

**Perancangan dan Implementasi Data Mart untuk Monitoring Anggaran dan Evaluasi
Kinerja pada Biro Akademik, Perencanaan, dan Umum ITERA**

Pergudangan Data

Kelompok 17

Nama Anggota Kelompok:

Lidia Natasyah Marpaung	123450015
Wulan Lumbantoruan	123450027
Aisyah Musfirah	123450084



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

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
EXECUTIVE SUMMARY	3
BAB I PENDAHULUAN	5
1.1 Latar Belakang	5
1.2 Tujuan	6
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Metodologi	7
BAB II REQUIREMENT ANALYSIS	8
2.1 Business Requirements	8
2.2 Functional Requirements	8
2.3 KPI & Metrics	9
2.4 Data Sources	10
2.5 Non-Functional Requirements	11
BAB III PERANCANGAN	12
3.1 Conceptual Model (ERD)	12
3.2 Dimensional Model	13
3.3 Physical Design	14
3.4 Architecture Diagram	17
BAB IV IMPLEMENTASI	18
4.1 Database Implementation	18
4.2 ETL Process	18
4.3 Dashboard Development	19
4.4 Security Implementation	20
BAB V TESTING & VALIDATION	21
5.1 Data Quality Results	21
5.2 Performance Testing	22
5.3 User Acceptance Testing (UAT)	22
5.4 Bug Fixes	23
BAB VI DEPLOYMENT & OPERATIONS	24
6.1 Deployment Strategy	24
6.2 Backup Strategy	24
6.3 Monitoring	24
6.4 Maintenance Procedures	25

BAB VII HASIL & PEMBAHASAN	26
7.1 Key Findings	26
7.2 Challenges & Solutions	27
BAB VIII KESIMPULAN & SARAN	28
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	31

EXECUTIVE SUMMARY

Pengelolaan data perencanaan, anggaran, dan evaluasi kinerja di lingkungan Biro Akademik, Perencanaan, dan Umum ITERA selama ini menghadapi tantangan besar akibat fragmentasi data. Informasi penting seperti rencana anggaran (RKAT/RBA), realisasi belanja bulanan, serta capaian indikator kinerja unit kerja tersimpan dalam berbagai file CSV dengan format berbeda-beda. Kondisi ini menyebabkan proses validasi, rekonsiliasi, dan penyusunan laporan kinerja memerlukan waktu yang panjang dan rentan terhadap inkonsistensi. Ketidaksinkronan antara pagu, realisasi, dan capaian output juga kerap menghambat proses evaluasi tahunan dan menyulitkan pimpinan dalam pengambilan keputusan strategis secara cepat dan akurat.

Sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut, proyek Data Mart Perencanaan ITERA dirancang untuk menyediakan *single source of truth* yang mengintegrasikan seluruh data perencanaan dan kinerja ke dalam satu sistem yang terstruktur. Dengan menggunakan pendekatan dimensional modeling berbasis metodologi Kimball, data mart ini dirancang untuk mendukung analisis anggaran dan kinerja secara efisien, terstandar, dan konsisten. Proyek ini tidak hanya menekankan integrasi data, tetapi juga peningkatan kualitas data melalui proses ETL yang ketat, sehingga data yang masuk ke sistem dipastikan valid, lengkap, dan bebas duplikasi.

Proses ETL (Extract, Transform, Load) yang dikembangkan menggunakan pendekatan ELT menjadi komponen utama dalam memastikan kualitas data. Data dari tujuh file sumber meliputi data unit, program, kegiatan, anggaran, realisasi, capaian, dan anggaran RKAT diekstraksi ke staging area, divalidasi, dibersihkan, lalu ditransformasikan ke dalam tabel fakta dan dimensi. Berbagai mekanisme penting ditanamkan, seperti validasi format tahun, lookup surrogate key, penanganan nilai hilang, hingga mekanisme null handler untuk menghindari kegagalan referensi. Hasil pengujian kualitas data membuktikan bahwa seluruh dimensi data (completeness, accuracy, consistency, uniqueness, reconciliation) memenuhi standar dengan status PASS.

Perancangan model data menghasilkan dua tabel fakta utama: Fact_Anggaran untuk mendukung analisis keuangan (pagu, realisasi, sisa anggaran, serapan), dan Fact_Kinerja untuk memonitor capaian indikator kinerja utama (IKU/IPK). Kedua tabel fakta dihubungkan dengan dimensi waktu, unit kerja, program, kegiatan, sumber dana, dan indikator kinerja, yang memastikan adanya conformed dimensions untuk analisis lintas proses. Di sisi implementasi fisik, penggunaan strategi table partitioning berdasarkan tahun anggaran dan columnstore indexing membuat sistem mampu menjalankan kueri analitik dalam waktu di bawah 50 milidetik performa yang sangat ideal untuk dashboard interaktif.

Dashboard analitik yang dibangun menggunakan Microsoft Power BI memberikan tampilan yang intuitif, informatif, dan mendukung penggalian informasi secara mendalam melalui fitur drill-down. Dashboard Keuangan menampilkan metrik utama seperti pagu, realisasi, persentase serapan, sisa anggaran, dan tren belanja bulanan. Sementara itu, Dashboard Kinerja menyajikan gambaran pencapaian indikator setiap unit, rata-rata skor kinerja, serta status

“Tercapai” atau “Belum Tercapai”. Fitur penyaringan (slicer) per tahun dan unit kerja memudahkan pengguna untuk menelusuri performa secara spesifik.

Temuan utama dari implementasi Data Mart ini menunjukkan adanya perbedaan mencolok antara tingkat serapan anggaran dan capaian kinerja unit di ITERA. Meskipun tingkat serapan anggaran menunjukkan angka tinggi (83%), skor capaian kinerja rerata hanya mencapai 36.85 poin, dengan lebih dari 80% indikator berada dalam status “Belum Tercapai”. Ketidakseimbangan ini mengindikasikan bahwa pelaporan capaian unit belum dilakukan secara disiplin dan konsisten, meskipun dana operasional telah terserap. Temuan ini menjadi kunci bagi manajemen untuk memperbaiki budaya pelaporan, meningkatkan monitoring output, dan meninjau kembali sinkronisasi antara penggunaan anggaran dan pencapaian program.

Secara keseluruhan, Data Mart Perencanaan ITERA membawa perubahan signifikan dalam tata kelola data institusi. Integrasi data lintas unit memungkinkan proses evaluasi menjadi lebih cepat, objektif, dan terukur. Infrastruktur yang dibangun telah melalui pengujian performa, validasi kualitas data, hingga User Acceptance Testing (UAT), yang semuanya menunjukkan hasil memuaskan. Selain itu, proses deployment, backup, monitoring, dan maintenance telah disusun secara sistematis untuk menjamin keberlangsungan sistem.

Sistem ini bukan hanya alat teknis, tetapi fondasi bagi transformasi digital di bidang perencanaan dan penganggaran. Data mart membantu ITERA bergerak menuju pengelolaan anggaran yang lebih transparan, berbasis data, dan responsif terhadap dinamika kebutuhan institusi. Dalam jangka panjang, data mart ini dapat diperluas menjadi Data Warehouse institusi yang mengintegrasikan data akademik, SDM, keuangan, penelitian, dan pengabdian masyarakat, sehingga kualitas pengambilan keputusan menjadi semakin holistik dan strategis.

Dengan adanya data mart ini, Biro Perencanaan ITERA memiliki ekosistem data yang jauh lebih terintegrasi, valid, dan mudah diakses. Pengembangan ini menjadi langkah penting dalam meningkatkan efektivitas manajemen anggaran, akurasi pelaporan kinerja, serta kualitas pengambilan keputusan di tingkat pimpinan. Proyek ini juga menunjukkan bahwa integrasi data yang baik dapat menghasilkan efisiensi, akuntabilitas, serta transparansi yang lebih tinggi dalam tata kelola institusi publik.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biro Akademik, Perencanaan, dan Umum ITERA memiliki tanggung jawab strategis dalam memastikan bahwa proses perencanaan, pengelolaan, dan pemantauan anggaran berjalan dengan baik. Setiap tahun, biro ini mengumpulkan data rencana anggaran dari berbagai unit kerja, menyelaraskannya dengan kebutuhan institusi, dan memantau realisasi penggunaan anggaran sepanjang tahun berjalan. Selain aspek keuangan, biro juga memonitor capaian indikator kinerja dari masing-masing unit untuk memastikan bahwa penggunaan anggaran sejalan dengan target yang telah ditetapkan dalam dokumen rencana strategis.

Dalam praktik sehari-hari, data yang harus dikelola jumlahnya cukup besar dan berasal dari banyak sumber. Rencana anggaran dikirimkan dalam file terpisah, realisasi belanja dicatat setiap bulan dalam format berbeda, sementara data capaian kinerja memiliki struktur dan frekuensi pelaporan yang tidak selalu sama. Kondisi ini membuat data yang seharusnya saling terkait justru tersebar di berbagai file tanpa hubungan yang jelas. Akibatnya, tim perencanaan sering menghabiskan banyak waktu hanya untuk menyatukan, membersihkan, dan memeriksa konsistensi data sebelum dapat dianalisis lebih jauh.

Kendala lain muncul pada saat proses evaluasi, baik di tingkat fakultas maupun institut. Perbedaan format pencatatan dan kurangnya integrasi menyebabkan angka pada laporan rencana, realisasi, dan capaian tidak selalu sejalan. Misalnya, suatu unit bisa saja mencatat capaian kegiatan tertentu tanpa kesesuaian dengan anggaran yang tercatat pada dokumen RKAT. Ketidaksinkronan ini sering menunda proses pembahasan anggaran ataupun membuat pimpinan kesulitan melihat gambaran yang utuh terkait efektivitas program yang dijalankan.

Selain masalah integrasi, kebutuhan analisis yang lebih kompleks mulai muncul seiring bertambahnya unit dan peningkatan aktivitas institusi. Biro perencanaan perlu melihat pola serapan anggaran dari waktu ke waktu, memantau kecenderungan under-spending atau overspending, serta menilai sejauh mana penggunaan anggaran berkorelasi dengan capaian indikator kinerja unit. Proses tersebut hampir tidak mungkin dilakukan secara cepat apabila data masih tersimpan dalam banyak file terpisah tanpa struktur yang mendukung analisis.

Dalam konteks itulah pembangunan data mart menjadi kebutuhan yang mendesak. Solusi ini dipilih karena Data mart memiliki tujuan untuk mendukung pengguna dalam memahami informasi dan meningkatkan performa organisasi. Sistem ini menggabungkan berbagai sumber data historis ke dalam satu pusat data terpadu, sehingga informasi dapat diakses, dipahami, dan dianalisis dengan lebih mudah (Priono et al., 2021). Melalui implementasi ini, tersedia sebuah lingkungan terintegrasi yang menyatukan seluruh data rencana anggaran, realisasi belanja, dan capaian kinerja dalam satu skema yang konsisten.

Selain mempermudah proses validasi dan rekonsiliasi, data mart juga mendukung pembuatan dashboard analitik yang dapat diakses kapan saja oleh pimpinan maupun staf perencanaan. Informasi penting seperti persentase serapan anggaran, tren belanja bulanan, status capaian indikator, hingga kontribusi masing-masing unit dapat dipantau secara real-time.

Kecepatan akses dan kemudahan visualisasi ini memberi ruang bagi pengambilan keputusan yang lebih tepat, terutama saat institusi harus melakukan penyesuaian anggaran atau menentukan prioritas program pada tahun berikutnya. Sehingga, data mart bukan hanya alat bantu teknis, tetapi sebuah pondasi untuk meningkatkan kualitas tata kelola anggaran dan kinerja institusi secara keseluruhan. Integrasi data yang lebih baik akan menghasilkan proses kerja yang lebih efisien, laporan yang lebih akurat, serta keputusan yang lebih terinformasi.

Selain itu, pemanfaatan indikator kinerja utama atau *Key Performance Indicators* (KPI) menjadi bagian penting dalam proses monitoring perencanaan. KPI digunakan sebagai ukuran terukur untuk menilai sejauh mana suatu unit mencapai target yang telah ditetapkan. KPI adalah alat pengukuran kinerja yang membantu menerjemahkan visi dan strategi ke dalam tindakan (Wijaya et al., 2023). Dengan adanya KPI, biro dapat menilai efektivitas penggunaan anggaran dan menelusuri hubungan antara kegiatan yang dilaksanakan dengan hasil yang dicapai oleh masing-masing unit.

Di sisi lain, proses integrasi data yang dibutuhkan dalam pembangunan data mart tidak terlepas dari tahapan Extract, Transform, Load (ETL). ETL merupakan sebuah proses penting yang merupakan bagian dari Data Warehouse yang berfungsi untuk mentransfer data yang ada pada basis data transaksi kedalam basis data Data Warehouse yang sudah dimodelkan sedemikian rupa berdasarkan hypercubes yang dibentuk berdasarkan laporan-laporan yang sering dipakai manajemen tingkat atas (Warnars, 2011). Melalui tahapan ETL, data yang sebelumnya tersebar dan tidak seragam dapat dipadukan sehingga menghasilkan informasi yang lebih terpercaya untuk mendukung proses perencanaan.

1.2 Tujuan

Tujuan pembangunan data mart ini adalah:

1. Mempermudah pemantauan indikator kinerja unit (KPI) yang berkaitan dengan perencanaan, anggaran, dan capaian program.
2. Mengintegrasikan data rencana, realisasi, dan kinerja agar tidak lagi tersebar di berbagai file dan dapat dianalisis secara konsisten.
3. Menyediakan ringkasan dan visualisasi data yang membantu pimpinan melihat perkembangan anggaran maupun kinerja setiap unit secara cepat dan akurat.

1.3 Batasan Masalah

Proyek data mart ini dibangun dengan ruang lingkup yang terfokus pada kegiatan perencanaan di lingkungan institut. Batasan yang digunakan dalam pengembangan mencakup:

1. Unit yang menjadi cakupan utama
Seluruh proses diarahkan pada Bagian Perencanaan di bawah Biro Akademik, Perencanaan, dan Umum. Unit inilah yang bertanggung jawab terhadap penyusunan rencana anggaran, pemantauan realisasi, serta evaluasi kinerja program dan kegiatan setiap unit kerja.

2. Periode data

Dataset yang digunakan dibatasi pada tahun 2021 sampai 2024, sesuai ketersediaan data historis yang konsisten serta relevan dalam evaluasi perencanaan jangka menengah.

1.4 Metodologi

Pengembangan data mart ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan Kimball, yaitu metode yang berfokus pada perancangan model dimensional untuk mengakomodasi kebutuhan analisis secara efektif. Proses pengerjaan dimulai dari identifikasi kebutuhan informasi pada Bagian Perencanaan, dilanjutkan dengan penelusuran dan pemetaan sumber data yang tersedia. Setelah itu dilakukan perancangan struktur fakta dan dimensi yang merepresentasikan proses bisnis perencanaan secara sederhana namun tetap informatif.

Tahapan berikutnya adalah pelaksanaan proses ETL untuk mengekstrak data dari sumbernya, membersihkan dan menyesuaikan formatnya, lalu memuatnya ke dalam data mart. Setelah skema data mart terbentuk, hasilnya disajikan melalui dashboard analitik yang memungkinkan pengguna melakukan pemantauan anggaran dan kinerja unit secara lebih mudah dan sistematis.

BAB II

REQUIREMENT ANALYSIS

2.1 Business Requirements

Biro Akademik, Perencanaan, dan Umum (Biro Perencanaan) di ITERA saat ini menghadapi tantangan signifikan dalam pengelolaan data perencanaan dan anggaran yang masih terfragmentasi. Data perencanaan (RKAT/RBA) dan data realisasi keuangan tersimpan dalam format file CSV yang terpisah, sehingga menyulitkan proses rekonsiliasi dan pemantauan kinerja secara holistik. Kebutuhan bisnis utama yang mendasari pengembangan Data Warehouse ini adalah urgensi untuk mengintegrasikan seluruh data tersebut menjadi satu sumber kebenaran tunggal (*Single Source of Truth*). Integrasi ini krusial untuk menghilangkan inkonsistensi data antar unit kerja dan mempercepat proses pelaporan yang selama ini dilakukan secara manual.

Selain integrasi, manajemen membutuhkan alat bantu visual untuk memantau efektivitas penggunaan anggaran secara real-time. Sistem dituntut untuk mampu menyandingkan data rencana anggaran (Pagu) dengan realisasi belanja aktual guna menghitung persentase serapan anggaran. Informasi ini diperlukan untuk mendeteksi dini adanya underspending (penyerapan rendah) atau *over-spending* pada setiap unit kerja sebelum periode tahun anggaran berakhir.

Kebutuhan bisnis selanjutnya berfokus pada evaluasi kinerja operasional. Selain aspek keuangan, Biro Perencanaan perlu mengukur produktivitas unit melalui indikator kinerja (IKU/IK). Sistem harus mampu memetakan capaian volume keluaran (*output*) dari setiap kegiatan unit kerja, sehingga pimpinan dapat menilai apakah anggaran yang diserap sejalan dengan hasil kinerja yang dicapai.

2.2 Functional Requirements

Untuk menjawab kebutuhan bisnis tersebut, sistem Data Warehouse ini dibangun dengan spesifikasi fungsional yang berfokus pada otomatisasi dan validasi data. Pada sisi pengolahan data (*back-end*), sistem memiliki fungsi ETL yang mampu membaca tujuh file sumber berformat CSV dan melakukan pembersihan data secara otomatis. Fungsi ini mencakup validasi format tahun untuk mencegah masuknya data sampah (seperti teks non-numerik pada kolom tahun) serta penanganan data referensi yang tidak lengkap menggunakan mekanisme default value.

Dari sisi penyimpanan, sistem difungsikan untuk mengelola data historis dalam struktur model dimensional (*star schema*) yang optimal untuk analitik. Sistem menerapkan strategi partisi (*partitioning*) pada tabel fakta anggaran berdasarkan tahun, yang memungkinkan akses data historis tetap cepat meskipun volume data transaksi bertambah seiring waktu. Hal ini memastikan performa sistem tetap stabil saat digunakan untuk analisis tren tahunan.

Pada sisi antarmuka pengguna (*front-end*), fungsi pelaporan diwujudkan melalui dashboard interaktif yang terhubung langsung dengan basis data. Sistem menyediakan fitur penyaringan dinamis (*slicer*) yang memungkinkan pengguna membedah data berdasarkan Tahun Anggaran dan Unit Kerja. Selain itu, fungsi *drill-down* disediakan agar pengguna dapat menelusuri data dari level agregat (Fakultas/Biro) hingga ke rincian program atau kegiatan spesifik.

2.3 KPI & Metrics

Keberhasilan implementasi sistem diukur melalui serangkaian KPI yang mencerminkan kesehatan finansial dan operasional institusi. KPI ini diturunkan langsung dari ketersediaan data pada tabel fakta anggaran dan kinerja.

Pada aspek keuangan, indikator utamanya adalah Efektivitas Penyerapan Anggaran. KPI ini dihitung dengan membandingkan total realisasi belanja terhadap total pagu anggaran untuk menghasilkan persentase serapan. Metrik pendukungnya meliputi Sisa Anggaran, yang merupakan selisih nominal antara pagu dan realisasi, memberikan gambaran langsung mengenai dana yang belum terserap. Analisis juga diperdalam dengan melihat tren belanja bulanan yang memetakan pola pengeluaran sepanjang tahun untuk mendeteksi anomali realisasi di bulan-bulan tertentu.

Pada aspek operasional, fokus KPI adalah ketercapaian kinerja unit. Indikator ini diukur melalui total volume capaian (*output*) yang dilaporkan oleh unit kerja. Metrik ini disandingkan dengan target (baik target asli maupun *benchmark* rata-rata) untuk menentukan status kinerja unit, apakah "Tercapai" atau "Belum Tercapai". Selain itu, metrik kontribusi program digunakan untuk melihat proporsi anggaran yang diserap oleh masing-masing program kerja utama, memastikan alokasi sumber daya sejalan dengan prioritas institusi.

Berikut adalah ringkasan dari pertanyaan bisnis, KPI, serta metrik yang dinilai pada proyek ini:

No.	Pertanyaan Bisnis	KPI	Metrik
1.	Bagaimana tingkat efisiensi penggunaan anggaran oleh setiap unit kerja dibandingkan dengan rencana yang telah ditetapkan?	Efektivitas Penyerapan Anggaran (Mengukur seberapa optimal dana terserap)	<ol style="list-style-type: none">1. Persentase Serapan Anggaran (% Realisasi terhadap Pagu).2. Total Sisa Anggaran (Deviasi Rupiah).3. Tren Realisasi Bulanan (Pola belanja).
2.	Sejauh mana target strategis institusi (IKU/IPK) berhasil dicapai oleh unit-unit kerja pada periode berjalan?	Ketercapaian Target Kinerja Unit (Mengukur hasil kerja / output)	<ol style="list-style-type: none">1. Rata-rata Persentase Capaian (IKU/IPK).2. Status Kinerja (Jumlah indikator "Tercapai" vs "Belum"). Detail Capaian per Program.
3.	Bagaimana memastikan seluruh data perencanaan yang terintegrasi	Indeks Kesehatan & Validitas Data (Mengukur	<ol style="list-style-type: none">1. Tingkat Kelengkapan Data (% Unit yang datanya masuk).

	memiliki validitas tinggi, konsisten, dan bebas dari duplikasi?	kebersihan data di warehouse)	2. Validitas Data (Jumlah baris data error, misal: nilai minus atau orphan key). 3. Tingkat Duplikasi (Jumlah data ganda pada master data).
--	---	-------------------------------	--

Tabel 1. Ringkasan pertanyaan bisnis, KPI & metrik

Dalam pengelolaan dan analisis anggaran institusi, terdapat beberapa pihak utama yang terlibat. Pimpinan institusi bertanggung jawab memantau kondisi anggaran secara keseluruhan dan mengambil keputusan strategis. Biro Perencanaan & Keuangan menjadi pengelola utama data RKAT/RBA mulai dari pengumpulan, validasi, hingga penyusunan laporan resmi. Unit Fakultas dan Program Studi berperan sebagai pengirim data anggaran serta pemantau realisasi kegiatan mereka masing-masing. Selain itu, Tim Data/IT memastikan integrasi data berjalan lancar, menjaga kualitas master data, dan menyediakan infrastruktur pelaporan. Terakhir, auditor internal atau eksternal menggunakan data yang disediakan untuk memastikan akuntabilitas dan kepatuhan proses anggaran.

2.4 Data Sources

Infrastruktur data dibangun di atas data sekunder yang merepresentasikan ekosistem operasional Biro Perencanaan. Sumber data terdiri dari enam file utama yang berfungsi sebagai input sistem dan satu file pendukung validasi. Data diklasifikasikan menjadi dua kategori: data master yang bersifat statis dan data transaksi yang dinamis.

Berikut adalah sumber data yang digunakan untuk analisis pada proyek ini:

Data Source	Type	Volume	Update Frequency
anggaran_flat.csv	CSV (Synthetic)	510 rows	One-time (manual generate)
unit.csv	CSV (Synthetic)	7 rows	Static (master data)
programs.csv	CSV (Synthetic)	6 rows	Annual
kegiatan.csv	CSV (Synthetic)	6 rows	Annual
realisasi.csv	CSV (Synthetic)	510 rows	Monthly
anggaran_rkat.csv	CSV (Synthetic)	510 rows	Annual
capaian.csv	CSV (Synthetic)	109 rows	Monthly/Triwulan

Tabel 2. Sumber data

Data master meliputi file `units.csv` yang berisi daftar referensi Biro dan Fakultas, `programs.csv` yang memuat daftar program kerja tahunan, dan `kegiatan.csv` yang mendetailkan aktivitas operasional. Ketiga file ini menjadi basis tabel dimensi dalam Data Warehouse. Sementara itu, data transaksi mencakup `anggaran_rkat.csv` untuk rencana anggaran, `realisasi.csv` untuk transaksi belanja harian, dan `capaian.csv` untuk pelaporan hasil kinerja, serta `anggaran_flat.csv` sebagai data rekapitulasi untuk keperluan validasi silang (cross-check) guna memastikan konsistensi hasil perhitungan ETL.

2.5 Non-Functional Requirements

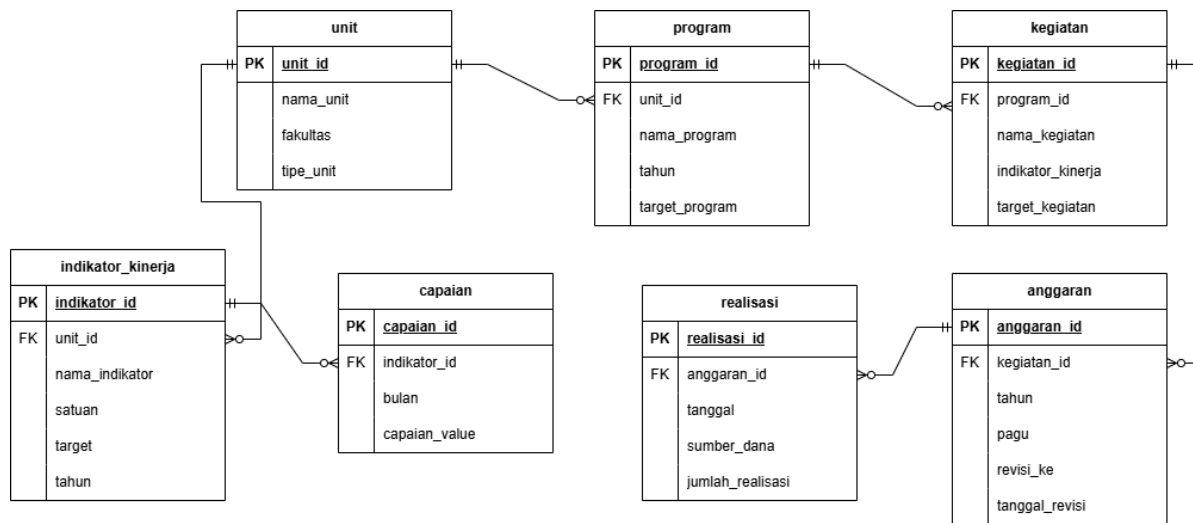
Selain kebutuhan fungsional utama, sistem Data Mart ini dirancang untuk memenuhi spesifikasi non-fungsional guna menjamin kenyamanan dan keamanan operasional. Dari sisi performa, basis data dituntut untuk mampu memproses kueri agregasi pada tabel fakta dalam waktu di bawah satu detik untuk memastikan interaktivitas dashboard yang responsif. Aspek keamanan juga menjadi prioritas, di mana akses terhadap data sensitif harus dibatasi melalui mekanisme *Role-Based Access Control* (RBAC), sehingga pengguna umum tidak memiliki akses langsung ke tabel fisik. Selain itu, sistem harus memiliki ketersediaan data yang tinggi dengan dukungan mekanisme pemulihan (*backup*) yang memungkinkan pengembalian kondisi data sewaktu-waktu jika terjadi kegagalan pada perangkat lokal.

BAB III PERANCANGAN

3.1 Conceptual Model (ERD)

Pemodelan data konseptual diawali dengan mengidentifikasi entitas-entitas utama yang terlibat dalam proses bisnis perencanaan dan penganggaran. Berdasarkan analisis sumber data operasional, entitas dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yaitu entitas master (referensi) dan entitas transaksi. Entitas master meliputi Unit Kerja, Program, Kegiatan, Sumber Dana, dan Indikator Kinerja, yang berfungsi sebagai dimensi atau konteks analisis. Sementara itu, entitas transaksi meliputi Anggaran (Pagu), Realisasi Belanja, dan Capaian Kinerja, yang menyimpan fakta numerik atau metrik bisnis.

Hubungan antar entitas dirancang untuk mencerminkan logika bisnis institusi. Sebagai contoh, satu Unit Kerja dapat memiliki banyak Program, dan satu Program dapat terdiri dari banyak Kegiatan. Transaksi anggaran dan realisasi selalu terkait dengan satu kegiatan spesifik dan satu sumber dana tertentu. Struktur hubungan ini digambarkan dalam Entity Relationship Diagram (ERD) yang memastikan konsistensi dan integritas referensial data sebelum ditransformasikan ke dalam model dimensional.



Gambar 1. Digram Entity Relation

Relationship	Cardinality	Deskripsi
Unit → Program	1 to Many	Satu unit memiliki banyak program kerja.
Program → Kegiatan	1 to Many	Satu program memiliki banyak kegiatan.
Kegiatan → Anggaran	1 to Many	Setiap kegiatan dapat memiliki lebih dari satu anggaran (revisi).

Anggaran → Realisasi	1 to Many	Setiap anggaran direalisasikan melalui banyak transaksi realisasi.
Unit → Indikator	1 to Many	Setiap unit memiliki banyak indikator kinerja (IKU/IPK/IK).
Indikator V Capaian	1 to Many	Setiap indikator memiliki capaian berkala.

Gambar 3. Kardinalitas tiap entitas

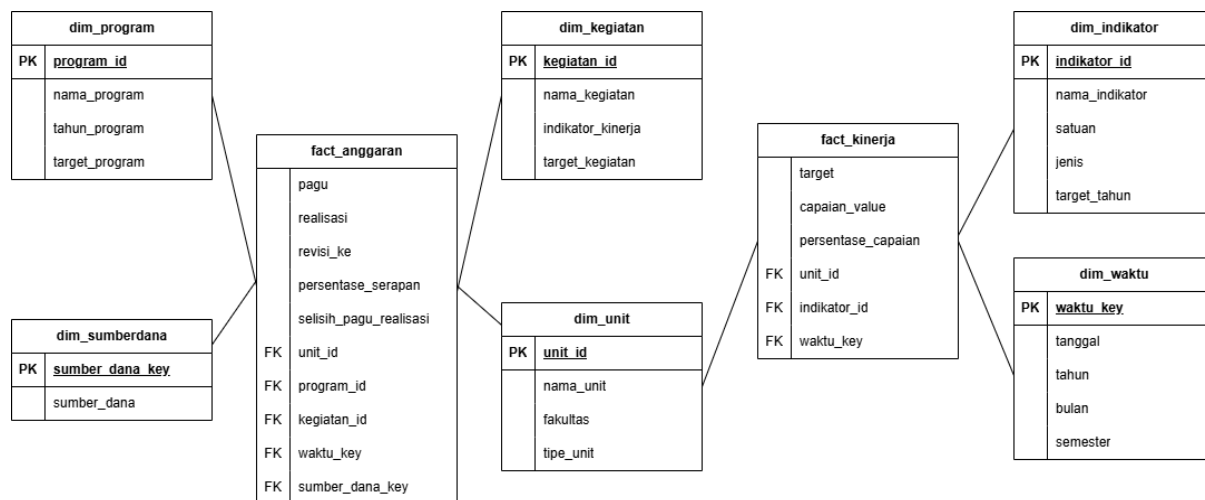
3.2 Dimensional Model

Untuk mendukung kebutuhan analisis *Business Intelligence* (BI) yang cepat dan intuitif, model data konseptual ditransformasikan menjadi model dimensional menggunakan skema Star Schema. Struktur ini dipilih karena kesederhanaannya yang memudahkan pengguna bisnis dalam melakukan query serta efisiensinya dalam proses agregasi data.

Dalam skema ini, tabel fakta ditempatkan sebagai pusat yang menyimpan data kuantitatif, dikelilingi oleh tabel dimensi yang berisi atribut deskriptif. Sistem ini memiliki dua tabel fakta utama:

- **Fact_Anggaran:** Menyimpan data transaksi keuangan, yaitu nilai pagu anggaran dan realisasi belanja. Tabel ini terhubung dengan dimensi Waktu, Unit, Program, Kegiatan, dan Sumber Dana.
- **Fact_Kinerja:** Menyimpan data capaian kinerja operasional unit, yaitu target dan nilai capaian aktual. Tabel ini terhubung dengan dimensi Waktu, Unit, dan Indikator.

Pemisahan kedua tabel fakta ini dilakukan karena perbedaan granularitas dan karakteristik pengukuran antara data keuangan dan data kinerja operasional, namun keduanya tetap terintegrasi melalui dimensi bersama (*conformed dimensions*) seperti Dimensi Waktu dan Dimensi Unit.



Gambar 2. Multidimensional Star Schema

3.3 Physical Design

Perancangan fisik merupakan tahap spesifikasi teknis implementasi tabel pada basis data Microsoft SQL Server. Desain fisik ini mencakup definisi tipe data, *primary key*, *foreign key*, serta strategi penyimpanan data.

Struktur fisik tabel dirancang untuk memaksimalkan efisiensi penyimpanan dan kecepatan akses. Tabel dimensi menggunakan Surrogate Key bertipe INT dengan sifat IDENTITY(1,1) sebagai kunci utama untuk memastikan keunikan baris dan mempercepat proses join antar tabel. Tabel fakta menggunakan tipe data DECIMAL(18,2) untuk kolom metrik keuangan (Pagu, Realisasi) guna menghindari kesalahan pembulatan (*rounding error*) yang krusial dalam pelaporan anggaran. Selain itu, tabel fakta dilengkapi dengan kolom metadata seperti SourceSystem dan LoadDate untuk keperluan audit data (*traceability*).

Berikut adalah Kamus Data (Data Dictionary) yang merincikan spesifikasi kolom pada tabel-tabel utama dalam Data Warehouse:

- Fact_Anggaran
Grain: satu baris = pagu & realisasi untuk sebuah unit + program + kegiatan + akun + periode.

Field	Type	Description
fact_anggaran_id	bigint PK	Surrogate key
waktu_id	bigint FK	Periode (tahun/semester/bulan)
unit_id	bigint FK	Unit kerja pengusul/pengguna anggaran
program_id	bigint FK	Program terkait RKAT/RBA
kegiatan_id	bigint FK	Kegiatan detail
akun_id	bigint FK	Kode akun anggaran (belanja/pendapatan)
pagu	decimal	Pagu anggaran yang disetujui
realisasi	decimal	Nilai realisasi yang terjadi
persentase_serapan	decimal	Persentase serapan anggaran
Selisih pagu realisasi	decimal	Selisih antara pagu dan realisasi
revisi_ke	bigint	Indikasi revisi ke berapa (jika ada)

- Fact_Kinerja

Grain: satu baris = capaian indikator per unit per periode.

Field	Type	Description
fact_kinerja_id	bigint PK	Surrogate key
waktu_key	bigint FK	Periode kinerja
unit_id	bigint FK	Unit kerja pemilik indikator
indikator_id	bigint FK	Indikator (IKU/IPK)
target	decimal	Target indikator periode tersebut
capaian_value	decimal	Capaian aktual
persentase_capaian	decimal	realisasi / target

- Dim_Waktu

Field	Type	Description
waktu_id	bigint PK	Surrogate key
tahun	int	Tahun (misal 2025)
semester	varchar	Semester 1/2
triwulan	varchar	TW I–IV
bulan	varchar	Januari–Desember
bulan_ke	int	1–12
is_tahun_anggaran	boolean	Untuk filter tahun anggaran

- Dim_UnitKerja

Field	Type	Description
unit_id	bigint PK	Surrogate key
kode_unit	varchar	Kode (misal 01.02)

nama_unit	varchar	Nama lengkap unit
jenis_unit	varchar	Fakultas, Jurusan, Biro, Lembaga, dll
parent_unit_id	bigint FK	Hierarki unit
tingkat_unit	int	Level organisasi

- Dim_Program

Field	Type	Description
program_id	bigint PK	Surrogate key
kode_program	varchar	Kode program
nama_program	varchar	Nama program
jenis_program	varchar	Pendidikan/Penelitian/Pengabdian/Umum
renstra_tahun	varchar	Periode Renstra (2020–2024)

- Dim_Kegiatan

Field	Type	Description
kegiatan_id	bigint PK	Surrogate key
kode_kegiatan	varchar	Kode RKA/Kegiatan
nama_kegiatan	varchar	Nama kegiatan
kategori	varchar	Operasional/Investasi/etc
program_id	bigint FK	Relasi ke program

- Dim_SumberDana

Field	Type	Description
sumber_dana_key	bigint PK	Surrogate key
sumber_dana	varchar	Nama sumber dana

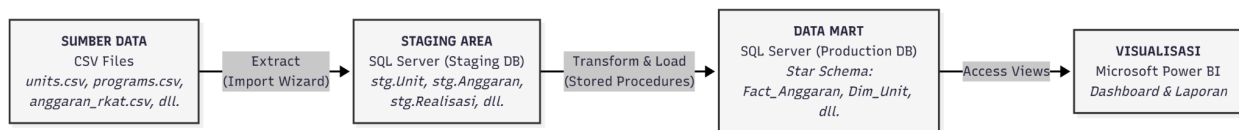
- Dim_Indikator

Field	Type	Description
indikator_id	bigint PK	Surrogate key
kode_indikator	varchar	Kode IKU/IPK
nama_indikator	varchar	Nama indikator
jenis_indikator	varchar	IKU / IPK / Kinerja Unit
satuan	varchar	% / angka / rasio
formula	text	Rumus perhitungan capaian
pemilik_indikator	varchar	Unit pemilik

3.4 Architecture Diagram

Arsitektur sistem Data Warehouse Biro Perencanaan dirancang menggunakan pendekatan ELT (Extract, Load, Transform). Pendekatan ini dipilih untuk memanfaatkan kekuatan pemrosesan mesin basis data SQL Server dalam menangani transformasi data yang kompleks.

Alur data dimulai dari lapisan Data Source, di mana data mentah dalam format CSV (units.csv, anggaran_rkat.csv, dll) diekstraksi. Data tersebut kemudian dimuat secara bulk ke dalam lapisan Staging Area (skema .stg) di SQL Server. Di lapisan ini, data masih dalam format aslinya tanpa perubahan signifikan. Selanjutnya, proses transformasi dijalankan menggunakan Stored Procedure untuk membersihkan, memvalidasi, dan memetakan data sebelum dimuat ke dalam lapisan Data Warehouse (skema .dbo). Lapisan terakhir adalah Presentation Layer, di mana Microsoft Power BI terhubung ke Analytical Views di Data Warehouse untuk menyajikan informasi dalam bentuk visualisasi dashboard kepada pengguna akhir.



Gambar 3. Alur kerja

BAB IV IMPLEMENTASI

Tahap implementasi merupakan realisasi fisik dari rancangan Data Mart ke dalam lingkungan basis data Microsoft SQL Server. Proses ini mencakup pembangunan struktur penyimpanan data yang optimal serta pengembangan mekanisme pemindahan data (ETL) yang otomatis dan handal menggunakan bahasa pemrograman T-SQL.

4.1 Database Implementation

Implementasi basis data dilakukan pada Microsoft SQL Server dengan nama database DM_BiroPerencanaan_DW. Strategi implementasi difokuskan pada optimasi performa penyimpanan dan kecepatan akses data melalui penerapan teknik partitioning dan indexing.

Untuk menangani volume data transaksi anggaran yang memiliki karakteristik akumulatif seiring waktu, diterapkan strategi Horizontal Partitioning pada tabel fakta utama Fact_Anggaran_Partitioned. Fungsi partisi bernama PF_TahunAnggaran dibuat untuk mendistribusikan penyimpanan data secara fisik ke dalam filegroups yang berbeda berdasarkan kolom Tahun Anggaran (2021 hingga 2024). Penerapan ini memberikan manfaat signifikan berupa peningkatan performa kueri melalui mekanisme partition elimination, di mana sistem basis data secara cerdas hanya akan memindai partisi tahun yang relevan saat pengguna melakukan penyaringan data di dashboard, tanpa perlu membaca seluruh riwayat data yang tersimpan.

Selain partisi, strategi pengindeksan juga diterapkan untuk mempercepat proses agregasi dan penyaringan data. Pada tabel fakta, digunakan teknologi Columnstore Index (NCCIX_Fact_Anggaran) yang menyimpan data dalam format kolom terkompresi. Teknologi ini sangat efektif untuk kueri analitik yang melibatkan operasi penjumlahan (SUM) atau rata-rata (AVG) pada jutaan baris data. Sementara itu, indeks tipe Non-Clustered diterapkan pada seluruh kolom kunci asing (Foreign Key), seperti unit_id dan program_id, guna mempercepat proses penggabungan (Join) antara tabel fakta dan tabel dimensi.

4.2 ETL Process

Proses ETL dikembangkan menggunakan pendekatan Extract-Load-Transform (ELT) berbasis Stored Procedures. Pendekatan ini dipilih karena efisiensi pemrosesan yang lebih tinggi dengan memanfaatkan sumber daya komputasi server database lokal tanpa memerlukan perangkat lunak tambahan. Alur data dikendalikan secara terpusat oleh prosedur utama usp_Master_ETL yang mengeksekusi tahapan proses secara berurutan dalam satu blok transaksi untuk menjamin integritas data.

Tahapan proses dimulai dengan ekstraksi data mentah dari file CSV ke dalam tabel-tabel Staging (stg.Anggaran, stg.Realisasi) tanpa mengubah format aslinya. Selanjutnya, proses transformasi data dilakukan menggunakan skrip T-SQL yang mencakup pembersihan data dan pemetaan kunci. Pembersihan data dilakukan dengan memfilter data yang tidak valid, seperti membuang baris data yang memiliki format tahun tidak baku menggunakan fungsi

ISNUMERIC. Selain itu, dilakukan mekanisme Lookup ID untuk mengganti kode unit operasional menjadi Surrogate Key integer. Apabila kode unit dari data sumber tidak ditemukan dalam tabel dimensi, sistem secara otomatis memetakannya ke ID Default untuk mencegah kegagalan batasan kunci asing (Foreign Key constraint).

Data yang telah bersih dan terstruktur kemudian dimuat ke dalam tabel Dimensi dan Fakta pada skema dbo. Khusus untuk tabel fakta, metode pemuatan yang digunakan adalah Truncate & Load, yaitu mengosongkan isi tabel lama dan mengisi ulang dengan data terbaru untuk menjamin konsistensi penuh antara data sumber dan data tujuan.

Berikut adalah potongan skrip transformasi pada prosedur usp_Load_Fact_Anggaran yang menunjukkan logika pemetaan dan validasi data:

```
INSERT INTO dbo.Fact_Anggaran_Partitioned (...)  
SELECT  
    -- Transformasi Waktu: Mengambil 4 digit tahun + '0101'  
    CAST(LEFT(rkat.tahun, 4) + '0101' AS INT),  
  
    -- Lookup Unit ID (Dengan penanganan NULL ke Default ID)  
    ISNULL(du.unit_id, @DefaultUnitId),  
  
    -- Transformasi Nilai Uang  
    TRY_CAST(rkat.pagu AS DECIMAL(18,2)),  
  
    'Sistem RKAT' -- Metadata Sumber  
FROM stg.Anggaran_RKAT rkat  
LEFT JOIN dbo.Dim_Unit du ON UPPER(TRIM(rkat.unit_pk)) = du.nama_unit  
WHERE ISNUMERIC(rkat.tahun) = 1; -- Filter Data Valid
```

Terkait pengelolaan perubahan data pada dimensi, sistem menerapkan strategi Slowly Changing Dimension (SCD) Tipe 1 atau Overwrite. Strategi ini dipilih berdasarkan analisis kebutuhan Biro Perencanaan yang berfokus pada pelaporan kondisi struktur organisasi terkini, bukan riwayat perubahan nama unit di masa lalu. Dalam implementasi teknisnya, prosedur usp_Load_Dimensions menggunakan logika penyisipan bersyarat (INSERT ... WHERE NOT EXISTS). Sistem akan memeriksa keberadaan data unit kerja di database. Jika data belum ada, maka data baru akan ditambahkan, namun jika data sudah ada, sistem tidak akan melakukan perubahan apa pun, sehingga stabilitas referensi data tetap terjaga.

4.3 Dashboard Development

Visualisasi data dikembangkan menggunakan perangkat lunak Microsoft Power BI Desktop yang terhubung langsung ke basis data SQL Server melalui mode penyimpanan Import. Tahap pengembangan dimulai dengan pemodelan data (Data Modeling) untuk memastikan relasi

antara tabel fakta dan dimensi terbentuk dengan kardinalitas yang benar, sehingga filter data dapat berfungsi akurat lintas tabel.

Implementasi antarmuka pengguna dibagi menjadi dua halaman laporan utama. Halaman pertama, Dashboard Keuangan, dirancang untuk memantau serapan anggaran menggunakan kombinasi grafik garis (Line Chart) untuk melihat tren realisasi bulanan dan grafik batang (Clustered Bar Chart) untuk membandingkan pagu anggaran melawan realisasi per unit kerja. Halaman kedua, Dashboard Kinerja, fokus pada evaluasi produktivitas unit untuk menampilkan rata-rata skor kinerja dan tabel matriks untuk merinci indikator-indikator.

4.4 Security Implementation

Keamanan sistem diimplementasikan secara teknis pada lapisan basis data SQL Server untuk melindungi integritas dan kerahasiaan data. Strategi pertama adalah penerapan Database Roles yang membagi pengguna ke dalam tiga tingkatan akses, yaitu eksekutif dengan akses penuh, analis dengan akses data mentah (*staging*), dan viewer yang hanya diizinkan melihat visualisasi akhir. Strategi kedua adalah implementasi mekanisme Audit Trail menggunakan Database Trigger. Skrip pemicu (trg_Audit_Fact_Anggaran) dipasang pada tabel fakta anggaran untuk secara otomatis mencatat setiap aktivitas penyisipan, pembaruan, atau penghapusan data ke dalam tabel log keamanan, sehingga setiap perubahan data sensitif dapat ditelusuri riwayatnya.

BAB V TESTING & VALIDATION

5.1 Data Quality Results

Jaminan kualitas data (*Data Quality Assurance*) dilaksanakan untuk memitigasi risiko kesalahan analisis yang disebabkan oleh data yang tidak akurat atau tidak konsisten. Dalam implementasi ini, mekanisme pengecekan otomatis diterapkan menggunakan skrip validasi yang mengevaluasi lima dimensi kualitas data utama pada tabel dimensi dan fakta, yaitu kelengkapan (*completeness*), konsistensi (*consistency*), akurasi (*accuracy*), keunikan (*uniqueness*), dan rekonsiliasi jumlah data (*reconciliation*).

Berdasarkan hasil eksekusi Audit Log kualitas data, seluruh indikator pengujian menunjukkan hasil yang memuaskan. Tidak ditemukan adanya data yang melanggar aturan bisnis, seperti nilai NULL pada kolom wajib atau integritas referensi yang terputus. Hal ini mengindikasikan efektivitas proses ETL yang telah dirancang dalam membersihkan dan menstandarisasi data mentah dari sumber aslinya.

ID Cek	Dimensi Kualitas	Objek Data	Deskripsi Pengujian	Hasil (Metric Value)	Status
DQ-01	Completeness	Dim_Unit	Memastikan tidak ada kolom wajib (Nama Unit/Fakultas) yang bernilai NULL.	0 (No)	PASS
DQ-02	Consistency	Fact_Anggaran	Memastikan integritas referensi: tidak ada data transaksi dengan ID Unit yang tidak dikenal (-1).	0 (No)	PASS
DQ-03	Accuracy	Fact_Anggaran	Memastikan validitas nilai keuangan (Pagu dan Realisasi) tidak bernilai negatif.	0 (No)	PASS
DQ-04	Uniqueness	Dim_Unit	Memastikan tidak ada duplikasi data master unit kerja.	0 (No)	PASS
DQ-05	Reconciliation	All Tables	Membandingkan jumlah baris data antara sumber (Staging) dan tujuan (Fact) untuk memastikan tidak ada data hilang.	Selisih 0	PASS

5.2 Performance Testing

Pengujian performa sistem difokuskan pada pengukuran latensi atau waktu respon kueri saat memproses data dalam jumlah besar. Aspek ini sangat penting untuk menjamin kenyamanan pengguna (*user experience*) saat berinteraksi dengan dashboard analitik. Pengujian dilakukan dengan membandingkan waktu eksekusi (*Elapsed Time*) aktual terhadap target standar performa sistem pendukung keputusan yang umumnya mengharuskan respon cepat (di bawah 3 detik untuk interaksi standar).

Skenario pengujian melibatkan tiga jenis operasi basis data yang umum digunakan dalam pelaporan: agregasi sederhana, analisis tren waktu (*time-series*), dan analisis drill-down mendetail. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh skenario berhasil dieksekusi dengan waktu respon di bawah 50 milidetik, jauh melampaui target performa yang ditetapkan. Capaian performa tinggi ini merupakan hasil langsung dari penerapan strategi partisi tabel (*partitioning*) dan optimasi indeks (*indexing*) yang tepat pada lapisan basis data

Query Type	Deskripsi Query	Target Waktu	Waktu Aktual (Elapsed Time)	Status
Test 1: Simple Aggregation	Total Pagu & Realisasi per Program	< 1 detik	44 ms (0.044 detik)	PASS
Test 2: Trend Analysis	Tren Realisasi Bulanan (Time Series)	< 2 detik	8 ms (0.008 detik)	PASS
Test 3: Drill-down Analysis	Detail Kegiatan per Unit & Sumber Dana	< 2 detik	9 ms (0.009 detik)	PASS

5.3 User Acceptance Testing (UAT)

Pengujian Penerimaan Pengguna (*User Acceptance Testing*) dilakukan untuk memvalidasi kesesuaian fungsionalitas sistem secara menyeluruh dengan kebutuhan operasional pengguna akhir. Pengujian ini mencakup simulasi proses bisnis dari hulu ke hilir (end-to-end), mulai dari otomatisasi pembaruan data harian, interaktivitas dashboard pelaporan, hingga mekanisme keamanan akses dan prosedur pemulihan bencana.

Berikut log hasil pengujian UAT, di mana seluruh skenario pengujian utama telah berhasil dijalankan dengan status PASS.

ID Test	Skenario Pengujian	Ekspektasi	Hasil Aktual	Status
TC-01	Menjalankan ETL Harian	Data dari CSV masuk ke Database tanpa error	Data masuk sukses (Lihat Log)	PASS

TC-02	Cek Kualitas Data	Tidak ada data Unit yang NULL atau Anggaran Minus	Data Quality Dashboard: All PASS	PASS
TC-03	Akses Dashboard Anggaran	Grafik Pagu vs Realisasi muncul sesuai Tahun	Grafik muncul & interaktif	PASS
TC-04	Akses Dashboard Kinerja	Grafik Capaian vs Target muncul	Grafik muncul & interaktif	PASS
TC-05	Filter Tahun (Slicer)	Data berubah saat tahun diganti	Data terfilter dengan benar	PASS
TC-06	Cek Security (Audit)	Perubahan data tercatat di Log	Insert data tercatat di Security_Audit_Log	PASS
TC-07	Backup Recovery	File .bak terbentuk di folder Backup	File backup ada di C:\Backup	PASS

Hasil ini mengonfirmasi bahwa sistem telah siap untuk diimplementasikan di lingkungan produksi dan mampu mendukung kebutuhan bisnis Biro Perencanaan.

5.4 Bug Fixes

Selama fase pengujian sistem, tim pengembang menemukan dan memperbaiki sejumlah kendala teknis yang sempat menghambat proses integrasi data. Isu pertama yang ditemukan adalah kegagalan proses ETL akibat ketidakkonsistenan format data pada kolom tahun yang tercampur dengan teks non-numerik. Masalah ini diselesaikan dengan memodifikasi Stored Procedure untuk menyertakan fungsi validasi ISNUMERIC, yang secara otomatis menyaring dan mengabaikan data yang tidak valid sebelum diproses lebih lanjut.

Isu kedua berkaitan dengan integritas referensi, di mana ditemukan data transaksi yang memiliki kode unit kerja yang tidak terdaftar pada tabel master, menyebabkan kegagalan batasan kunci asing (Foreign Key constraint). Solusi yang diterapkan adalah penambahan logika penanganan nilai null (Null Handling) pada skrip transformasi. Sistem kini secara otomatis memetakan unit yang tidak dikenal ke ID default (-1), sehingga data transaksi tetap dapat dimuat dan dicatat untuk keperluan audit tanpa menghentikan keseluruhan proses pemindahan data.

BAB VI

DEPLOYMENT & OPERATIONS

6.1 Deployment Strategy

Strategi penerapan (*deployment*) sistem saat ini menggunakan pendekatan *On-Premise Local Deployment*. Seluruh komponen arsitektur Data Mart, mulai dari mesin basis data, proses ETL, hingga lapisan visualisasi, dijalankan secara terpusat pada perangkat kerja (*workstation*) pengembang yang berfungsi sebagai Host Server. Pendekatan ini dipilih untuk memastikan keamanan data internal selama fase pengembangan serta memudahkan proses debugging logika bisnis sebelum sistem dimigrasikan ke infrastruktur server skala besar.

Lingkungan teknis yang digunakan untuk menjalankan sistem ini dibangun di atas infrastruktur Local Workstation berbasis sistem operasi Microsoft Windows 11 (64-bit). Pengelolaan data ditangani oleh Microsoft SQL Server 2022 Developer Edition yang berfungsi sebagai server basis data utama. Pengelolaan skema dan eksekusi kueri dilakukan melalui antarmuka SQL Server Management Studio (SSMS) v19, sementara lapisan visualisasi diakses menggunakan Microsoft Power BI Desktop yang terhubung langsung via mode Import ke Localhost. Dalam skenario ini, deployment dilakukan dengan mengeksekusi skrip DDL (Data Definition Language) secara berurutan pada instance lokal untuk membangun struktur fisik Data Mart.

6.2 Backup Strategy

Untuk menjamin keberlangsungan data (*Business Continuity*) dan memitigasi risiko kehilangan data akibat kegagalan sistem, diterapkan Strategi Pencadangan Bertingkat (Tiered Backup Strategy) menggunakan perintah T-SQL yang dieksekusi ke direktori lokal C:\Backup\. Strategi ini dirancang untuk menyeimbangkan antara kecepatan pemulihan dan efisiensi ruang penyimpanan melalui penggunaan opsi kompresi data.

Mekanisme pencadangan dimulai dengan Full Database Backup sebagai basis pemulihan utama, di mana perintah `BACKUP DATABASE ... WITH INIT` dijalankan untuk menyalin seluruh skema dan data ke dalam file `DM_BiroPerencanaan_DW_Full.bak`. Untuk efisiensi harian, diterapkan Differential Backup yang hanya mencadangkan perubahan data sejak cadangan penuh terakhir, sehingga meminimalkan beban I/O pada server. Sebagai lapisan perlindungan terakhir, Transaction Log Backup dijalankan dengan opsi `NOINIT` (append) untuk merekam jejak transaksi secara detail, memungkinkan pemulihan data ke titik waktu spesifik (Point-in-Time Recovery) apabila terjadi kegagalan sistem mendadak.

6.3 Monitoring

Pemantauan kesehatan sistem dan validitas data dilakukan melalui mekanisme pemantauan langsung (Direct Monitoring) berbasis Audit Trail. Proses ini mengintegrasikan pemantauan teknis eksekusi dan pengawasan kualitas data untuk memastikan sistem berjalan sesuai spesifikasi.

Secara teknis, administrator memantau status keberhasilan proses ETL dengan memeriksa pesan eksekusi (Execution Messages) pada SSMS setiap kali prosedur usp_Master_ETL dijalankan, memastikan munculnya indikator "ETL Completed Successfully". Di sisi kualitas data, pemantauan dilakukan dengan meninjau tabel dbo.DQ_Audit_Log yang mencatat status validasi aturan bisnis; status "PASS" pada log ini menandakan data bersih dan layak analisis. Terakhir, aspek keamanan dipantau melalui tabel dbo.Security_Audit_Log yang merekam jejak aktivitas pengguna, mencakup jenis aksi (Insert/Update/Delete) dan waktu kejadian, guna menjamin transparansi dan akuntabilitas pengelolaan data sensitif.

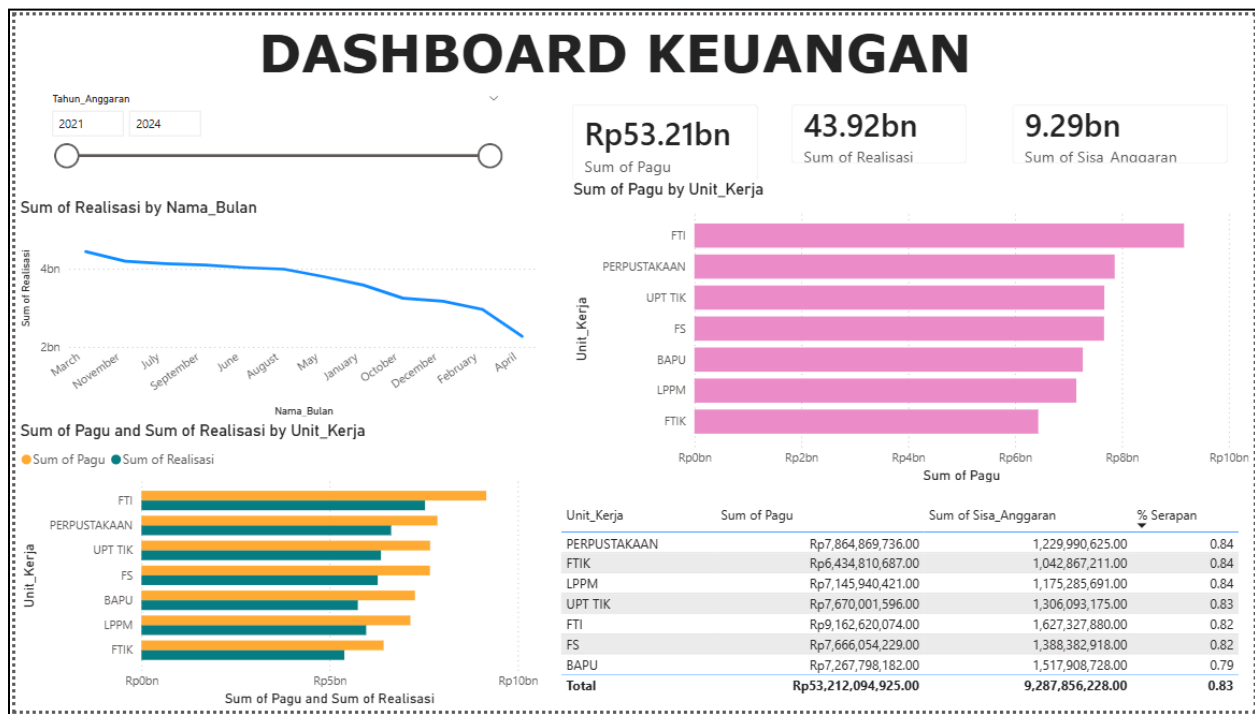
6.4 Maintenance Procedures

Mengingat sistem dijalankan pada lingkungan lokal, prosedur pemeliharaan dilakukan secara berkala untuk menjaga stabilitas performa. Administrator sistem secara rutin melakukan pemeriksaan dan pembersihan (Log Cleanup) pada tabel DQ_Audit_Log untuk mencegah pembengkakan ukuran basis data yang dapat membebani penyimpanan perangkat. Selain itu, karena koneksi Power BI menggunakan mode impor, proses penyegaran data (Data Refresh) dilakukan secara manual setiap kali proses ETL harian selesai dijalankan, guna memastikan visualisasi menampilkan informasi yang mutakhir. Sebagai langkah preventif terakhir, verifikasi terhadap hasil pencadangan otomatis dilakukan setiap minggu dengan memeriksa keberadaan dan integritas file .bak pada direktori penyimpanan cadangan.

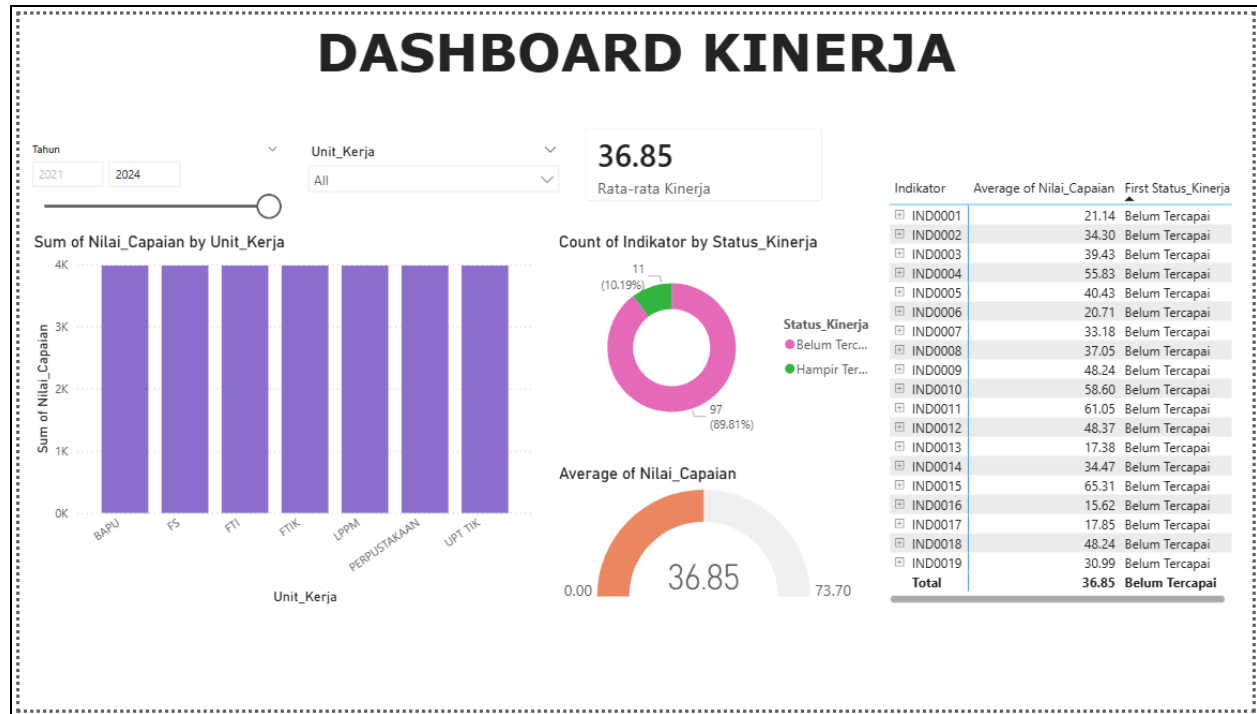
BAB VII HASIL & PEMBAHASAN

7.1 Key Findings

Implementasi Data Mart ini berhasil menyajikan fakta kontras antara kinerja keuangan dan kinerja operasional yang sebelumnya tidak terlihat. Berdasarkan analisis pada Dashboard Keuangan, Biro Perencanaan menunjukkan performa penyerapan anggaran yang sangat sehat, dengan tingkat realisasi mencapai 83% (Total Realisasi Rp43,92 Miliar dari Pagu Rp53,21 Miliar). Unit Fakultas Teknologi Industri (FTI) dan UPT TIK menjadi kontributor utama dengan alokasi dan penyerapan yang signifikan, menandakan bahwa proses administrasi belanja berjalan lancar.



Namun, temuan menarik muncul saat data keuangan disandingkan dengan Dashboard Kinerja. Meskipun dana terserap tinggi (83%), rata-rata skor capaian kinerja unit baru mencapai angka 36.85 poin, dengan mayoritas indikator (97 dari 108) berstatus "Belum Tercapai". Kesenjangan (*gap*) yang lebar antara tingginya belanja dan rendahnya angka capaian kinerja ini menjadi temuan penting bagi manajemen. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun anggaran habis dibelanjakan, pelaporan hasil kerja secara administratif belum dilakukan secara disiplin oleh unit kerja, sehingga data kinerja yang terekam di sistem belum mencerminkan produktivitas lapangan yang sebenarnya.



7.2 Challenges & Solutions

Tantangan utama dalam pengembangan sistem ini adalah memastikan Integritas dan Kualitas Data yang bersumber dari input manual (file CSV). Mengingat data sumber rentan terhadap kesalahan manusia (human error), risiko masuknya data sampah sangat tinggi. Namun, tantangan ini berhasil diatasi sepenuhnya melalui penerapan arsitektur ETL yang ketat (Robust ETL Process).

Sebagai solusinya, tim mengembangkan mekanisme validasi berlapis di dalam Stored Procedure. Sistem secara otomatis melakukan pengecekan format numerik dan validasi referensi kunci asing (Foreign Key) sebelum data diizinkan masuk ke tabel fakta. Keberhasilan solusi ini terbukti dari hasil Audit Kualitas Data yang menunjukkan status Sempurna (Zero Error). Seluruh indikator validasi, mulai dari kelengkapan nama unit (Completeness), konsistensi ID (Consistency), hingga akurasi nilai anggaran (Accuracy), tercatat bersih tanpa satupun data gagal ("PASS"). Hal ini membuktikan bahwa sistem Data Mart yang dibangun memiliki fondasi data yang sangat valid dan terpercaya untuk pengambilan keputusan.

Selain itu, tantangan keterbatasan infrastruktur lokal diatasi melalui strategi Optimasi Database Fisik. Dengan menerapkan partisi tabel berbasis tahun (Yearly Partitioning) dan pengindeksan kolom (Columnstore Index), sistem mampu memproses kueri agregasi kompleks dalam waktu kurang dari 0.05 detik. Hal ini memastikan dashboard tetap responsif dan cepat meskipun dijalankan pada perangkat dengan sumber daya terbatas.

BAB VIII

KESIMPULAN & SARAN

Pembangunan data mart untuk Biro Akademik, Perencanaan, dan Umum ITERA menjadi langkah strategis untuk mengatasi permasalahan data perencanaan dan anggaran yang selama ini tersebar, tidak seragam, serta membutuhkan proses rekonsiliasi manual yang memakan waktu. Fragmentasi data pada dokumen RKAT/RBA, realisasi keuangan, dan capaian kinerja menyebabkan analisis anggaran sulit dilakukan secara cepat dan akurat, serta sering menimbulkan ketidaksinkronan antar laporan.

Dengan pendekatan Kimball dan model dimensional berbasis star schema, data mart mampu mengintegrasikan seluruh data dari berbagai unit kerja ke dalam satu sumber kebenaran tunggal (Single Source of Truth). Proses ETL memastikan data dibersihkan, distandarisasi, dan dimuat ke dalam struktur warehouse yang mendukung analisis keuangan maupun kinerja. Pembangunan Fact_Anggaran dan Fact_Kinerja beserta dimensi waktu, unit kerja, program, kegiatan, sumber dana, dan indikator memungkinkan analisis granular dan lintas-konteks.

Implementasi dashboard analitik memberikan kemampuan monitoring real-time terhadap serapan anggaran, tren realisasi bulanan, capaian kinerja unit, serta kesehatan data. Fitur slicer, drill-down, dan visualisasi ringkas mempermudah pimpinan dalam evaluasi dan pengambilan keputusan. Dengan demikian, data mart tidak hanya menyederhanakan pengelolaan data operasional, tetapi juga meningkatkan akurasi pelaporan, konsistensi informasi, dan efektivitas tata kelola perencanaan di tingkat institusi.

Berikut adalah beberapa saran yang bisa diterapkan:

1. Menetapkan Standarisasi Pengiriman Data Unit Kerja
Untuk memaksimalkan manfaat data mart, setiap unit perlu mengikuti format data baku yang konsisten untuk RKAT, realisasi, dan capaian kinerja. Standardisasi ini penting untuk mengurangi beban pembersihan data pada proses ETL.
2. Membangun Mekanisme Quality Control Berkala
Audit data rutin diperlukan untuk memeriksa nilai anomali, orphan key, duplikasi, atau data yang terlambat dikirim. Indeks kesehatan data harus dipantau secara sistematis untuk menjaga reliabilitas warehouse.
3. Mengembangkan Fitur Analitik Lanjutan
Setelah data mart stabil, sistem dapat dikembangkan dengan fitur prediksi serapan anggaran, forecasting tren belanja, atau deteksi outlier berbasis analitik lanjutan untuk membantu perencanaan jangka menengah.
4. Meningkatkan Literasi Dashboard bagi Pengguna
Pelatihan singkat untuk staf perencanaan dan pimpinan akan memastikan dashboard digunakan secara maksimal, termasuk pemahaman metrik, fungsi drill-down, dan interpretasi indikator.
5. Integrasi Sistem Menuju Data Warehouse Institusi
Dalam jangka panjang, data mart ini dapat menjadi pondasi untuk pengembangan

Data Warehouse skala institut yang mengintegrasikan data akademik, SDM, penelitian, hingga pengabdian masyarakat agar pengambilan keputusan menjadi lebih holistik.

DAFTAR PUSTAKA

- Priono, T. R., Purnomo, W., & Setiawan, N. Y. (2021). Pengembangan Data Warehouse menggunakan Metode Kimball (Studi Kasus : Ekspor & Impor Fauna dan Flora Hias Air Laut). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(8), 3383–3392. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/9568/4318>
- Warnars, S. (2011). Desain Etl Dengan Contoh Kasus Perguruan Tinggi. *Jurnal Informatika*, 10(2), 86–93. <https://doi.org/10.9744/informatika.10.2.86-93>
- Wijaya, C. A., Fathorrahman, & Pradiani, T. (2023). Konsep Key Performance Indicator, Kompensasi Financial, dan Penghargaan: Mendongkrak Kinerja Karyawan. *Journal of Trends Economics and Accounting Research*, 4(1), 36–45. <https://doi.org/10.47065/jtear.v4i1.850>

LAMPIRAN

- Link dokumentasi github: [Kelompok 17 Data Warehouse](#)
- Publik link dashboard Power BI: [Dashboard_kel7](#)
- User Manual (Panduan Pengguna):

Panduan bagi pengguna akhir (End-User) khususnya pimpinan dan staf Biro Perencanaan dalam mengoperasikan Dashboard Analitik.

1. Akses Sistem

Prasyarat: Pastikan aplikasi Microsoft Power BI Desktop telah terinstal pada perangkat komputer.

Membuka Dashboard: Klik ganda pada file Dashboard_BiroPerencanaan.pbix. Tunggu hingga seluruh visualisasi termuat sempurna.

2. Navigasi Halaman

Dashboard terdiri dari dua halaman utama yang dapat dipilih melalui tab di bagian bawah layar:

- Dashboard Keuangan: Menampilkan informasi terkait:

- Total pagu anggaran, total realisasi, dan sisa anggaran.
- Tren realisasi bulanan dalam bentuk line chart.
- Perbandingan pagu vs realisasi per unit kerja (bar chart).
- Tabel rekap detail pagu, sisa anggaran, dan persentase serapan.

Dashboard ini digunakan untuk memantau kondisi serapan anggaran di seluruh unit kerja.

- Dashboard Kinerja: Menampilkan informasi terkait:

- Rata-rata nilai kinerja seluruh indikator.
- Distribusi kinerja per status (Belum Tercapai, Hampir Tercapai).
- Nilai capaian per unit kerja dalam bentuk grafik batang.
- Rata-rata nilai capaian indikator dalam bentuk gauge chart.
- Daftar indikator lengkap dengan nilai capaian rata-rata dan status kinerjanya.

Dashboard ini digunakan untuk melihat performa unit kerja berdasarkan indikator kinerja.

3. Menggunakan Fitur Filter (Slicer)

- Tersedia dalam bentuk slider rentang tahun (2021–2024).

-Geser ujung slider untuk memilih tahun tertentu atau rentang waktu tertentu.

-Semua grafik akan otomatis menyesuaikan dengan tahun yang dipilih.

4. Filter Unit Kerja

-Tersedia dalam bentuk dropdown “Unit_Kerja”.

-Pilih salah satu unit (misal: BAPU, FS, FTIK, UPT TIK, PERPUSTAKAAN, dll).

-Dashboard akan memperlihatkan visual khusus unit tersebut.

-Filter ini sangat berguna untuk pimpinan yang ingin fokus pada satu unit kerja saja.

5. Fitur Interaktif pada Dashboard

a. Hover-Over (Melihat Detail Cepat)

Arahkan kursor ke elemen grafik (bar, titik, pie slice) untuk melihat nilai detail seperti:

-Nilai capaian indikator

-Jumlah indikator

-Pagu dan realisasi

-Persentase serapan

b. Highlighting

-Klik salah satu bagian grafik untuk menyorot data yang relevan pada visual lain di halaman yang sama.

-Misal, klik bar “UPT TIK” → tabel indikator/anggaran akan menampilkan bagian terkait unit tersebut.

6. Membaca Visualisasi dengan Benar

-Dashboard Kinerja

- Bar Chart Nilai Capaian per Unit: semakin tinggi bar → semakin banyak capaian indikator.
- Donut Chart Status Kinerja: menunjukkan proporsi indikator yang belum/hampir tercapai.
- Gauge Chart: menunjukkan rata-rata capaian semua indikator dibanding nilai ideal.

-Dashboard Keuangan

- Line Chart Realisasi Bulanan: menunjukkan tren penurunan/kenaikan belanja tiap bulan.
- Bar Chart Pagu vs Realisasi: memudahkan melihat kesenjangan antara rencana dan pelaksanaan.
- Tabel Pagu & Serapan:
 - “Sum of Pagu” → total anggaran unit
 - “Sum of Sisa Anggaran” → anggaran yang belum digunakan
 - “% Serapan” → tingkat optimalisasi anggaran

7. Tips Penggunaan untuk Pimpinan dan Staf

- Gunakan filter tahun untuk mengetahui perubahan kinerja atau anggaran dari 2021–2024.
- Gunakan filter unit kerja saat rapat evaluasi untuk fokus pada satu unit tertentu.
- Periksa indikator “Belum Tercapai” pada Dashboard Kinerja sebagai dasar penyusunan rekomendasi.

- Periksa unit dengan serapan rendah pada Dashboard Keuangan untuk tindakan korektif.

- Operations Manual (Panduan Operasional)

Dokumen ini ditujukan bagi Administrator Sistem atau Tim IT untuk melakukan pemeliharaan rutin, pembaruan data, dan pencadangan sistem.

1. Spesifikasi Lingkungan Sistem (Environment)

Sistem berjalan pada infrastruktur lokal dengan spesifikasi berikut:

- Sistem Operasi: Microsoft Windows 11 (64-bit).
- Database Server: Microsoft SQL Server 2022 Developer Edition.
- Manajemen Database: SQL Server Management Studio (SSMS) v19.
- Nama Database: DM_BiroPerencanaan_DW.

2. Prosedur Pembaruan Data Harian (ETL)

Proses ETL (Extract, Transform, Load) dijalankan untuk memindahkan data terbaru dari file CSV ke dalam Data Warehouse. Langkah-langkah:

- Pastikan file sumber CSV terbaru sudah ditempatkan pada folder sumber.
- Buka aplikasi SSMS dan hubungkan ke Localhost.
- Buka jendela New Query, lalu jalankan skrip berikut:

```
USE DM_BiroPerencanaan_DW;  
EXEC dbo.usp_Master_ETL;
```

- Tunggu hingga proses selesai. Indikator keberhasilan ditandai dengan munculnya pesan: "ETL Completed Successfully" pada tab Messages.
- Periksa tabel log untuk memastikan tidak ada error: `SELECT * FROM dbo.DQ_Audit_Log`.

3. Prosedur Pencadangan & Pemulihan (Backup & Restore)

Strategi backup dilakukan menggunakan T-SQL ke direktori lokal C:\Backup.

- Melakukan Full Backup (Mingguan) Jalankan perintah berikut di SSMS:

```
BACKUP DATABASE DM_BiroPerencanaan_DW  
TO DISK = 'C:\Backup\DM_BiroPerencanaan_DW_Full.bak'  
WITH INIT, COMPRESSION, STATS = 10;
```

- Melakukan Restore (Pemulihan Bencana) Jika database mengalami kerusakan, lakukan Restore menggunakan file .bak terakhir:

- Klik kanan pada folder Databases di SSMS > pilih Restore Database.
- Pilih Device > arahkan ke file
C:\Backup\DM_BiroPerencanaan_DW_Full.bak.
- Klik OK untuk memulihkan database.