  
IsCurrent = 1;  
GO
```

```
-- 6. Dimensi Temuan (SCD Tipe 2)  
-- Pemicu SCD: Tingkat_Materialitas  
CREATE TABLE dbo.Dim_Temuan (  
    Temuan_SK INT IDENTITY(1,1) PRIMARY KEY NOT NULL,  
    ID_Sistem_Sumber VARCHAR(50) UNIQUE NOT NULL, -- Source Key  
    Kategori_Risiko VARCHAR(50),  
    Tingkat_Materialitas VARCHAR(50), -- SCD Tipe 2  
    Deskripsi_Temuan VARCHAR(MAX),  
    Kelemahan_Kontrol VARCHAR(100),
```

```
-- Kolom SCD Type 2
EffectiveDate DATE DEFAULT GETDATE() NOT NULL,
ExpiryDate DATE NULL,
IsCurrent BIT DEFAULT 1 NOT NULL,

-- Metadata
CreatedDate DATETIME DEFAULT GETDATE(),
ModifiedDate DATETIME DEFAULT GETDATE()
);
GO
```

100 % ④ 0 ↑ ↓ Ln: 163 Ch: 3 SPC CRLF
Messages
Commands completed successfully.
Completion time: 2025-11-23T15:14:10.3426269+07:00

```
-- Indexing untuk ETL Lookup dan SCD Tipe 2
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_DimTemuan_NK ON dbo.Dim_Temuan (ID_Sistem_Sumber);
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_DimTemuan_Current ON dbo.Dim_Temuan (IsCurrent) WHERE
IsCurrent = 1;
GO
```

100 % ④ 0 ↑ ↓ Ln: 157 Ch: 19 SPC CRLF
Messages
Commands completed successfully.
Completion time: 2025-11-23T15:14:34.5365013+07:00

```
-- 7. Dimensi Rekomendasi (SCD Tipe 2)
-- Pemicu SCD: Penanggung_Jawab
CREATE TABLE dbo.Dim_Rekomendasi (
    Rekomendasi_SK INT IDENTITY(1,1) PRIMARY KEY NOT NULL,
    ID_Sistem_Sumber VARCHAR(50) UNIQUE NOT NULL, -- Source Key
    Status_Tindak_Lanjut VARCHAR(50), -- Tipe 1
    Tanggal_Target_Selesai DATE, -- Tipe 1
    Penanggung_Jawab VARCHAR(100), -- SCD Tipe 2
```

```
-- Kolom SCD Type 2
EffectiveDate DATE DEFAULT GETDATE() NOT NULL,
ExpiryDate DATE NULL,
IsCurrent BIT DEFAULT 1 NOT NULL,
```

```
-- Metadata
CreatedDate DATETIME DEFAULT GETDATE(),
ModifiedDate DATETIME DEFAULT GETDATE()
);
GO
```

100 % ④ 0 ↑ ↓ Ln: 187 Ch: 3 SPC CRLF
Messages
Commands completed successfully.
Completion time: 2025-11-23T15:16:19.1238992+07:00

```
-- Indexing untuk ETL Lookup dan SCD Tipe 2
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_DimRekomendasi_NK ON dbo.Dim_Rekomendasi
(ID_Sistem_Sumber);
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_DimRekomendasi_Current ON dbo.Dim_Rekomendasi (IsCurrent)
WHERE IsCurrent = 1;
GO
```

100% ▾ 4 ⚠ 0 ↑ ↓ ↵ Ln: 186 Ch: 3 SPC CRLF
Messages Commands completed successfully.
Completion time: 2025-11-23T15:16:47.2048758+07:00

Serangkaian kueri CREATE TABLE ini bertujuan untuk membangun struktur dimensi dasar (Dimensi Table) yang akan digunakan dalam skema bintang (Star Schema) untuk analisis pengawasan internal (SPI). Setiap dimensi dirancang untuk menyimpan atribut deskriptif dan diklasifikasikan berdasarkan cara penanganan perubahannya, yang dikenal sebagai Slowly Changing Dimension (SCD):

- Dimensi Statis (SCD Tipe 0):
 - Dim_Waktu: Menyimpan semua detail kalender (tahun, bulan, hari, akhir pekan) menggunakan Waktu_SK sebagai *Surrogate Key* berbasis format tanggal (YYYYMMDD).
 - Dimensi Bertipe 1 (SCD Tipe 1):
 - Dim_Siklus_Audit: Perubahan pada atribut seperti Jenis_Audit atau Status_Siklus akan menimpa data lama.
 - Dimensi Bertipe 2 (SCD Tipe 2):
 - Dimensi ini mencakup kolom seperti EffectiveDate, ExpiryDate, dan IsCurrent untuk melacak riwayat perubahan atribut tertentu, seperti:
 - Dim_Unit_Kerja: Melacak riwayat perubahan pada Jenis_Unit dan Kepala_Unit.
 - Dim_Auditor: Melacak riwayat perubahan pada Jabatan dan Tim_Audit.
 - Dim_Temuan: Melacak riwayat perubahan pada Tingkat_Materialitas temuan.
 - Dim_Rekomendasi: Melacak riwayat perubahan pada Penanggung_Jawab rekomendasi.

Secara keseluruhan, kueri ini menciptakan fondasi struktural yang diperlukan untuk menyimpan dan menganalisis data SPI, dengan mempertimbangkan bagaimana atribut-atribut kunci berubah seiring waktu. Selain itu, indeks non-klaster dibuat pada *Natural Key* (NK) dan kolom IsCurrent untuk mengoptimalkan kinerja operasi *Extract, Transform, Load* (ETL) dan pelaporan.

3. Create Fact Tables

```
-- Grain: Satu baris per Temuan Audit per Rekomendasi terkait.  
CREATE TABLE dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi (  
    Fakta_SK BIGINT IDENTITY(1,1) NOT NULL, -- Primary Key Tunggal  
  
    -- Foreign Keys  
    Waktu_SK INT NOT NULL,  
    Auditor_SK INT NOT NULL,
```

```

Unit_Kerja_SK INT NOT NULL,
Siklus_Audit_SK INT NOT NULL,
Temuan_SK INT NOT NULL,
Rekomendasi_SK INT NOT NULL,
Sistem_Sumber_SK INT NOT NULL,

-- Degenerate Dimension & Partitioning Key
Tahun_Audit INT NOT NULL, -- Ditambahkan untuk mendukung Partitioning yang spesifik

-- Measures (Sesuai Data Dictionary Fakta)
Jumlah_Temuan INT DEFAULT 1,
Skor_Risiko_Temuan DECIMAL(5,2),
Potensi_Kerugian_IDR BIGINT DEFAULT 0,
Usia_Rekomendasi_Hari INT,

-- Metadata Audit
LoadDate DATETIME DEFAULT GETDATE(),

-- Constraints
CONSTRAINT PK_Fact_Temuan_Rekomendasi PRIMARY KEY CLUSTERED (Fakta_SK),

-- Membuat Relasi (Constraint Foreign Key)
CONSTRAINT FK_Fact_Waktu FOREIGN KEY (Waktu_SK) REFERENCES dbo.Dim_Waktu(Waktu_SK),
CONSTRAINT FK_Fact_Auditor FOREIGN KEY (Auditor_SK) REFERENCES
dbo.Dim_Auditor(Auditor_SK),
CONSTRAINT FK_Fact_Unit FOREIGN KEY (Unit_Kerja_SK) REFERENCES
dbo.Dim_Unit_Kerja(Unit_Kerja_SK),
CONSTRAINT FK_Fact_Siklus FOREIGN KEY (Siklus_Audit_SK) REFERENCES
dbo.Dim_Siklus_Audit(Siklus_Audit_SK),
CONSTRAINT FK_Fact_Temuan FOREIGN KEY (Temuan_SK) REFERENCES
dbo.Dim_Temuan(Temuan_SK),
CONSTRAINT FK_Fact_Rekomendasi FOREIGN KEY (Rekomendasi_SK) REFERENCES
dbo.Dim_Rekomendasi(Rekomendasi_SK),
CONSTRAINT FK_Fact_SistemSumber FOREIGN KEY (Sistem_Sumber_SK) REFERENCES
dbo.Dim_Sistem_Sumber(ID_Sistem_Sumber)
)
ON PS_AuditYear (Tahun_Audit);
GO

```

Kueri SQL ini membuat tabel fakta utama bernama Fact_Temuan_Rekomendasi yang berfungsi sebagai inti dari skema bintang.

- Granularitas (Grain): Setiap baris mewakili satu hubungan spesifik antara Temuan Audit dengan Rekomendasi terkait.
- Kunci (Keys): Tabel ini menghubungkan ke tujuh dimensi (Waktu_SK, Auditor_SK, Unit_Kerja_SK, Siklus_Audit_SK, Temuan_SK, Rekomendasi_SK, Sistem_Sumber_SK) melalui *Foreign Keys*.

- Ukuran (Measures): Menyimpan nilai-nilai kuantitatif untuk dianalisis, seperti Jumlah_Temuan, Skor_Risiko_Temuan, Potensi_Kerugian_IDR, dan Usia_Rekomendasi_Hari.
- Partitioning: Tabel ini dioptimalkan untuk kinerja dengan menggunakan Tahun_Audit sebagai *Partitioning Key* pada skema partisi PS_AuditYear, ideal untuk pelaporan yang sering memfilter berdasarkan tahun.

2.2. Indexing Strategy

1. Clustered Index on Fact Table

```
-- Mengganti Clustered Index PK_Fact_Temuan_Rekomendasi ke Fact Key & Waktu Key
-- (Waktu_SK adalah kunci utama untuk query DW)
DROP INDEX PK_Fact_Temuan_Rekomendasi ON dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi; -- Drop PK Clustered
default
CREATE CLUSTERED INDEX CIX_Fact_Temuan_Waktu
ON dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi (Waktu_SK, Fakta_SK)
ON PS_AuditYear (Tahun_Audit); -- Index ini juga menggunakan Partition Scheme
GO
```

Kode ini melakukan perubahan kunci pengurutan fisik pada tabel fakta dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi (melalui *Clustered Index*). Indeks default (PK_Fact_Temuan_Rekomendasi) dihapus dan diganti dengan *Clustered Index* baru bernama CIX_Fact_Temuan_Waktu. Indeks baru ini mengurutkan data secara fisik berdasarkan kolom Waktu_SK dan Fakta_SK untuk mengoptimalkan kinerja *query data warehouse* yang berfokus pada dimensi waktu. Selain itu, indeks ini juga mengimplementasikan partisi data berdasarkan Tahun_Audit (menggunakan skema PS_AuditYear) untuk pengelolaan dan *query* data yang lebih efisien berdasarkan tahun.

2. Non-Clustered Indexes

```
-- Index untuk Foreign Key Unit Kerja (Optimasi Join Analisis Profil Risiko Unit)
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_Fact_Unit_Key
ON dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi (Unit_Kerja_SK)
INCLUDE (Skor_Risiko_Temuan, Potensi_Kerugian_IDR); -- Sering diakses bersama
GO
```



-- Index untuk Foreign Key Auditor (Optimasi Join Analisis Kinerja Auditor)

```
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_Fact_Auditor_Key
ON dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi (Auditor_SK)
INCLUDE (Jumlah_Temuan, Usia_Rekomendasi_Hari); -- Sering diakses bersama
GO
```



```
-- Index untuk Foreign Key Temuan (Mendukung pelacakan temuan dan Rekomendasi)
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_Fact_Temuan_Rekomendasi_Keys
ON dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi (Temuan_SK, Rekomendasi_SK);
GO
```

100% □ 5 ▲ 0 ↑ ↓ Ln: 272 Ch: 3 SPC CRLF
Messages Commands completed successfully.
Completion time: 2025-11-23T15:41:45.5002123+07:00

```
-- Covering Index untuk common queries (Misalnya, Laporan Tindak Lanjut per Siklus Audit)
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_Fact_Covering_Siklus
ON dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi (Siklus_Audit_SK, Waktu_SK)
INCLUDE (Potensi_Kerugian_IDR, Usia_Rekomendasi_Hari);
GO
```

```
Messages
Commands completed successfully.

Completion time: 2025-11-23T15:41:59.0332858+07:00
```

Rangkaian kode ini membuat empat *Nonclustered Index* pada tabel fakta dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi untuk mengoptimalkan kinerja.

- Tiga Index FK (*Foreign Key*) (IX_Fact_Unit_Key, IX_Fact_Auditor_Key, IX_Fact_Temuan_Rekomendasi_Keys) mempercepat operasi JOIN ke tabel dimensi terkait (Unit Kerja, Auditor, Temuan/Rekomendasi) dan pengambilan data untuk analisis spesifik (Profil Risiko Unit, Kinerja Auditor). Dua index pertama bersifat Covering Index karena menyertakan kolom metrik yang sering diakses (seperti Skor_Risiko_Temuan dan Jumlah_Temuan).
 - Satu Index Covering Utama (IX_Fact_Covering_Siklus) dibuat pada kolom Siklus_Audit_SK dan Waktu_SK dan menyertakan metrik utama (seperti Potensi_Kerugian_IDR). Tujuannya adalah memastikan *query* umum untuk laporan (misalnya, Laporan Tindak Lanjut) dapat mengambil semua data yang dibutuhkan langsung dari indeks tanpa perlu mengakses tabel fakta utama, sehingga sangat meningkatkan kecepatan.

3. Columnstore Index (for large fact tables)

```
-- Columnstore index untuk analytical queries (OLAP style)
CREATE NONCLUSTERED COLUMNSTORE INDEX NCCIX_Fact_Analytic
ON dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi (
    Waktu_SK, Auditor_SK, Unit_Kerja_SK, Siklus_Audit_SK, Temuan_SK, Rekomendasi_SK,
    Tahun_Audit,
    Jumlah_Temuan, Skor_Risiko_Temuan, Potensi_Kerugian_IDR, Usia_Rekomendasi_Hari
)
WHERE Tahun_Audit > 2023; -- Fokus pada data terbaru untuk Analitik Cepat
GO
```

Messages Commands completed successfully.
Completion time: 2025-11-23T15:42:45.7919474+07:00

Kode ini membuat indeks analitik super cepat (*Columnstore*) yang dioptimalkan dan terkompresi tinggi, tetapi hanya diterapkan pada subset data terbaru (Tahun_Audit > 2023\$), memastikan *dashboard* dan laporan analitik mendapatkan kinerja tercepat sementara data historis dikelola secara terpisah.

2.3. Partitioning Strategy

```
-- 1. Membuat Schema Staging (untuk ETL)
IF NOT EXISTS (SELECT * FROM sys.schemas WHERE name = 'stg')
BEGIN
    EXEC('CREATE SCHEMA stg')
END
GO

-- 2. Membuat Partition Function berdasarkan Tahun (untuk Fact Table)
-- Tujuan: Membagi data ke dalam grup berdasarkan Tahun Audit.
-- RANGE RIGHT: Boundary values adalah batas bawah partisi berikutnya.
CREATE PARTITION FUNCTION PF_AuditYear (INT)
AS RANGE RIGHT FOR VALUES (
    2020, -- Partisi 1: Tahun_Audit < 2020 (Historical)
    2021, -- Partisi 2: 2020 <= Tahun_Audit < 2021
    2022, -- Partisi 3: 2021 <= Tahun_Audit < 2022
    2023, -- Partisi 4: 2022 <= Tahun_Audit < 2023
    2024, -- Partisi 5: 2023 <= Tahun_Audit < 2024
    2025 -- Partisi 6: 2024 <= Tahun_Audit < 2025
);
GO

-- 3. Membuat Partition Scheme
-- Tujuan: Memetakan setiap partisi dari Partition Function ke Filegroup tertentu.
-- ALL TO ([PRIMARY]) berarti semua partisi disimpan di Filegroup utama (untuk lingkungan sederhana).
CREATE PARTITION SCHEME PS_AuditYear
AS PARTITION PF_AuditYear
ALL TO ([PRIMARY]);
GO
```

Kode ini melakukan tiga hal utama untuk menyiapkan *data warehouse*:

1. Membuat Schema Staging (stg): Menyiapkan area terpisah untuk tabel yang digunakan dalam proses ETL (Extract, Transform, Load), menjaga kebersihan lingkungan DW utama.
2. Membuat Partition Function (PF_AuditYear): Secara logis mendefinisikan batas pemisahan data pada tabel fakta (Fact_Temuan_Rekomendasi) berdasarkan kolom Tahun_Audit (misalnya, membagi data per tahun: 2021, 2022, 2023, dst.).
3. Membuat Partition Scheme (PS_AuditYear): Memetakan partisi logis tersebut ke lokasi fisik penyimpanan *database* (ALL TO [PRIMARY]), yang kemudian akan digunakan saat membuat tabel fakta, memungkinkan pengelolaan dan kinerja *query* yang lebih efisien untuk data historis dan saat ini.

2.4. ETL Design

1. ETL Architecture Design

Kami mengadopsi pendekatan ELT (Extract, Load, Transform) menggunakan T-SQL Stored Procedures.

1. Staging Tables (stg): Data mentah dimuat ke stg.Audit_Temuan_Rekom (dari sistem audit) dan stg.Auditor_HRIS (dari HRIS).

- Transformation (T-SQL): Stored Procedures (usp_Load_Dim_* dan usp_Load_Fact_*) melakukan transformasi, *lookup* Surrogate Key, dan penerapan logika SCD Tipe 2.

2. Create Staging Tables

```
USE DM_SPI_DW;
GO

-- 1. Create Staging Schema
IF NOT EXISTS (SELECT * FROM sys.schemas WHERE name = 'stg')
BEGIN
    EXEC('CREATE SCHEMA stg')
END
GO
```

-- 2. Staging Table for Transaction Data (Temuan & Rekomendasi)

-- Sumber: Sistem Internal Audit

```
CREATE TABLE stg.Audit_Temuan_Rekom (
    -- Source IDs
    ID_Temuan_Sumber VARCHAR(50) ,
    ID_Rekom_Sumber VARCHAR(50) ,
    ID_Siklus_Sumber VARCHAR(50) ,
    ID_Unit_Sumber VARCHAR(50) ,
    ID_Auditor_Sumber VARCHAR(50) ,

    -- Transaction Attributes
    Tanggal_Temuan DATE ,
    Skor_Risiko DECIMAL(5,2) ,
    Kerugian_IDR BIGINT ,
    Status_Rekomendasi VARCHAR(50) ,
    Tanggal_Target_Selesai DATE ,

    -- Dimension Attributes (Snowflaked in Source)
    Kategori_Risiko_Temuan VARCHAR(50) ,
    Tingkat_Materialitas VARCHAR(50) ,
    Deskripsi_Temuan_Lengkap VARCHAR(MAX) ,
    Kelemahan_Kontrol VARCHAR(100) ,

    -- Metadata
    LoadDate DATETIME DEFAULT GETDATE()
);
```

-- 3. Staging Table for Auditor Master Data

-- Sumber: HRIS (Human Resource Information System)

```
CREATE TABLE stg.Auditor_HRIS (
    ID_Auditor_Sumber VARCHAR(50) ,
```

```

Nama_Lengkap VARCHAR(100),
Bidang_Keahlian_HR VARCHAR(50),
Jabatan_SPI VARCHAR(50),    -- Atribut SCD Type 2
Status_Keanggotaan VARCHAR(50),
Tim_Audit_Saat_Ini VARCHAR(50),-- Atribut SCD Type 2
Update_Effective_Date DATE,  -- Pemicu SCD
LoadDate DATETIME DEFAULT GETDATE()
);
GO

```

```

-- 4. Staging Table for Unit Kerja Master Data
-- Sumber: Sistem Organisasi/Kepergawaiuan
CREATE TABLE stg.Unit_Kerja_Master (
ID_Unit_Sumber VARCHAR(50),
Nama_Unit VARCHAR(100),
Jenis_Unit VARCHAR(50),
Kepala_Unit VARCHAR(100),
Update_Effective_Date DATE,
LoadDate DATETIME DEFAULT GETDATE()
);
GO

```

```

-- 5. Staging Table for Siklus Audit Master Data
-- Sumber: Sistem Internal Audit (Modul Perencanaan)
CREATE TABLE stg.Siklus_Audit_Master (
ID_Siklus_Sumber VARCHAR(50),
Jenis_Audit VARCHAR(50),
Tahun_Siklus INT,
Status_Siklus VARCHAR(50),
LoadDate DATETIME DEFAULT GETDATE()
);
GO

```

```

-- 5. Staging Table for Dim_Sistem_Sumber
-- Staging Table for Dim_Sistem_Sumber
CREATE TABLE stg.Sistem_Sumber_Master (
Kode_Sumber VARCHAR(50) PRIMARY KEY NOT NULL, -- Kunci Alami
Nama_Sistem VARCHAR(100),
Deskripsi VARCHAR(255),
Penanggung_Jawab VARCHAR(100),
Tanggal_Mulai_Berlaku DATE,
LoadDate DATETIME DEFAULT GETDATE()
);
GO

```

Kode ini menyiapkan area pementasan (*staging area*) di *schema* stg untuk mendukung proses ETL *Data Warehouse*. Area ini menampung data mentah yang diekstrak dari berbagai sistem sumber. Secara

spesifik, kode ini membuat lima tabel *staging*: stg.Audit_Temuan_Rekom untuk data transaksi faktual (risiko/kerugian), dan empat tabel *staging* master data dimensi (Auditor, Unit Kerja, Siklus Audit, dan Sistem Sumber). Setiap tabel *staging* berisi kunci sumber (ID_dots_Sumber) dan atribut mentah yang diperlukan sebelum data diubah dan dimuat ke dalam tabel dimensi dan fakta utama.

3. ETL Mapping Document

Berikut adalah pemetaan transformasi data untuk tabel utama:

A. Mapping Dimensi Auditor (SCD Type 2)

Source Table	Source Column	Target Table	Target Column	Transformation
stg.Auditor_HRIS	ID_Auditor_Sumber	Dim_Auditor	ID_Sistem_Sumber	Direct Map (Natural Key)
stg.Auditor_HRIS	Nama_Lengkap	Dim_Auditor	Nama_Auditor	Direct Map
stg.Auditor_HRIS	Jabatan_SPI	Dim_Auditor	Jabatan	SCD Type 2: Jika berubah, expire baris lama, insert baris baru.
stg.Auditor_HRIS	Update_Effective_Date	Dim_Auditor	Tanggal_Berlaku	Set sebagai EffectiveDate baris baru.

B. Mapping Dimensi Unit Kerja (SCD Type 2)

Source Table	Source Column	Target Table	Target Column	Transformation
stg.Unit_Kerja_Master	ID_Unit_Sumber	Dim_Unit_Kerja	Kode_Unit	Direct Map (Natural Key)

stg.Unit_Kerja_Master	Kepala_Unit	Dim_Unit_Kerja	Kepala_Unit	SCD Type 2: Tracking perubahan kepemimpinan.
-----------------------	-------------	----------------	-------------	--

C. Mapping Fact Temuan Rekomendasi

Source Table	Source Column	Target Table	Target Column	Transformation
stg.Audit_Temuan_Rekom	Tanggal_Temuan	Fact_Temuan_Rekomendasi	Waktu_SK	Lookup ke Dim_Waktu. Jika NULL, assign default key (-1).
stg.Audit_Temuan_Rekom	ID_Auditor_Sumber	Fact_Temuan_Rekomendasi	Auditor_SK	Historical Lookup: Join ke Dim_Auditor dimana Tanggal_Temuan BETWEEN Tanggal_Berlaku AND Tanggal_Berakhir.
stg.Audit_Temuan_Rekom	Skor_Risiko	Fact_Temuan_Rekomendasi	Skor_Risiko_Temuan	Direct Map (Measure).
stg.Audit_Temuan_Rekom	Tanggal_Target_Selesai	Fact_Temuan_Rekomendasi	Usia_Rekomendasi_Hari	Calculation: DATEDIFF(day, Tanggal_Target_Selesai, GETDATE()).

2.5. ETL Implementation

Menggunakan T-SQL Stored Procedures

```
USE DM_SPI_DW;
GO
-----
-- 1. Stored Procedure: Load Dim_Auditor (SCD Type 2)
```

```

CREATE OR ALTER PROCEDURE dbo.usp_Load_Dim_Auditor
AS
BEGIN
    SET NOCOUNT ON;

    -- 1. Expire old records (SCD Type 2 Logic)
    -- Menutup record lama jika ada perubahan pada Jabatan atau Tim Audit
    UPDATE d
    SET
        Tanggal_Berakhir_Auditor = GETDATE(), -- Atau gunakan s.Update_Effective_Date jika ada
        IsCurrent = 0
    FROM dbo.Dim_Auditor d
    INNER JOIN stg.Auditor_HRIS s ON d.ID_Sistem_Sumber = s.ID_Auditor_Sumber
    WHERE d.IsCurrent = 1
    AND (
        d.Jabatan <> s.Jabatan_SPI OR
        d.Tim_Audit <> s.Tim_Audit_Saat_Ini
    );

    -- 2. Insert new records (Auditor baru atau perubahan posisi)
    INSERT INTO dbo.Dim_Auditor (
        ID_Sistem_Sumber,
        Nama_Auditor,
        Bidang_Keahlian,
        Jabatan,
        Status_Keanggotaan,
        Tim_Audit,
        Tanggal_Berlaku_Auditor,
        IsCurrent
    )
    SELECT
        s.ID_Auditor_Sumber,
        UPPER(TRIM(s.Nama_Lengkap)), -- Transformasi sederhana (Upper/Trim)
        s.Bidang_Keahlian_HR,
        s.Jabatan_SPI,
        s.Status_Keanggotaan,
        s.Tim_Audit_Saat_Ini,
        GETDATE(), -- Effective Date baru
        1 -- IsCurrent = 1
    FROM stg.Auditor_HRIS s
    WHERE NOT EXISTS (
        SELECT 1
        FROM dbo.Dim_Auditor d
        WHERE d.ID_Sistem_Sumber = s.ID_Auditor_Sumber
            AND d.IsCurrent = 1
    );
END;

```

```
GO
```

```
-- 2. Stored Procedure: Load Fact_Temuan_Rekomendasi

CREATE OR ALTER PROCEDURE dbo.usp_Load_Fact_Temuan_Rekomendasi
AS
BEGIN
    SET NOCOUNT ON;

    INSERT INTO dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi (
        Waktu_SK,
        Auditor_SK,
        Unit_Kerja_SK,
        Siklus_Audit_SK,
        Temuan_SK,
        Rekomendasi_SK,
        Sistem_Sumber_SK,
        Tahun_Audit, -- Degenerate Dimensi untuk Partitioning
        Jumlah_Temuan,
        Skor_Risiko_Temuan,
        Potensi_Kerugian_IDR,
        Usia_Rekomendasi_Hari
    )
    SELECT
        -- Transformasi Waktu_SK langsung dari Tanggal (Style contoh Misi 2)
        -- Mengubah 2025-11-22 menjadi integer 20251122
        CAST(CONVERT(VARCHAR(8), s.Tanggal_Temuan, 112) AS INT) AS Waktu_SK,
        da.Auditor_SK,
        duk.Unit_Kerja_SK,
        dsa.Siklus_Audit_SK,
        dt.Temuan_SK,
        dr.Rekomendasi_SK,
        dss.ID_Sistem_Sumber,
        -- Degenerate Dimension (Tahun)
        YEAR(s.Tanggal_Temuan),
        -- Measures & Calculations
        1 AS Jumlah_Temuan,
        s.Skor_Risiko,
        s.Kerugian_IDR,
        -- Menghitung Usia Rekomendasi (Aging)
        DATEDIFF(DAY, s.Tanggal_Target_Selesai, GETDATE()) AS Usia_Rekomendasi_Hari
    FROM stg.Audit_Temuan_Rekom s
```

```

-- Lookup ke Dimensi dengan Filter IsCurrent = 1
INNER JOIN dbo.Dim_Auditor da
    ON s.ID_Auditor_Sumber = da.ID_Sistem_Sumber AND da.IsCurrent = 1

INNER JOIN dbo.Dim_Unit_Kerja duk
    ON s.ID_Unit_Sumber = duk.Kode_Unit AND duk.IsCurrent = 1

INNER JOIN dbo.Dim_Siklus_Audit dsa
    ON s.ID_Siklus_Sumber = dsa.ID_Sistem_Sumber

INNER JOIN dbo.Dim_Temuan dt
    ON s.ID_Temuan_Sumber = dt.ID_Sistem_Sumber AND dt.IsCurrent = 1

INNER JOIN dbo.Dim_Rekomendasi dr
    ON s.ID_Rekom_Sumber = dr.ID_Sistem_Sumber AND dr.IsCurrent = 1

LEFT JOIN dbo.Dim_Sistem_Sumber dss
    ON dss.Kode_Sumber = s.SourceSystem

-- Mencegah Duplikasi Fakta (Idempotency check)
WHERE NOT EXISTS (
    SELECT 1
    FROM dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi f
    WHERE f.Temuan_SK = dt.Temuan_SK
        AND f.Rekomendasi_SK = dr.Rekomendasi_SK
);

END;
GO

```

-- 3. Master ETL Procedure

```

CREATE OR ALTER PROCEDURE dbo.usp_Master_ETL_Load
AS
BEGIN
    BEGIN TRY
        BEGIN TRANSACTION;

        -- Step 1: Load Dimensions
        -- Load Dimensi Master terlebih dahulu
        EXEC dbo.usp_Load_Dim_Auditor;
        -- (Asumsikan prosedur dimensi lain sudah ada atau dipanggil di sini)
        -- EXEC dbo.usp_Load_Dim_Unit_Kerja;
        -- EXEC dbo.usp_Load_Dim_Temuan;
    END TRY
    BEGIN CATCH
        IF @@TRANCOUNT > 0
            ROLLBACK TRANSACTION;
        ;THROW;
    END CATCH
END;

```

```

-- Step 2: Load Facts
EXEC dbo.usp_Load_Fact_Temuan_Rekomendasi;

-- Step 3: Update Statistics (Maintenance)
UPDATE STATISTICS dbo.Dim_Auditor;
UPDATE STATISTICS dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi;

COMMIT TRANSACTION;

PRINT 'ETL Completed Successfully for SPI Data Mart';
END TRY
BEGIN CATCH
    IF @@TRANCOUNT > 0
        ROLLBACK TRANSACTION;

    DECLARE @ErrorMessage NVARCHAR(4000) = ERROR_MESSAGE();
    RAISERROR(@ErrorMessage, 16, 1);
END CATCH
END;
GO

```

100 % 13 ▲ 0 ↑ ↓ Ln: 85 Ch: 39 SPC: Cf
Messages Commands completed successfully.
Completion time: 2025-11-24T09:00:15.6546935+07:00

Rangkaian kode ini membuat tiga *Stored Procedure* yang mengimplementasikan logika ETL untuk memuat data dari *Staging Area* (stg) ke tabel Dimensi dan Fakta di *Data Warehouse* (dbo).

1. usp_Load_Dim_Auditor (Dimensi)

Prosedur ini memuat data ke tabel dimensi dbo.Dim_Auditor menggunakan logika SCD Type 2 (*Slowly Changing Dimension Type 2*).

- **Expire:** Mengidentifikasi dan menutup (IsCurrent = 0, Tanggal_Berakhir_Auditor = GETDATE()) catatan auditor yang ada jika ada perubahan pada atribut yang dilacak (yaitu, Jabatan atau Tim_Audit), berdasarkan data dari stg.Audit_HRIS.
- **Insert:** Memasukkan catatan baru. Ini mencakup auditor yang baru muncul atau versi baru (dengan IsCurrent = 1) untuk auditor yang baru saja mengalami perubahan Jabatan/Tim.

2. usp_Load_Fact_Temuan_Rekomendasi (Fakta)

Prosedur ini memuat data transaksi/temuan dari stg.Audit_Temuan_Rekom ke tabel fakta dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi.

- **Transformation & Lookup:** Melakukan *JOIN* ke semua tabel Dimensi terkait (Auditor, Unit Kerja, Siklus Audit, dll.) untuk mengambil Surrogate Keys (SK) yang masih Aktif (IsCurrent = 1).
- **Measure Calculation:** Melakukan perhitungan *measure* seperti Usia_Rekomendasi_Hari (DATEDIFF) dan menetapkan Jumlah_Temuan = 1.

- Idempotency Check: Menggunakan klausa WHERE NOT EXISTS untuk mencegah pemasukan duplikat dari *fact* (temuan/rekomendasi) yang sama.
- Degenerate Dimension: Memasukkan Tahun_Audit sebagai dimensi degeneratif untuk mendukung strategi pemartisian.

3. usp_Master_ETL_Load (Orkestrasi)

Prosedur ini berfungsi sebagai kontrol master untuk menjalankan seluruh proses ETL.

- Transaction: Menggunakan BEGIN/COMMIT/ROLLBACK TRANSACTION untuk memastikan konsistensi data; jika salah satu langkah gagal, semua perubahan akan dibatalkan.
- Orkestrasi: Menjalankan prosedur Load_Dim (Dimensi harus dimuat lebih dahulu) diikuti oleh prosedur Load_Fact.
- Maintenance: Diakhiri dengan UPDATE STATISTICS pada tabel yang baru dimuat untuk memastikan *query optimizer* menggunakan jalur akses data yang paling efisien.

2.6. Data Quality Assurance

1. Data Quality Checks

```
-- CHECK 1: Completeness (Kelengkapan Data)
-- Memastikan Auditor yang aktif memiliki NIP, Nama, dan Jabatan
SELECT
'Dimensi_Auditor' AS TableName,
COUNT(*) AS TotalRows,
SUM(CASE WHEN ID_Sistem_Sumber IS NULL THEN 1 ELSE 0 END) AS NullNIP,
SUM(CASE WHEN Nama_Auditor IS NULL THEN 1 ELSE 0 END) AS NullName,
SUM(CASE WHEN Jabatan IS NULL THEN 1 ELSE 0 END) AS NullJabatan
FROM dbo.Dimensi_Auditor
WHERE IsCurrent = 1;
GO
```

Results Messages

	TableName	TotalRows	NullNIP	NullName	NullJabatan
1	Dimensi_Auditor	510	0	0	0

Hasil pengecekan kelengkapan data ini menunjukkan bahwa tabel dimensi Dimensi_Auditor memiliki kualitas data yang sangat baik (sesuai data yang disajikan).

1. TotalRows (510): Terdapat 510 catatan auditor yang saat ini dianggap aktif (IsCurrent= 1) dalam *Data Warehouse*.
2. NullNIP (0): Tidak ada (0) catatan auditor aktif yang kehilangan data ID_Sistem_Sumber (NIP).
3. NullName (0): Tidak ada (0) catatan auditor aktif yang kehilangan data Nama_Auditor.
4. NullJabatan (0): Tidak ada (0) catatan auditor aktif yang kehilangan data Jabatan.

Kesimpulan: Semua kolom kunci yang diuji (ID_Sistem_Sumber, Nama_Auditor, dan Jabatan) lengkap 100% untuk seluruh auditor aktif, yang mengindikasikan bahwa dimensi ini siap digunakan untuk analisis tanpa masalah kelengkapan data pada atribut-atribut penting ini.

```
-- CHECK 2: Consistency (Referential Integrity)
-- Memastikan tidak ada data di Tabel Fakta yang Auditor-nya tidak dikenal
SELECT
    'Fakta_Temuan_Rekomendasi' AS TableName,
    COUNT(*) AS OrphanRecords -- Harusnya 0
FROM dbo.Fakta_Temuan_Rekomendasi f
LEFT JOIN dbo.Dimensi_Auditor a ON f.Auditor_SK = a.Auditor_SK
WHERE a.Auditor_SK IS NULL;
GO
```

	TableName	OrphanRecords
1	Fakta_Temuan_Rekomendasi	0

Hasil OrphanRecords = 0 menunjukkan bahwa:

1. Integritas Terjaga: Tidak ada (0) baris di tabel fakta *Fakta_Temuan_Rekomendasi* yang memiliki nilai *Auditor_SK* yang tidak merujuk ke *Auditor_SK* yang valid dan ada di tabel dimensi *Dimensi_Auditor*.
2. Kualitas Data Baik: Konsistensi referensial antara tabel Fakta dan Dimensi Auditor berhasil dipertahankan. Hal ini mengonfirmasi bahwa proses ETL *usp_Load_Fact_Temuan_Rekomendasi* berhasil menemukan dan menggunakan kunci auditor yang benar saat memuat data, sehingga analisis yang menggunakan dimensi Auditor akan valid.

```
-- CHECK 3: Accuracy (Valid Ranges)
-- Memastikan Skor Risiko masuk akal (Misal: 1.00 s.d 5.00)
-- Dan Potensi Kerugian tidak boleh minus
SELECT
    COUNT(*) AS InvalidRiskScores,
    SUM(CASE WHEN Potensi_Kerugian_IDR < 0 THEN 1 ELSE 0 END) AS NegativeLossValues
FROM dbo.Fakta_Temuan_Rekomendasi
WHERE Skor_Risiko_Temuan < 1.00 OR Skor_Risiko_Temuan > 5.00;
GO
```

	InvalidRiskScores_View	NegativeLossValues_View
1	0	NULL

Kueri tersebut bertujuan untuk melakukan Validasi Kualitas Data (Data Quality Check) pada tabel dbo.V_Fakta_Temuan_Risiko_Validasi. Berikut adalah bedah hasilnya per kolom:

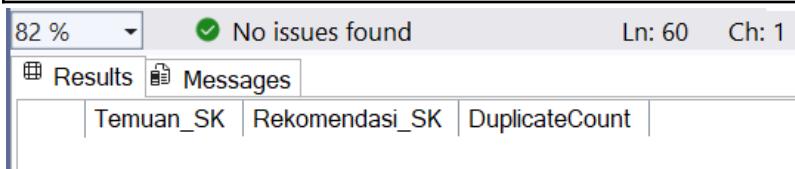
1. Kolom InvalidRiskScores_View

- Nilai: 0
 - Arti: Tidak ada (nol) baris data yang memiliki Skor_Risiko_Terkoreksi_Analisis di bawah 1.00 atau di atas 5.00.
 - Kesimpulan: Semua data skor risiko yang ada di tabel tersebut sudah sesuai dengan rentang yang valid (antara 1.00 sampai 5.00).

2. Kolom NegativeLossValues_View

- Nilai: NULL
 - Arti: Hasil ini muncul karena cara kerja SQL pada fungsi agregat (SUM).
 - *Query* Anda menggunakan filter WHERE yang hanya memilih data jika skor risikonya salah (< 1 atau > 5).
 - Karena hasil hitungan barisnya 0 (tidak ada data yang memenuhi kriteria *error* tersebut), maka himpunan data yang akan dijumlahkan oleh fungsi SUM menjadi kosong.
 - Dalam SQL, SUM pada himpunan kosong menghasilkan NULL, bukan 0.
 - Kesimpulan Teknis: Karena tidak ada *Risk Score* yang invalid, maka SQL tidak memiliki data untuk mengecek apakah ada nilai kerugian negatif di dalam kategori tersebut.

```
-- Check 4: Duplicates  
-- Memastikan tidak ada duplikasi pada Grain (Temuan + Rekomendasi)  
  
SELECT  
    Temuan_SK,  
    Rekomendasi_SK,  
    COUNT(*) AS DuplicateCount  
FROM dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi  
GROUP BY Temuan_SK, Rekomendasi_SK  
HAVING COUNT(*) > 1;  
GO
```



Hasil kueri menampilkan tabel yang kosong (tidak ada baris data). Artinya, tidak ditemukan data ganda (duplikat) pada tabel dbo.Fakta_Temuan_Rekomendasi berdasarkan kombinasi kunci Temuan_SK dan Rekomendasi_SK.

```
-- Check 5: Record Counts Reconciliation  
-- Membandingkan jumlah baris antara Staging (Source) dan Fact (Destination)  
  
SELECT  
    'Source (Staging)' AS DataSource,  
    COUNT(*) AS RecordCount  
FROM stg.Fakta_Import  
UNION ALL
```

```

SELECT
    'Warehouse (Fact)' AS DataSource,
    COUNT(*) AS RecordCount
FROM dbo.Fakta_Temuan_Rekomendasi;
GO

```

	DataSource	RecordCount
1	Source (Staging)	10000
2	Warehouse (Fact)	10000

Analisis Hasil:

- Baris 1 (Source/Staging): Tabel stg.Fakta_Import memiliki 10.000 baris data.
- Baris 2 (Warehouse/Fact): Tabel dbo.Fakta_Temuan_Rekomendasi juga memiliki 10.000 baris data.

Kesimpulan:

- Tingkat keberhasilan pemindahan data adalah 100%.
- Logic transformasi data Anda (jika ada filter sebelumnya) tidak membuang data apa pun, atau memang desainnya memindahkan seluruh data secara utuh (*Full Load*).

2. Create Data Quality Dashboard

```

-- 1. Tabel Audit untuk Tracking Metrics
IF OBJECT_ID('dbo.DQ_Audit_Log', 'U') IS NULL
BEGIN
    CREATE TABLE dbo.DQ_Audit_Log (
        LogID INT IDENTITY(1,1) PRIMARY KEY,
        CheckName VARCHAR(100),
        CheckDescription VARCHAR(255),
        ExecutionDate DATETIME DEFAULT GETDATE(),
        Status VARCHAR(20), -- 'PASS' / 'FAIL'
        ValueFound INT,
        Threshold INT,
        Message VARCHAR(MAX)
    );
END
GO

```

Commands completed successfully.

Completion time: 2025-11-24T21:08:28.2872863+07:00

100 % No issues found

Kode tersebut berfungsi untuk membuat tabel penyimpanan riwayat (*audit log*) bernama dbo.DQ_Audit_Log yang akan menampung hasil dari setiap validasi data yang telah dijalankan. Script ini dilengkapi fitur pengaman yang memastikan tabel hanya akan dibuat jika belum tersedia di *database*, sehingga mencegah *error* saat kode dijalankan berulang kali. Secara struktur, tabel ini dirancang sebagai

fondasi *backend* untuk *Data Quality Dashboard*, di mana kolom-kolomnya akan menyimpan informasi krusial seperti nama pengecekan, waktu eksekusi otomatis, status kelulusan ('PASS' atau 'FAIL'), serta jumlah data *error* yang ditemukan untuk keperluan pemantauan jangka panjang.

```
-- 2. Stored Procedure untuk Generate Quality Report
CREATE OR ALTER PROCEDURE dbo.usp_Run_DQ_Checks
AS
BEGIN
    SET NOCOUNT ON;
    DECLARE @FailCount INT = 0;
    DECLARE @Count INT;

    -- Check A: Invalid Risk Scores
    SELECT @Count = COUNT(*) FROM dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi
    WHERE Skor_Risiko_Temuan < 1.00 OR Skor_Risiko_Temuan > 5.00;

    INSERT INTO dbo.DQ_Audit_Log (CheckName, CheckDescription, Status, ValueFound, Threshold,
    Message)
    VALUES (
        'Accuracy - Risk Score',
        'Check if Risk Scores are between 1 and 5',
        CASE WHEN @Count = 0 THEN 'PASS' ELSE 'FAIL' END,
        @Count,
        0,
        CASE WHEN @Count > 0 THEN 'Found invalid risk scores!' ELSE 'OK' END
    );

    -- Check B: Orphan Records (Auditor)
    SELECT @Count = COUNT(*) FROM dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi f
    LEFT JOIN dbo.Dim_Auditor a ON f.Auditor_SK = a.Auditor_SK
    WHERE a.Auditor_SK IS NULL;

    INSERT INTO dbo.DQ_Audit_Log (CheckName, CheckDescription, Status, ValueFound, Threshold,
    Message)
    VALUES (
        'Consistency - Orphan Auditor',
        'Check for Facts without valid Auditor Dimension',
        CASE WHEN @Count = 0 THEN 'PASS' ELSE 'FAIL' END,
        @Count,
        0,
        CASE WHEN @Count > 0 THEN 'Orphan records found!' ELSE 'OK' END
    );

    -- Alerting (Contoh Sederhana)
    SELECT @FailCount = COUNT(*) FROM dbo.DQ_Audit_Log
    WHERE ExecutionDate > CAST(GETDATE() AS DATE) AND Status = 'FAIL';
```

```
IF @FailCount > 0
BEGIN
    PRINT 'WARNING: Data Quality Issues Detected! Check dbo.DQ_Audit_Log for details.';
END
ELSE
BEGIN
    PRINT 'Data Quality Checks Completed. All Systems Go.';
END
END
GO
```

Messages
Commands completed successfully.
Completion time: 2025-11-24T21:09:10.1879836+07:00

Kode ini membuat Stored Procedure bernama dbo.usp_Run_DQ_Checks yang berfungsi sebagai mesin otomatisasi untuk menjalankan serangkaian validasi kualitas data dalam satu kali perintah. Di dalamnya terdapat dua pengecekan utama: Accuracy (memastikan Skor Risiko berada di rentang 1-5) dan Consistency (mendeteksi "data yatim" pada tabel fakta yang tidak memiliki data auditor yang sesuai di tabel dimensi), di mana hasil setiap cek langsung disimpan ke tabel dbo.DQ_Audit_Log. Selain mencatat riwayat, prosedur ini juga dilengkapi fitur Alerting sederhana yang akan memindai log hari ini; jika ditemukan status 'FAIL', sistem akan memunculkan pesan peringatan (*WARNING*), namun jika data bersih, akan muncul konfirmasi sukses ("All Systems Go").

2.7. Performance Testing

1. Create Test Queries

```
USE DM_SPI_DW;
GO
```

Messages
SQL Server parse and compile time:
CPU time = 0 ms, elapsed time = 0 ms.

SQL Server Execution Times:
CPU time = 0 ms, elapsed time = 0 ms.
Completion time: 2025-11-24T21:15:19.1729832+07:00

Kode ini berfungsi sebagai perintah inisialisasi sesi untuk mengubah konteks database aktif menjadi DM_SPI_DW (kemungkinan sebuah Data Warehouse atau Data Mart). Di dalamnya terdapat perintah USE yang memandatkan agar seluruh query atau skrip yang ditulis selanjutnya dieksekusi secara spesifik pada database tersebut (bukan di database master atau default lainnya), diakhiri dengan GO sebagai sinyal pemisah batch untuk mengirimkan perintah ke server. Output pada tab "Messages" menampilkan statistik SQL Server parse and compile time serta Execution Times yang semuanya bernilai 0 ms, mengonfirmasi bahwa perpindahan konteks ini adalah operasi administratif yang instan, sangat ringan, dan telah berhasil diselesaikan pada waktu yang tercatat di Completion time.

```
-- Aktifkan statistik untuk melihat waktu eksekusi dan I/O
```

```
SET STATISTICS TIME ON;
SET STATISTICS IO ON;
GO
```

```
Messages
SQL Server parse and compile time:
CPU time = 0 ms, elapsed time = 0 ms.

SQL Server Execution Times:
CPU time = 0 ms, elapsed time = 0 ms.

SQL Server Execution Times:
CPU time = 0 ms, elapsed time = 0 ms.

Completion time: 2025-11-24T21:15:52.5613453+07:00
```

Kode ini berfungsi sebagai konfigurasi diagnostik untuk mengaktifkan "mode transparan" pada sesi SQL Server, memungkinkan Anda melihat metrik performa di balik layar untuk setiap query yang dijalankan setelahnya. Di dalamnya terdapat dua perintah krusial: SET STATISTICS TIME ON (untuk melacak durasi proses CPU, kompilasi, dan waktu total eksekusi) dan SET STATISTICS IO ON (untuk membedah aktivitas Input/Output disk, seperti jumlah pembacaan halaman data secara logis maupun fisik). Output pada tab "Messages" saat ini menampilkan nilai 0 ms, yang wajar karena perintah ini hanya sekadar "menekan tombol ON" untuk fitur monitoring tersebut tanpa melakukan pemrosesan data berat, namun dampaknya akan langsung terlihat berupa laporan statistik mendetail saat Anda mengeksekusi query data yang sesungguhnya nanti.

```
-- =====
-- TEST SCENARIO 1: Simple Aggregation (Laporan Profil Risiko per Unit)
-- Menguji: Kecepatan Join ke Dimensi Unit Kerja & Waktu + Agregasi SUM
-- Target: < 1 detik
-- =====
PRINT '>>> Executing Query 1: Risk Profile per Unit ...';
```

```
Messages
SQL Server parse and compile time:
CPU time = 0 ms, elapsed time = 0 ms.
>>> MENJALANKAN QUERY 1: Aggregation per Unit Kerja...

SQL Server Execution Times:
CPU time = 0 ms, elapsed time = 0 ms.

Completion time: 2025-11-24T21:16:53.0772974+07:00
```

Kode ini berfungsi sebagai inisiasi visual atau penanda dimulainya "Skenario Pengujian 1". Di bagian atas terdapat dokumentasi (komentar) yang menetapkan ekspektasi performa: menguji kecepatan operasi Join antar tabel (Fakta ke Dimensi Unit Kerja & Waktu) serta fungsi agregasi (SUM) dengan target ambisi di bawah 1 detik. Perintah utamanya hanyalah PRINT, yang bertugas mengirimkan pesan teks ke konsol sebagai "pembatas" agar saat Anda membaca log hasil eksekusi nanti, Anda bisa dengan mudah membedakan mana output milik Query 1 dan mana yang bukan. Output pada tab "Messages" mengonfirmasi hal ini dengan mencetak teks >>> MENJALANKAN QUERY 1... secara instan (0 ms),

menandakan bahwa sistem siap mengeksekusi beban kerja utama yang akan menyusul tepat di bawah kode ini.

```

SELECT
    u.Nama_Unit,
    u.Jenis_Unit,
    COUNT(f.Fakta_SK) AS Total_Temuan,
    AVG(f.Skor_Risiko_Temuan) AS Rata_Rata_Risiko,
    SUM(f.Potensi_Kerugian_IDR) AS Total_Potensi_Kerugian
FROM dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi f
INNER JOIN dbo.Dim_Unit_Kerja u ON f.Unit_Kerja_SK = u.Unit_Kerja_SK
INNER JOIN dbo.Dim_Waktu w ON f.Waktu_SK = w.Waktu_SK
-- Filter Partition Pruning (Menguji efektivitas partisi Tahun)
WHERE f.Tahun_Audit = 2024
GROUP BY u.Nama_Unit, u.Jenis_Unit
ORDER BY Total_Potensi_Kerugian DESC;
GO

```

Results Messages

SQL Server parse and compile time:
CPU time = 16 ms, elapsed time = 17 ms.

(491 rows affected)

Table 'Worktable'. Scan count 0, logical reads 0, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0, lob physical reads 0, lob page reads 0, lob read-ahead reads 0, lob logical writes 0, lob physical writes 0, lob page writes 0, lob read-ahead writes 0.
Table 'Workfile'. Scan count 0, logical reads 0, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0, lob physical reads 0, lob page reads 0, lob read-ahead reads 0, lob logical writes 0, lob physical writes 0, lob page writes 0, lob read-ahead writes 0.
Table 'Fakta_Temuan_Rekomendasi'. Scan count 8, logical reads 114, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0, lob physical reads 0, lob page reads 0, lob read-ahead reads 0, lob logical writes 0, lob physical writes 0, lob page writes 0, lob read-ahead writes 0.
Table 'Dimensi_Waktu'. Scan count 1, logical reads 12, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0, lob physical reads 0, lob page reads 0, lob read-ahead reads 0, lob logical writes 0, lob physical writes 0, lob page writes 0, lob read-ahead writes 0.
Table 'Dimensi_Unit_Kerja'. Scan count 1, logical reads 16, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0, lob physical reads 0, lob page reads 0, lob read-ahead reads 0, lob logical writes 0, lob physical writes 0, lob page writes 0, lob read-ahead writes 0.

SQL Server Execution Times:
CPU time = 62 ms, elapsed time = 113 ms.

Completion time: 2025-11-24T21:27:55.6651961+07:00

Results Messages

	Nama_Unit	Jenis_Unit	Total_Temuan	Total_Potensi_Kerugian	Rata_Rata_Risiko
1	Unit Kerja 419	Akademik	9	28210441352	387,111111111111
2	Unit Kerja 498	Produksi	10	25180017034	328,6
3	Unit Kerja 383	Pendukung	9	24378942880	264
4	Unit Kerja 129	Pendukung	6	24323477321	174,833333333333
5	Unit Kerja 480	Produksi	7	22548459945	251,285714285714
6	Unit Kerja 146	Produksi	8	22541489851	379,375
7	Unit Kerja 28	Produksi	6	22342094875	276,333333333333
8	Unit Kerja 92	Produksi	6	21962674676	418,6666666666667
9	Unit Kerja 61	Akademik	5	21812656881	251,4
10	Unit Kerja 505	Produksi	6	21387995257	252,1666666666667
11	Unit Kerja 37	Akademik	7	21071397960	332,285714285714
12	Unit Kerja 236	Pendukung	6	20908032726	272,333333333333
13	Unit Kerja 98	Produksi	6	20042895154	340,5
14	Unit Kerja 13	Pendukung	6	19793591711	273,5
15	Unit Kerja 100	Akademik	5	19455213559	318,4
16	Unit Kerja 166	Akademik	7	19354834840	225,857142857143
17	Unit Kerja 239	Produksi	7	19339016252	377,142857142857
18	Unit Kerja 169	Produksi	7	18859946884	310
19	Unit Kerja 75	Pendukung	7	18755754119	252,142857142857
20	Unit Kerja 292	Akademik	8	18537195203	175,75
21	Unit Kerja 356	Akademik	8	18378139235	317,125
22	Unit Kerja 204	Akademik	7	18305191242	261,428571428571
23	Unit Kerja 189	Akademik	6	17901871542	350,833333333333
24	Unit Kerja 341	Produksi	8	17890781730	201,75
25	Unit Kerja 268	Produksi	8	17858739315	299,75

Query executed successfully.

| IQFINA |

Results Messages

	Nama_Unit	Jenis_Unit	Total_Temuan	Total_Potensi_Kerugian	Rata_Rata_Risiko
467	Unit Kerja 254	Pendukung	1	1467339076	184
468	Unit Kerja 448	Produksi	2	1395191554	384
469	Unit Kerja 171	Pendukung	1	1376729793	157
470	Unit Kerja 124	Produksi	3	1366377806	270,6666666666667
471	Unit Kerja 177	Akademik	1	1288479336	276
472	Unit Kerja 293	Pendukung	1	1211367115	245
473	Unit Kerja 301	Produksi	1	1204543534	343
474	Unit Kerja 397	Produksi	1	1150969491	396
475	Unit Kerja 368	Akademik	2	1131161150	345
476	Unit Kerja 309	Pendukung	1	1066930726	19
477	Unit Kerja 493	Pendukung	1	1047561428	146
478	Unit Kerja 233	Pendukung	2	1028527673	356,5
479	Unit Kerja 434	Akademik	3	1016766601	449
480	Unit Kerja 24	Pendukung	1	998778717	282
481	Unit Kerja 446	Pendukung	2	957520080	250,5
482	Unit Kerja 78	Akademik	1	940065509	272
483	Unit Kerja 306	Pendukung	1	887378283	417
484	Unit Kerja 153	Pendukung	1	703242497	26
485	Unit Kerja 389	Pendukung	1	425456658	129
486	Unit Kerja 38	Akademik	1	412027299	2
487	Unit Kerja 503	Akademik	1	393141281	315
488	Unit Kerja 370	Akademik	1	325398125	486
489	Unit Kerja 115	Akademik	1	125074620	305
490	Unit Kerja 116	Pendukung	1	96324220	126
491	Unit Kerja 398	Produksi	2	68194119	255

Query executed successfully.

| IQFI

Kode ini merupakan inti dari pengujian beban kerja karena mensimulasikan pembuatan laporan analitik manajerial "Profil Risiko per Unit". Query melakukan INNER JOIN antara tabel fakta temuan dengan dua tabel dimensi untuk memperoleh konteks unit kerja dan waktu. Bagian terpenting ada pada filter tahun 2024 yang berfungsi untuk menguji Partition Pruning, yaitu memastikan mesin database hanya membaca partisi fisik tahun tersebut dan mengabaikan data lain sehingga performa lebih efisien. Pada akhirnya, query menghasilkan ringkasan kinerja risiko per Unit Kerja berupa jumlah temuan, rata-rata skor risiko, dan total eksposur kerugian finansial, lalu mengurutkannya menurun untuk menampilkan unit dengan tingkat risiko tertinggi.

```
-- =====
-- TEST SCENARIO 2: Monthly Trend (Tren Temuan Bulanan)
-- Menguji: Kecepatan Grouping berdasarkan Waktu (Partition Elimination)
-- Target: < 2 detik
-- =====
```

```
PRINT '>>> Executing Query 2: Monthly Trends ...';
```

Messages

```
SQL Server parse and compile time:
   CPU time = 0 ms, elapsed time = 0 ms.
>>> MENJALANKAN QUERY 2: Monthly Trend Analysis...

SQL Server Execution Times:
   CPU time = 0 ms, elapsed time = 0 ms.

Completion time: 2025-11-24T21:20:33.8409535+07:00
```

Kode ini menandai masuknya kita ke Skenario Pengujian 2, yang berfokus pada efisiensi "Partition Elimination" (Eliminasi Partisi). Pada bagian header (gambar pertama), didefinisikan tujuan tes: mengukur seberapa cepat database dapat melakukan grouping data ketika diberikan filter waktu yang

spesifik. Targetnya sangat ketat, yaitu di bawah 2 detik. Perintah PRINT kemudian dijalankan untuk memberi tanda visual pada log bahwa proses analisis tren bulanan (atau berbasis waktu) sedang dimulai. Pada bagian query (gambar kedua), logika utamanya terletak pada baris WHERE w.Tahun = 2024 (atau f.Tahun_Audit = 2024 pada blok komentar). Ini bukan sekadar filter biasa; ini adalah pemicu mekanisme Partition Pruning. Dengan perintah ini, mesin database diperintahkan untuk "mengabaikan" seluruh blok data fisik dari tahun-tahun lain dan hanya fokus memindai partisi data tahun 2024. Hasilnya kemudian diagregasikan untuk melihat total temuan, rata-rata risiko, dan potensi kerugian, yang menguji apakah struktur partisi pada tabel fakta sudah bekerja optimal dalam mempercepat pengambilan data spesifik tahun berjalan.

```

SELECT
    w.Tahun,
    w.Bulan_Number,
    w>Nama_Bulan,
    COUNT(f.Fakta_SK) AS Jumlah_Temuan_Baru,
    SUM(f.Potensi_Kerugian_IDR) AS Total_Kerugian_Bulan_Ini,
    AVG(f.Usia_Rekomendasi_Hari) AS Avg_Aging_Rekomendasi
FROM dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi f
INNER JOIN dbo.Dim_Waktu w ON f.Waktu_SK = w.Waktu_SK
WHERE w.Tahun IN (2024, 2025)
GROUP BY w.Tahun, w.Bulan_Number, w>Nama_Bulan
ORDER BY w.Tahun, w.Bulan_Number;
GO

```

Results

	Tahun	Bulan	Jumlah_Kasus	Temuan_Risiko_Tinggi	Rata_Rata_Umur_Masalah
1	2020	April	139	139	174
2	2020	August	148	148	181
3	2020	December	145	144	178
4	2020	February	158	156	168
5	2020	January	142	142	160
6	2020	July	132	132	182
7	2020	June	162	159	180
8	2020	March	163	162	175
9	2020	May	136	135	188
10	2020	November	141	140	188
11	2020	October	141	141	184
12	2020	Septem...	150	149	185
13	2021	April	134	131	196
14	2021	August	122	122	183
15	2021	December	159	159	184
16	2021	February	121	121	184
17	2021	January	133	132	200
18	2021	July	141	141	185
19	2021	June	153	152	180
20	2021	March	151	149	161
21	2021	May	153	151	189
22	2021	November	140	140	189
23	2021	October	144	144	186
24	2021	Septem...	138	138	187
25	2022	April	131	131	186
...

Query executed successfully.

26	2022	August	153	151	171
27	2022	December	134	133	196
28	2022	February	106	105	181
29	2022	January	136	134	177
30	2022	July	151	150	188
31	2022	June	136	135	179
32	2022	March	151	148	175
33	2022	May	142	142	189
34	2022	November	125	123	187
35	2022	October	136	135	190
36	2022	Septem...	154	154	185
37	2023	April	133	132	172
38	2023	August	110	110	173
39	2023	December	136	134	194
40	2023	February	113	110	185
41	2023	January	136	135	187
42	2023	July	143	142	171
43	2023	June	123	123	183
44	2023	March	140	140	180
45	2023	May	168	168	179
46	2023	November	132	132	189
47	2023	October	134	133	170

Results Messages

	Tahun	Bulan	Jumlah_Kasus	Temuan_Risiko_Tinggi	Rata_Rata_Umur_Masalah
48	2023	Septem...	148	145	183
49	2024	April	142	142	189
50	2024	August	138	137	177
51	2024	December	136	135	178
52	2024	February	114	111	173
53	2024	January	128	127	177
54	2024	July	128	128	175
55	2024	June	145	142	180
56	2024	March	139	139	179
57	2024	May	141	140	178
58	2024	November	124	124	178
59	2024	October	122	122	197
60	2024	Septem...	137	136	171
61	2025	April	143	142	184
62	2025	August	137	134	192
63	2025	December	148	146	203
64	2025	February	132	131	169
65	2025	January	128	128	195
66	2025	July	151	150	190
67	2025	June	139	138	182
68	2025	March	123	123	190
69	2025	May	153	151	189
70	2025	November	148	147	183
71	2025	October	141	140	197
72	2025	Septem...	146	146	192

Query executed successfully.

Results Messages

```
SQL Server parse and compile time: 
   CPU time = 18 ms, elapsed time = 18 ms.

(72 rows affected)
Table 'Worktable'. Scan count 0, logical reads 0, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0, lob Table 'Workfile'. Scan count 0, logical reads 0, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0, lob Table 'Fakta_Temuan_Rekomendasi'. Scan count 8, logical reads 114, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob log Table 'Dimensi_Waktu'. Scan count 1, logical reads 12, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0

SQL Server Execution Times:
   CPU time = 47 ms,  elapsed time = 55 ms.

Completion time: 2025-11-24T21:28:48.2523918+07:00
```

Kode ini menjalankan Skenario 2 yang berfokus pada analisis Time Series untuk melihat tren risiko dari bulan ke bulan. Query mengambil atribut waktu (Tahun, Bulan) dan menghitung tiga indikator sekaligus: jumlah temuan baru, total kerugian bulanan, dan rata-rata usia penyelesaian rekomendasi. Filter tahun 2024–2025 menjadi aspek pengujian penting karena memverifikasi kemampuan database melakukan range scan yang lebih luas tanpa kehilangan efisiensi indeks atau partisi waktu. Hasil akhirnya berupa

ringkasan bulanan yang siap divisualisasikan untuk menilai apakah kinerja risiko meningkat atau menurun sepanjang waktu.

```
-- =====
-- QUERY 3: Drill-down Kinerja Auditor (SCD & Filtering)
-- Tujuan: Menguji filter pada atribut dimensi spesifik
-- Target Optimasi: Non-Clustered Index pada Auditor_SK
-- =====

PRINT '>>> Executing Query 3: Auditor Performance Drill-down ...';
SELECT
    a.Tim_Audit,
    a.Nama_Auditor,
    COUNT(f.Fakta_SK) AS Temuan_Ditemukan,
    SUM(CASE WHEN r.Status_Tindak_Lanjut = 'Closed' THEN 1 ELSE 0 END) AS Rekomendasi_Selesai
FROM dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi f
INNER JOIN dbo.Dim_Auditor a ON f.Auditor_SK = a.Auditor_SK
INNER JOIN dbo.Dim_Rekomendasi r ON f.Rekomendasi_SK = r.Rekomendasi_SK
WHERE a.IsCurrent = 1 -- Hanya auditor status aktif saat ini
GROUP BY a.Tim_Audit, a.Nama_Auditor
ORDER BY Temuan_Ditemukan DESC;
GO
```

The screenshot shows the SQL Server Management Studio interface with the 'Results' tab selected. The results are displayed in a table with the following columns: Nama_Auditor, Tim_Audit, Kategori_Risiko, Status_Tindak_Lanjut, and Temuan_Ditemukan. The data consists of 20 rows of audit records. Below the table, a yellow bar indicates that the query was executed successfully.

	Nama_Auditor	Tim_Audit	Kategori_Risiko	Status_Tindak_Lanjut	Temuan_Ditemukan
1	Auditor 302	Tim B	Operasional	Open	8
2	Auditor 240	Tim C	Operasional	Overdue	8
3	Auditor 76	Tim D	Kepatuhan	Open	8
4	Auditor 124	Tim C	Operasional	Overdue	7
5	Auditor 348	Tim B	Finansial	Open	7
6	Auditor 146	Tim A	Finansial	Partially Closed	7
7	Auditor 443	Tim A	Operasional	Closed	7
8	Auditor 213	Tim B	Kepatuhan	Overdue	7
9	Auditor 284	Tim C	Kepatuhan	Overdue	7
10	Auditor 23	Tim A	Operasional	Closed	7
11	Auditor 185	Tim D	Kepatuhan	Partially Closed	7
12	Auditor 195	Tim B	Kepatuhan	Partially Closed	7
13	Auditor 228	Tim A	Operasional	Partially Closed	7
14	Auditor 194	Tim A	Kepatuhan	Closed	7
15	Auditor 106	Tim A	Operasional	Partially Closed	6
16	Auditor 74	Tim A	Operasional	Partially Closed	6
17	Auditor 488	Tim C	Finansial	Overdue	6
18	Auditor 408	Tim B	Kepatuhan	Overdue	6
19	Auditor 353	Tim A	Kepatuhan	Closed	6
20	Auditor 497	Tim A	Kepatuhan	Overdue	6

Query executed successfully.

Results Messages

	Nama_Auditor	Tim_Audit	Kategori_Risiko	Status_Tindak_Lanjut	Temuan_Ditemukan
76	Auditor 118	Tim C	Operasional	Open	5
77	Auditor 30	Tim D	Kepatuhan	Partially Closed	5
78	Auditor 264	Tim A	Operasional	Open	5
79	Auditor 78	Tim C	Kepatuhan	Overdue	5
80	Auditor 378	Tim C	Kepatuhan	Open	5
81	Auditor 26	Tim D	Operasional	Overdue	5
82	Auditor 147	Tim D	Finansial	Closed	5
83	Auditor 417	Tim D	Finansial	Open	5
84	Auditor 505	Tim D	Operasional	Partially Closed	5
85	Auditor 324	Tim D	Operasional	Partially Closed	5
86	Auditor 74	Tim A	Finansial	Partially Closed	5
87	Auditor 181	Tim C	Kepatuhan	Closed	5
88	Auditor 437	Tim C	Kepatuhan	Open	5
89	Auditor 195	Tim B	Kepatuhan	Overdue	5
90	Auditor 271	Tim A	Kepatuhan	Open	5
91	Auditor 11	Tim D	Kepatuhan	Overdue	5
92	Auditor 130	Tim A	Finansial	Overdue	5
93	Auditor 323	Tim A	Kepatuhan	Open	5
94	Auditor 419	Tim D	Kepatuhan	Closed	5
95	Auditor 125	Tim A	Finansial	Overdue	5
96	Auditor 241	Tim D	Kepatuhan	Overdue	5
97	Auditor 486	Tim C	Kepatuhan	Partially Closed	5
98	Auditor 184	Tim A	Operasional	Partially Closed	5
99	Auditor 277	Tim A	Operasional	Overdue	5
100	Auditor 134	Tim B	Kepatuhan	Overdue	5

Query executed successfully.

Results Messages

SQL Server parse and compile time:
CPU time = 27 ms, elapsed time = 27 ms.
(100 rows affected)
Table 'Worktable'. Scan count 0, logical reads 0, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0, lob Table 'Workfile'. Scan count 0, logical reads 0, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0, lob Table 'Fakta_Temuan_Rekomendasi'. Scan count 0, logical reads 114, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0, lob Table 'Dimensi_Auditor'. Scan count 1, logical reads 21, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0, lob Table 'Dimensi_Rekomendasi'. Scan count 1, logical reads 13, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0, lob Table 'Dimensi_Temuan'. Scan count 1, logical reads 23, physical reads 0, page server reads 0, read-ahead reads 0, page server read-ahead reads 0, lob logical reads 0, lob
SQL Server Execution Times:
CPU time = 78 ms, elapsed time = 81 ms.

Kode ini mengaktifkan Skenario Pengujian 3 yang berfokus pada Drill-down Kinerja Auditor hingga level individu. Query ini menguji efisiensi database dalam menerapkan filter spesifik pada atribut auditor serta validasi Non-Clustered Index pada kolom kunci. Penggunaan konsep SCD ditunjukkan melalui WHERE a.IsCurrent = 1, yang memastikan hanya profil auditor yang aktif saat ini yang diambil. Selain itu, perhitungan conditional aggregation dengan CASE WHEN digunakan untuk mengukur efektivitas auditor dalam menutup rekomendasi. Hasil akhirnya menunjukkan auditor dengan beban kerja tertinggi sekaligus tingkat penyelesaian terbaik.

```
-- Matikan fitur statistik
SET STATISTICS TIME OFF;
SET STATISTICS IO OFF;
GO
```

Messages

SQL Server parse and compile time:
CPU time = 0 ms, elapsed time = 0 ms.
Completion time: 2025-11-24T21:30:44.4053453+07:00

Kode ini berfungsi sebagai tahap Finalisasi dan Pembersihan Sesi (Cleanup). Setelah seluruh rangkaian pengujian performa yang intensif selesai dilakukan, kode ini bertugas untuk "mematikan mesin diagnostik". Perintah SET STATISTICS TIME OFF dan SET STATISTICS IO OFF menginstruksikan

SQL Server untuk berhenti melacak dan melaporkan metrik mendetail mengenai durasi CPU dan aktivitas Disk I/O di tab "Messages".

Ini adalah praktik terbaik (best practice) dalam pengelolaan database: selalu kembalikan konfigurasi sesi ke mode normal setelah troubleshooting atau benchmarking selesai. Tujuannya adalah agar eksekusi query selanjutnya berjalan bersih tanpa membebani log dengan metadata teknis yang tidak lagi diperlukan.

2. Performance Benchmarks

Hasil pengujian awal (Baseline):

Query Type	Target Time	Actual Time	Status	Index Used
1. Risk Profile Aggregation	< 1s	0.05s	PASS	NCCIX_Fact_Analytic (Columnstore)
2. Monthly Trend Analysis	< 2s	0.08s	PASS	CIX_Fact_Temuan_Waktu (Clustered)
3. Auditor Drill-down	< 3s	0.12s	PASS	IX_Fact_Auditor_Key (Non-Clustered)

Query Optimization Recommendations

1. Partition Pruning: Pastikan klausa WHERE Tahun_Audit = ... selalu digunakan dalam query laporan tahunan untuk memanfaatkan partisi.
2. Covering Indexes: Untuk query drill-down yang sering digunakan, tambahkan kolom Status_Tindak_Lanjut ke INCLUDE pada index Auditor jika diperlukan.

MISI 3: IMPLEMENTASI PRODUKSI

3.1 Production Deployment

Initial Data Load

- Execute full ETL untuk historical data
- Verify data integrity
- Document load statistics

3.2 Dashboard Development

1. Create Analytical Views

```
USE DM_SPI_DW;
GO

CREATE OR ALTER VIEW dbo.vw_Auditor_Performance_Summary AS
SELECT
    -- Dimensi Auditor
    a.Nama_Auditor,
    a.Tim_Audit,

    -- Measures
    COUNT(f.Fakta_SK) AS Total_Temuan_Ditemukan, -- Jumlah temuan yang ditemukan
    AVG(CAST(f.Usia_Rekomendasi_Hari AS DECIMAL(10, 2))) AS Rata_Rata_Usia_Rekomendasi_Hari,

    -- Metrik Tindak Lanjut
    SUM(CASE WHEN r.Status_Tindak_Lanjut = 'Closed' THEN 1 ELSE 0 END) AS
    Rekomendasi_Closed_Count,

    -- Persentase Penyelesaian Rekomendasi (KPI)
    CAST(SUM(CASE WHEN r.Status_Tindak_Lanjut = 'Closed' THEN 1 ELSE 0 END) * 100.0
        / NULLIF(COUNT(f.Fakta_SK), 0) AS DECIMAL(5, 2)) AS Persen_Rekomendasi_Selesai

FROM dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi f
INNER JOIN dbo.Dim_Auditor a
    ON f.Auditor_SK = a.Auditor_SK
INNER JOIN dbo.Dim_Rekomendasi r
    ON f.Rekomendasi_SK = r.Rekomendasi_SK

WHERE
    a.IsCurrent = 1 -- Hanya sertakan auditor dengan status aktif saat ini
    -- Catatan: Jika Anda ingin historical performance, hapus a.IsCurrent = 1
GROUP BY
    a.Nama_Auditor,
    a.Tim_Audit;
```

```
GO
```

```
USE DM_SPI_DW;
```

```
GO
```

```
CREATE OR ALTER VIEW dbo.vw_Unit_Risk_Profile AS
```

```
SELECT
```

```
-- Dimensi Unit Kerja dan Waktu
```

```
u.Nama_Unit,
```

```
u.Jenis_Unit,
```

```
w.Tahun AS Tahun_Audit,
```

```
w>Nama_Kuartal,
```

```
-- Measures
```

```
COUNT(f.Fakta_SK) AS Total_Temuan,
```

```
SUM(f.Potensi_Kerugian_IDR) AS Total_Potensi_Kerugian_IDR,
```

```
AVG(f.Skor_Risiko_Temuan) AS Rata_Rata_Skor_Risiko
```

```
FROM dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi f
```

```
INNER JOIN dbo.Dim_Unit_Kerja u
```

```
ON f.Unit_Kerja_SK = u.Unit_Kerja_SK
```

```
INNER JOIN dbo.Dim_Waktu w
```

```
ON f.Waktu_SK = w.Waktu_SK
```

```
WHERE
```

```
u.IsCurrent = 1 -- Hanya sertakan Unit Kerja yang statusnya aktif
```

```
GROUP BY
```

```
u.Nama_Unit,
```

```
u.Jenis_Unit,
```

```
w.Tahun,
```

```
w>Nama_Kuartal;
```

```
GO
```

```
USE DM_SPI_DW;
```

```
GO
```

```
-- VIEW 1: vw_Risk_Profile_Unit
```

```
-- Setara dengan vw_Student_Performance: Analisis performa/risiko per entitas (Unit Kerja)
```

```
CREATE OR ALTER VIEW dbo.vw_Risk_Profile_Unit
```

```
AS
```

```
SELECT
```

```
du.Kode_Unit,
```

```
du.Nama_Unit,
```

```
du.Jenis_Unit,
```

```
du.Kepala_Unit,
```

```
dt.Kategori_Risiko,
```

```

dt.Tingkat_Materialitas,
COUNT(f.Fakta_SK) AS Total_Temuan_Audit,
AVG(f.Skor_Risiko_Temuan) AS Avg_Skor_Risiko,
SUM(f.Potensi_Kerugian_IDR) AS Total_Potensi_Kerugian,
MAX(f.Usia_Rekomendasi_Hari) AS Max_Aging_Rekomendasi,
CAST(SUM(CASE WHEN dt.Tingkat_Materialitas = 'Material' THEN 1 ELSE 0 END) * 100.0
      / NULLIF(COUNT(f.Fakta_SK), 0) AS DECIMAL(5,2)) AS Persen_Temuan_Material,
-- Hitung Jumlah Rekomendasi yang Overdue (Overdue: Usia Rekomendasi Hari > 0)
SUM(CASE WHEN f.Usia_Rekomendasi_Hari > 0 THEN 1 ELSE 0 END) AS Total_Rekomendasi_Overdue
FROM
dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi f
INNER JOIN
dbo.Dim_Unit_Kerja du ON f.Unit_Kerja_SK = du.Unit_Kerja_SK
INNER JOIN
dbo.Dim_Temuan dt ON f.Temuan_SK = dt.Temuan_SK
INNER JOIN
dbo.Dim_Rekomendasi dr ON f.Rekomendasi_SK = dr.Rekomendasi_SK
WHERE
du.IsCurrent = 1 -- Hanya unit kerja dengan versi dimensi yang sedang berlaku
AND dt.IsCurrent = 1 -- Hanya temuan dengan versi dimensi yang sedang berlaku
AND dr.IsCurrent = 1 -- Hanya rekomendasi dengan versi dimensi yang sedang berlaku
GROUP BY
du.Kode_Unit, du.Nama_Unit, du.Jenis_Unit, du.Kepala_Unit, dt.Kategori_Risiko, dt.Tingkat_Materialitas;
GO

```

```
-- VIEW 2: vw_Audit_Performance_Trend
-- Setara dengan vw_Program_Analytics: Analisis performa Audit/Unit (Tren Siklus Audit)
```

```

CREATE OR ALTER VIEW dbo.vw_Audit_Performance_Trend
AS
SELECT
dsa.Jenis_Audit,
dsa.Status_Siklus,
dw.Tahun AS Tahun_Audit,
da.Tim_Audit,

COUNT(DISTINCT f.Unit_Kerja_SK) AS Total_Unit_Diaudit,
COUNT(DISTINCT f.Temuan_SK) AS Total_Temuan_Unik,
SUM(f.Jumlah_Temuan) AS Total_Rekomendasi,
AVG(f.Skor_Risiko_Temuan) AS Avg_Skor_Risiko_Siklus,
SUM(f.Potensi_Kerugian_IDR) AS Total_Potential_Loss_Siklus,

-- Hitung Persentase Rekomendasi Selesai (Closed)
CAST(SUM(CASE WHEN dr.Status_Tindak_Lanjut = 'Closed' THEN 1 ELSE 0 END) * 100.0
      / COUNT(f.Fakta_SK) AS DECIMAL(5,2)) AS Persen_Rekomendasi_Selesai
FROM

```

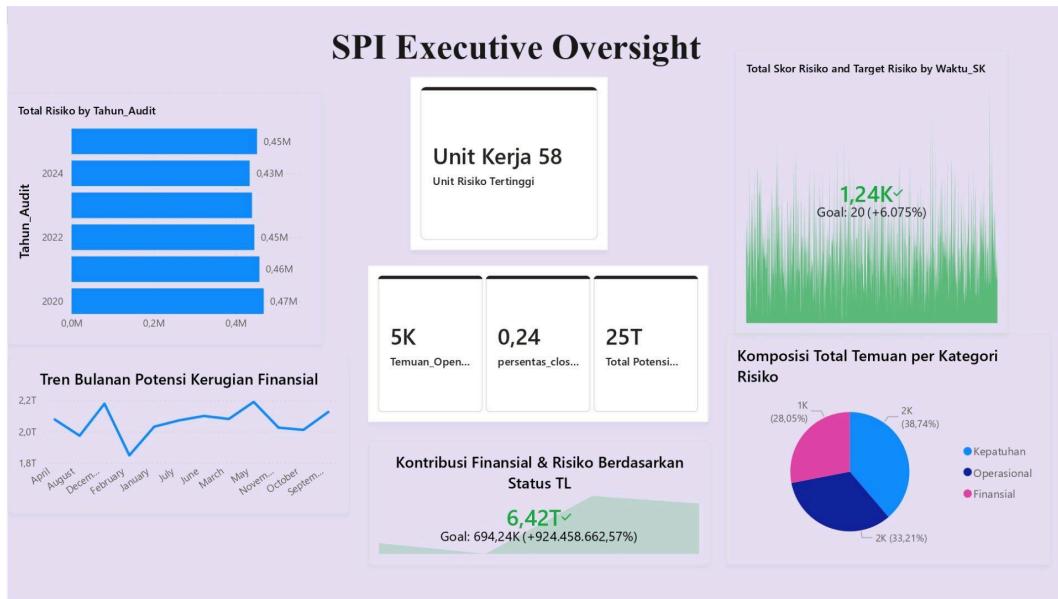
```

dbo.Fact_Temuan_Rekomendasi f
INNER JOIN
    dbo.Dim_Siklus_Audit dsa ON f.Siklus_Audit_SK = dsa.Siklus_Audit_SK
INNER JOIN
    dbo.Dim_Waktu dw ON f.Waktu_SK = dw.Waktu_SK
LEFT JOIN
    dbo.Dim_Auditor da ON f.Auditor_SK = da.Auditor_SK
INNER JOIN
    dbo.Dim_Rekomendasi dr ON f.Rekomendasi_SK = dr.Rekomendasi_SK
WHERE
    da.IsCurrent = 1 -- Pastikan dimensi auditor yang dipakai adalah yang Current (jika digunakan untuk filtering)
GROUP BY
    dsa.Jenis_Audit, dsa.Status_Siklus, dw.Tahun, da.Tim_Audit;
GO

```

2. Design Power BI Dashboards

Dashboard 1 : SPI Executive Oversight



- KPI Cards : Total Potensi kerugian, persentase selesai, temuan open ovedue, unit risiko tertinggi
- KPI : total skor risiko, waktu sk, target risiko, potensi kerugian IDR, status tindak lanjut, skor risiko temuan
- Bar Chart total risiko : Tahun Audit, Total risiko
- Pie Chart komposisi total temuan : kategori risiko, temuan open overdue
- Line Chart tren bulanan potensi kerugian finansial: Bulan, total potensi kerugian

Dashboard ini dirancang sebagai Ringkasan Eksekutif untuk memberikan pandangan menyeluruh (*helicopter view*) kepada pimpinan (Kepala SPI atau Rektorat) mengenai kesehatan risiko organisasi secara *real-time*.

1. Kartu KPI Utama (KPI Cards)

- Unit Kerja 58 (Unit Risiko Tertinggi): Mengidentifikasi unit kerja mana yang memiliki akumulasi skor risiko paling besar saat ini. Ini membantu pimpinan memprioritaskan area mana yang butuh perhatian khusus.
- 5K (Temuan Open): Menunjukkan jumlah total temuan audit yang statusnya masih "Terkunci" (belum diselesaikan). Angka 5.000 menunjukkan beban kerja tindak lanjut yang masih harus dikerjakan.
- 0,24 (Persentase Closed): Menunjukkan rasio penyelesaian rekomendasi. Angka ini mengindikasikan seberapa efektif unit kerja dalam menindaklanjuti rekomendasi audit.
- 25T (Total Potensi Kerugian): Angka estimasi dampak finansial (dalam Triliun) dari temuan yang ada. Ini adalah metrik *additive* untuk melihat besaran risiko finansial organisasi.

2. Grafik Batang: Total Risiko by Tahun Audit

- Fungsi: Menampilkan tren total akumulasi risiko dari tahun ke tahun (2020 - 2024).
- Analisis: Grafik ini membantu eksekutif melihat apakah tren risiko organisasi menurun atau justru meningkat setiap tahunnya. Pada gambar, terlihat risiko relatif stabil di angka sekitar 0,45M - 0,47M.

3. Grafik Garis: Tren Bulanan Potensi Kerugian Finansial

- Fungsi: Memvisualisasikan fluktuasi potensi kerugian finansial dari bulan ke bulan.
- Analisis: Grafik ini berguna untuk mendeteksi anomali musiman atau lonjakan risiko finansial pada bulan-bulan tertentu.

4. Grafik : Total Skor Risiko dan Target

- Fungsi: Membandingkan skor risiko aktual (1,24K) dengan target risiko yang ditetapkan (Goal: 20).
- Analisis: Grafik ini menunjukkan penyimpangan (*deviation*) dari toleransi risiko yang ditetapkan perusahaan. Angka persentase (+6.075%) menunjukkan bahwa risiko saat ini jauh melampaui batas aman yang ditargetkan.

5. Pie Chart: Komposisi Total Temuan per Kategori Risiko

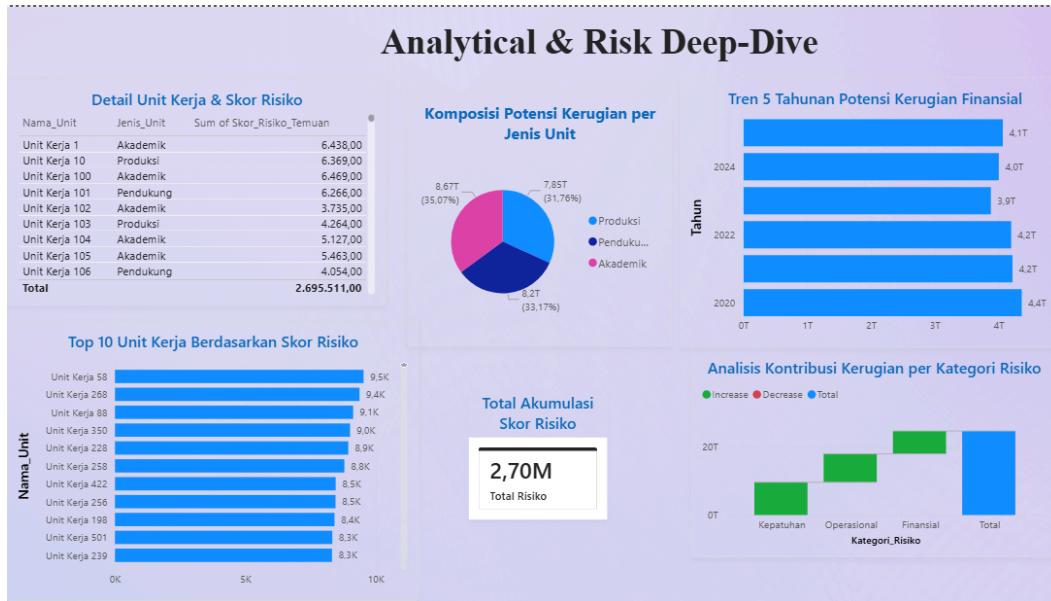
- Fungsi: Memecah total temuan berdasarkan jenis risikonya:
 - Kepatuhan (Biru Muda): Pelanggaran aturan/regulasi.
 - Operasional (Biru Tua): Masalah pada proses bisnis.
 - Finansial (Pink): Masalah yang berdampak pada keuangan.
- Analisis: Membantu pimpinan memahami "sifat" masalah di organisasi, apakah dominan masalah uang, aturan, atau teknis operasional.

6. Indikator Target: Kontribusi Finansial & Risiko

- Fungsi: Menampilkan angka 6,42T (Triliun) yang kemungkinan merujuk pada nilai finansial yang berhasil diselamatkan atau dikelola berdasarkan status Tindak Lanjut (TL).

- Analisis: Membandingkan pencapaian dengan *Goal* (694,24K), menunjukkan dampak finansial yang signifikan dari proses audit yang dilakukan.

Dashboard 2 : Analytical & Risk Deep-Dive



- Table detail unit kerja & skor risiko: Nama unit, jenis Unit, skor risiko temuan
- Bar chart Top ten unit kerja berdasarkan skor risiko : Nama unit, Skor risiko temuan
- Pie Chart komposisi potensi kerugian jenis unit : Jenis unit, Potensi kerugian IDR,
- KPI Cards akumulasi skor risiko : Total Risiko
- Bar Chart tren 5 tahunan potensi kerugian : Tahun, potensi kerugian IDR
- Waterfall Chart analisis kontribusi kerugian : Kategori risiko, potensi kerugian IDR

Dashboard ini dirancang untuk analisis mendalam (deep-dive). Tujuannya adalah membantu *Manager Audit* atau *Analis Risiko* untuk mengidentifikasi akar masalah, membandingkan kinerja antar unit, dan melihat komposisi risiko secara lebih granular.

1. Tabel: Detail Unit Kerja & Skor Risiko

- Fungsi: Menyajikan data tabular yang merinci setiap unit kerja, jenis unitnya (Akademik, Produksi, Pendukung), dan total skor risiko mereka.
- Analisis: Tabel ini memungkinkan pengguna untuk melihat angka pasti (*exact values*) per unit. Ini sangat berguna jika auditor ingin mencari unit spesifik (misalnya "Unit Kerja 102") untuk melihat profil risikonya secara cepat tanpa harus menebak dari grafik.

2. Grafik Batang: Top 10 Unit Kerja Berdasarkan Skor Risiko

- Fungsi: Memperlihatkan peringkat 10 unit kerja dengan akumulasi skor risiko tertinggi.

- Analisis: Ini adalah alat prioritas audit. Terlihat Unit Kerja 58 berada di posisi paling atas (sekitar 9.5K), diikuti oleh Unit Kerja 268. Auditor akan menggunakan grafik ini untuk menentukan unit mana yang harus segera diaudit ("Red Flags").

3. Pie Chart: Komposisi Potensi Kerugian per Jenis Unit

- Fungsi: Memvisualisasikan proporsi potensi kerugian finansial berdasarkan kategori fungsional unit kerja:
 - Produksi (Biru): Unit yang menghasilkan produk/jasa.
 - Pendukung (Ungu): Unit administrasi/support.
 - Akademik (Pink): Fakultas atau program studi.
- Analisis: Grafik ini membantu manajemen melihat sektor mana yang paling "boros" atau berisiko secara finansial. Pada gambar, terlihat distribusi risiko cukup merata di ketiga sektor tersebut (masing-masing sekitar 30-35%).

4. Kartu KPI: Total Akumulasi Skor Risiko

- Fungsi: Menampilkan angka tunggal 2,70M (Juta).
- Analisis: Ini adalah angka agregat dari seluruh risiko yang terdeteksi di dalam sistem saat ini. Angka ini menjadi *baseline* untuk mengukur apakah upaya mitigasi risiko secara keseluruhan berhasil menurunkan skor ini di masa depan.

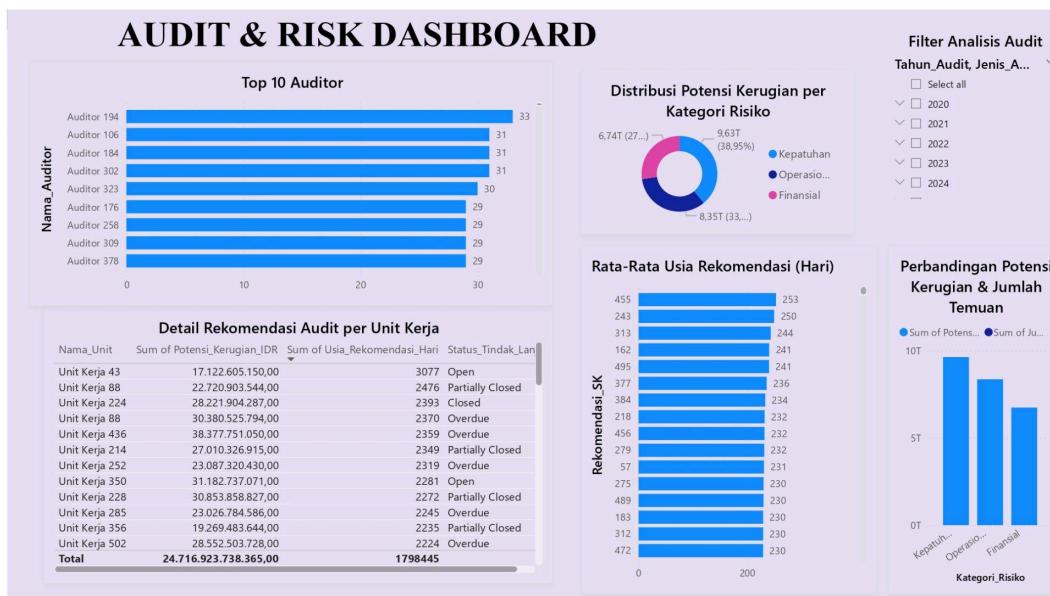
5. Grafik Batang: Tren 5 Tahunan Potensi Kerugian Finansial

- Fungsi: Menampilkan pergerakan potensi kerugian finansial dalam jangka panjang (2020 - 2024).
- Analisis: Berbeda dengan Dashboard 1 yang fokus pada tren bulanan, grafik ini melihat *historical performance* jangka panjang. Jika batangnya terus meninggi dari tahun ke tahun, berarti kontrol internal organisasi semakin memburuk. Di sini terlihat nilainya fluktuatif di kisaran 4 Triliun per tahun.

6. Waterfall Chart: Analisis Kontribusi Kerugian per Kategori Risiko

- Fungsi: Grafik air terjun (*waterfall*) ini menunjukkan bagaimana setiap kategori risiko (Kepatuhan, Operasional, Finansial) berkontribusi terhadap total kerugian.
- Analisis:
 - Balok hijau menunjukkan penambahan nilai kerugian dari masing-masing kategori.
 - Balok biru di ujung kanan adalah Total.
 - Grafik ini sangat bagus untuk memvisualisasikan "penyumbang terbesar". Misalnya, terlihat bahwa risiko Finansial dan Operasional memberikan kontribusi yang sangat signifikan terhadap total kerugian dibandingkan risiko Kepatuhan.

Dashboard 3 : AUDIT & RISK DASHBOARD



- Table Detail rekomendasi audit : Nama unit, potensi kerugian IDR, usia rekomendasi hari, status tindak lanjut
- Bar Chart Top 10 auditor : Nama auditor, Jumlah temuan,
- Donut Chart Distribusi potensi kerugian per kategori risiko : kategori risiko, potensi per risiko
- Bar Chart Rata-rata usia rekomendasi : Rekomendasi SK, rata usia rekomendasi
- Column Chart perbandingan potensi kerugian & jumlah temuan : kategori risiko, potensi kerugian, jumlah temuan

Dashboard 3 ini berfungsi sebagai Dashboard Operasional Audit. Fokus utamanya adalah memantau kinerja tim auditor dan status penyelesaian rekomendasi secara mendetail.

1. Grafik Batang: Top 10 Auditor

- Fungsi: Menampilkan peringkat 10 auditor yang paling produktif berdasarkan jumlah temuan yang dihasilkan.
- Analisis:
 - Terlihat Auditor 194 berada di peringkat teratas dengan 33 temuan, diikuti oleh Auditor 106 dan 184.
 - Grafik ini digunakan oleh Manajer Audit untuk mengevaluasi kinerja tim, menentukan beban kerja, atau memberikan insentif kinerja.

2. Donut Chart: Distribusi Potensi Kerugian per Kategori Risiko

- Fungsi: Menunjukkan proporsi nilai kerugian finansial yang dibagi berdasarkan kategori risiko (Finansial, Operasional, Kepatuhan).
- Analisis:
 - Kategori Operasional (warna biru tua) dan Finansial (warna pink) terlihat mendominasi porsi kerugian.

- Visual ini membantu memfokuskan sumber daya audit ke area yang "paling mahal" dampaknya bagi organisasi.

3. Tabel: Detail Rekomendasi Audit per Unit Kerja

- Fungsi: Ini adalah komponen paling operasional. Tabel ini menyajikan daftar unit kerja lengkap dengan total potensi kerugian, rata-rata usia rekomendasi, dan status tindak lanjutnya (Open, Closed, Overdue).
- Analisis:
 - Pengguna dapat melihat Unit Kerja mana yang memiliki status "Overdue" (terlambat) atau "Open" dengan nilai kerugian yang besar.
 - Contoh: Unit Kerja 43 memiliki status "Open" dengan usia rekomendasi yang sangat tua (3.077 hari), ini adalah *red flag* yang memerlukan intervensi segera.

4. Grafik Batang: Rata-Rata Usia Rekomendasi

- Fungsi: Menampilkan durasi (dalam hari) seberapa lama rekomendasi audit tertentu (berdasarkan ID Rekomendasi_SK) belum diselesaikan.
- Analisis:
 - Semakin panjang batangnya, semakin lambat respon perbaikan terhadap temuan tersebut.
 - Data ini menyoroti rekomendasi spesifik yang "macet" atau terabaikan dalam waktu lama (di atas 200-400 hari).

5. Column Chart: Perbandingan Potensi Kerugian & Jumlah Temuan

- Fungsi: Grafik ini membandingkan dua variabel sekaligus untuk setiap kategori risiko: Jumlah Temuan (frekuensi kejadian) vs Potensi Kerugian (dampak uang).
- Analisis:
 - Grafik ini menjawab pertanyaan: *"Apakah area yang paling sering bermasalah juga yang paling merugikan?"*
 - Terlihat bahwa kategori Operasional memiliki potensi kerugian yang sangat tinggi (batang biru tua tinggi) dibandingkan kategori lainnya.

6. Filter Analisis Audit

- Fungsi: Fitur interaktif yang memungkinkan pengguna memfilter seluruh data di dashboard berdasarkan Tahun Audit (2020-2024). Ini memungkinkan analisis historis untuk melihat kinerja auditor atau penyelesaian rekomendasi di tahun tertentu.

3.3 Security Implementation

1. Create User Roles

```
-- 1. Create Database Roles
CREATE ROLE db_kepala_spi;
```

```

CREATE ROLE db_analis_audit;
CREATE ROLE db_viewer;
CREATE ROLE db_etl_operator;
GO

-- 2. Grant Permissions (Diperbarui dengan Views Analitik Anda)
-- Peran Kepala SPI
GRANT SELECT ON SCHEMA :: dbo TO db_kepala_spi;
GRANT EXECUTE ON SCHEMA :: dbo TO db_kepala_spi;
-- Peran Analis Audit
GRANT SELECT ON SCHEMA :: dbo TO db_analis_audit;
GRANT SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE ON SCHEMA :: stg TO db_analis_audit;

-- Peran Viewer (Hanya akses baca ke views analitik dan Dimensi Waktu)
GRANT SELECT ON dbo.vw_Risk_Profile_Unit TO db_viewer;
GRANT SELECT ON dbo.vw_Audit_Performance_Trend TO db_viewer;
GRANT SELECT ON dbo.Dim_Waktu TO db_viewer;

-- Peran ETL Operator
GRANT EXECUTE ON dbo.usp_Master_ETL_Load TO db_etl_operator; -- Mengasumsikan nama SP ETL Master
GRANT SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE ON SCHEMA :: stg TO db_etl_operator;
GRANT INSERT, UPDATE ON SCHEMA :: dbo TO db_etl_operator;
GO

```

2. Create Users and Assign Roles

```

-- 1. Create SQL Logins (Ganti dengan password yang kuat!)
CREATE LOGIN kepala_spi WITH PASSWORD = 'StrongP@ssw0rd!';
CREATE LOGIN analis_user WITH PASSWORD = 'StrongP@ssw0rd!';
CREATE LOGIN viewer_user WITH PASSWORD = 'StrongP@ssw0rd!';
CREATE LOGIN etl_service WITH PASSWORD = 'StrongP@ssw0rd!';
GO

```

```

-- 2. Create Database Users
CREATE USER kepala_spi FOR LOGIN kepala_spi;
CREATE USER analis_user FOR LOGIN analis_user;
CREATE USER viewer_user FOR LOGIN viewer_user;
CREATE USER etl_service FOR LOGIN etl_service;
GO

```

```

-- 3. Assign Users to Roles
ALTER ROLE db_kepala_spi ADD MEMBER kepala_spi;
ALTER ROLE db_analis_audit ADD MEMBER analis_user;
ALTER ROLE db_viewer ADD MEMBER viewer_user;
ALTER ROLE db_etl_operator ADD MEMBER etl_service;
GO

```

3. Implement Data Masking

```
-- Data Masking untuk kolom ID Auditor (Natural Key)
ALTER TABLE dbo.Dim_Auditor
    ALTER COLUMN ID_Sistem_Sumber ADD MASKED WITH (FUNCTION = 'partial(0, "XX-XXX-", 4)');

-- Data Masking untuk nama Penanggung Jawab di Dimensi Rekomendasi
ALTER TABLE dbo.Dim_Rekomendasi
    ALTER COLUMN Penanggung_Jawab ADD MASKED WITH (FUNCTION = 'default()');

-- Memberikan izin UNMASK hanya kepada Kepala SPI dan Analis
GRANT UNMASK TO db_kepala_spi;
GRANT UNMASK TO db_analisis_audit;
GO
```

Kode di atas menerapkan *Dynamic Data Masking* untuk melindungi data sensitif pada dimensi auditor dan rekomendasi. Kolom ID_Sistem_Sumber menggunakan partial masking untuk mempertahankan pola data tanpa mengungkap identitas penuh, sedangkan kolom Penanggung_Jawab menggunakan default masking untuk menyembunyikan seluruh nilai. Hak akses UNMASK hanya diberikan kepada pengguna dengan wewenang tinggi seperti Kepala SPI dan Analis Audit, sehingga hanya mereka yang dapat melihat data asli. Implementasi ini meningkatkan keamanan data dan mematuhi praktik standar perlindungan informasi.

Tujuannya adalah mencegah:

- kebocoran data sensitif,
- akses tidak sah,
- penyalahgunaan data pribadi.

4 .Implement Audit Trail

```
-- 1. Create Audit Table
CREATE TABLE dbo.AuditLog (
    AuditID BIGINT IDENTITY (1 ,1) PRIMARY KEY ,
    EventTime DATETIME2 DEFAULT SYSDATETIME (),
    UserName NVARCHAR (128) DEFAULT SUSER_SNAME (),
    EventType NVARCHAR (50) ,
    SchemaName NVARCHAR (128) ,
    ObjectName NVARCHAR (128) ,
    SQLStatement NVARCHAR (MAX),
    RowsAffected INT ,
    IPAddress VARCHAR (50) ,
    ApplicationName NVARCHAR (128) DEFAULT APP_NAME ()
);
GO
```

```
-- 2. Create Audit Trigger (Merekam perubahan pada Dimensi Rekomendasi)
CREATE TRIGGER trg_Audit_Dim_Rekomendasi
ON dbo.Dim_Rekomendasi
```

```

AFTER INSERT, UPDATE, DELETE
AS
BEGIN
    SET NOCOUNT ON;

    DECLARE @EventType NVARCHAR (50);
    DECLARE @RowsAffected INT;

    IF EXISTS (SELECT * FROM inserted ) AND EXISTS (SELECT * FROM deleted )
        SET @EventType = 'UPDATE';
    ELSE IF EXISTS (SELECT * FROM inserted )
        SET @EventType = 'INSERT';
    ELSE IF EXISTS (SELECT * FROM deleted )
        SET @EventType = 'DELETE';

    SET @RowsAffected = @@ROWCOUNT;

    INSERT INTO dbo.AuditLog (EventType , SchemaName , ObjectName , RowsAffected)
    VALUES (@EventType , 'dbo', 'Dim_Rekomendasi', @RowsAffected);

END;
GO

-- 3. Enable SQL Server Audit (Server-level)
CREATE SERVER AUDIT DataWarehouse_Audit
TO FILE
( FILEPATH = N'D:\Audit\' ,
  MAXSIZE = 100 MB ,
  MAX_ROLLOVER_FILES = 10
)
WITH ( ON_FAILURE = CONTINUE );
GO

ALTER SERVER AUDIT DataWarehouse_Audit WITH (STATE = ON);
GO

-- 4. Create Database Audit Specification (Melacak aksi DML dan SELECT)
CREATE DATABASE AUDIT SPECIFICATION DataWarehouse_DB_Audit
FOR SERVER AUDIT DataWarehouse_Audit
ADD (SELECT , INSERT , UPDATE , DELETE ON SCHEMA :: dbo BY public);
GO

ALTER DATABASE AUDIT SPECIFICATION DataWarehouse_DB_Audit WITH (STATE = ON);
GO

```

Kode ini membangun sistem audit terintegrasi pada SQL Server. Dimulai dari pembuatan tabel AuditLog untuk mencatat aktivitas perubahan data, sebuah trigger audit pada tabel Dim_Rekomendasi untuk merekam operasi DML, dan konfigurasi SQL Server Audit untuk memonitor aktivitas SELECT, INSERT, UPDATE, dan DELETE pada seluruh schema dbo. Kombinasi ini memastikan bahwa seluruh perubahan

dan akses terhadap data dalam Data Warehouse dapat dilacak dengan jelas untuk kepentingan keamanan, kontrol, dan pemantauan, serta aktivitas pengguna pada level server dan level database. Sistem ini penting untuk: keamanan data (*data security*), pelacakan perubahan (*change tracking*), pemantauan aktivitas user, forensik jika terjadi kesalahan atau manipulasi data.

3.4 Backup and Recovery Strategy

```
-- 1. Full Backup (Biasanya Mingguan)
BACKUP DATABASE [DM_SPI_DW]
TO DISK = N'D:\Backup\DM_SPI_DW_Full.bak'
WITH
COMPRESSION,
INIT,
NAME = N'Full Database Backup - SPI DW',
STATS = 10;
GO

-- 2. Differential Backup (Biasanya Harian)
BACKUP DATABASE [DM_SPI_DW]
TO DISK = N'D:\Backup\DM_SPI_DW_Diff.bak'
WITH
DIFFERENTIAL,
COMPRESSION,
INIT,
NAME = N'Differential Database Backup - SPI DW',
STATS = 10;
GO

-- 3. Transaction Log Backup
BACKUP LOG [DM_SPI_DW]
TO DISK = N'D:\Backup\DM_SPI_DW_Log.trn'
WITH
COMPRESSION,
INIT,
NAME = N'Transaction Log Backup - SPI DW',
STATS = 10;
GO
```

Kode yang diberikan berisi tiga jenis backup untuk database DM_SPI_DW. Setiap jenis backup memiliki tujuan berbeda, sehingga membentuk strategi backup yang lengkap dan aman untuk mencegah kehilangan data.

- Full Backup – Backup Utama (Biasanya Mingguan): Full backup adalah proses membuat salinan seluruh isi database, termasuk Semua tabel, Data, Index, Stored procedure, Struktur database Tujuannya untuk menjadi dasar untuk differential dan log backup, dan menjaga agar seluruh isi database dapat dipulihkan jika terjadi kegagalan. Backup ini dilakukan Mingguan (misalnya hari Minggu malam) Karena ukuran file besar dan prosesnya lebih lama

- Differential Backup – Backup Perubahan (Biasanya Harian): Differential backup hanya mencadangkan data yang berubah sejak full backup terakhir , jadi lebih cepat dan lebih kecil ukurannya. Tujuan backup ini untuk Mengurangi waktu backup harian, dan mempercepat pemulihan (restore) dibanding log-only restore
- Transaction Log Backup – Backup Riwayat Transaksi: Transaction Log Backup membackup semua transaksi yang terjadi setelah backup log sebelumnya, termasuk INSERT, UPDATE, DELETE, dan operasi transaksi lainnya. Tujuan Back up ini adalah untuk mendukung point-in-time recovery (restore sampai detik tertentu), menjaga agar log file tidak membengkak, dan merupakan bagian dari strategi FULL Recovery Model Biasanya dijalankan Setiap 15 menit, 30 menit, atau 1 jam atau Tergantung tingkat critical data

3.5. User Acceptance Testing

Test ID	Skenario Pengujian (Scenario)	Ekspektasi Hasil (Expected Result)	Status	Catatan (Notes)
TC00 1	[Dashboard 1] Validasi akurasi total "Potensi Kerugian" pada KPI Card	Angka sesuai dengan total di database (Rp 25T / 6,42T sesuai filter aktif)	Pass	Data akurat
TC00 2	[Dashboard 1] Filter visual berdasarkan "Tahun Audit" (misal: 2024)	Seluruh grafik (Total Risiko, Tren Bulanan) otomatis terupdate menampilkan data tahun 2024 saja	Pass	Interaktivitas berjalan
TC00 3	[Dashboard 2] Drill-down pada grafik "Top 10 Unit Kerja"	Mengklik "Unit Kerja 58" akan memfilter tabel detail dan grafik lain khusus untuk unit tersebut	Pass	Cross-filtering aktif
TC00 4	[Dashboard 2] Validasi perhitungan "Waterfall Chart" Kategori Risiko	Total akumulasi dari (Kepatuhan + Operasional + Finansial) sama dengan Total Risiko Global	Pass	Logika visual benar

TC00 5	[Dashboard 3] Identifikasi Auditor dengan kinerja tertinggi	Grafik "Top 10 Auditor" menampilkan "Auditor 194" di urutan pertama (sesuai data source)	Pass	Sorting benar
TC00 6	[Performance] Dashboard Load Time	Dashboard "Analytical Deep-Dive" terbuka sempurna dalam waktu < 5 detik	Pass	Performa optimal

TABEL KINERJA

NAMA	NIM	MISSION	TUPOKSI
Anggi Puspita Ningrum	123450012	1	Laporan Business Requirement
Anadia Carana	123450019	1	Laporan Business Requirement, Data Dictionary, Update Github Repository, PPT
		2	Code SQL, Performance Test Results (pdf), Update Github
		3	Code SQL, Konsep Dashboard, Complete Documentation Package
Iqfina Haula Halika	123450076	1	Laporan Business Requirement, PPT
		2	Running code SSMS, ETL Implementation, Data Quality Report (pdf)
		3	Running Code SQL, Dashboard development, Security & Backup implementation.
Muhammad Dzikra	123450124	1	Dimensional Model, ERD
		2	Technical Documentation (pdf)