

Optimasi Model Data Warehouse Menggunakan Skema Bintang untuk Mendukung Analisis Multidimensi Kredit Usaha Rakyat Syariah

Indra¹, Hanafi Firdaus², Eko Firmansyah^{*3}, Vania Desianti⁴

^{1,2,3}Magister Ilmu Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Indonesia

⁴MPA in Development Practice Program, School of International and Public Affairs, Columbia University, New York, NY, USA

Email: ¹indra@budiluhur.ac.id, ²2311601583@student.budiluhur.ac.id,

³2311601609@student.budiluhur.ac.id, ⁴vd2484@columbia.edu

Abstrak

Sistem Informasi Kredit Program (SIKP) pada akhir 2024 menanggung beban 592.294 data debitur dan 1.220.833 data akad Kredit Usaha Rakyat (KUR) Syariah. Beban ini menurunkan performa *query* (kueri), menghambat kebutuhan rekapitulasi mendesak, dan menimbulkan inkonsistensi karena ekstraksi manual tanpa *timestamp* (penanda waktu). Penelitian ini bertujuan mengoptimasi model *data warehouse* berbasis *star schema* (skema bintang) agar kinerja kueri meningkat, kualitas data terjaga, dan tersedianya analisis multidimensi untuk pemantauan kinerja pembiayaan serta penilaian risiko. Perancangan dilakukan dengan satu tabel fakta utama beserta dimensi waktu, wilayah, jenis pembiayaan, dan kategori debitur. Data historis diproses melalui ETL (*Extract, Transform, Load*) sebelum dianalisis dengan OLAP (Pemrosesan Analitik Daring) guna mendukung agregasi lintas hierarki. Ruang lingkup pengujian mencakup kueri rekapitulasi agregat menurut waktu, wilayah, jenis pembiayaan, dan kategori debitur dengan menggunakan data historis SIKP tahun 2023 dan 2024. Pengujian menunjukkan percepatan eksekusi kueri hingga 85% dibandingkan skema operasional awal, disertai peningkatan konsistensi pelaporan dan sifat yang fleksibel untuk pemutaran perspektif analitis. Secara praktis, rancangan ini menyediakan pelaporan strategis yang cepat tanpa mengorbankan kestabilan operasional penerimaan transaksi SIKP. Secara teoretis, hasilnya menguatkan posisi *star schema* sebagai arsitektur yang relevan untuk *big data* dan analitik keuangan syariah.

Kata kunci: Analisis Multidimensi, Big Data, Data Warehouse, ETL, Kredit Usaha Rakyat (KUR) Syariah, Star Schema

Optimizing a Data Warehouse Model Using a Star Schema to Support Multidimensional Analysis of Kredit Usaha Rakyat (KUR) Syariah

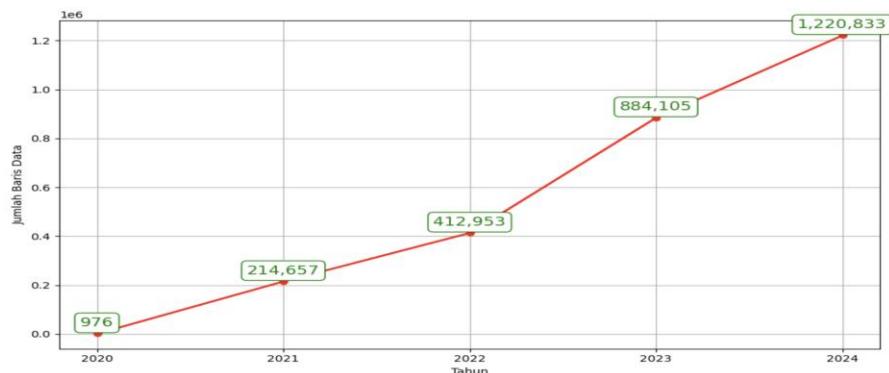
Abstract

The Sistem Informasi Kredit Program (SIKP, Indonesia's program credit information system) at the end of 2024 handled 592,294 borrower records and 1,220,833 Kredit Usaha Rakyat (KUR, Indonesia's people's business credit) loan contracts. This workload degraded query performance, hindered urgent recapitulation needs, and introduced inconsistencies due to manual extraction without timestamps. This study aims to optimize a star-schema-based data warehouse model so that query performance improves, data quality is preserved, and multidimensional analysis is available for monitoring financing performance and risk assessment. The design employs a single main fact table accompanied by time, region, financing type, and borrower category dimensions. Historical data are processed via ETL (Extract, Transform, Load) before being analyzed with OLAP (Online Analytical Processing) to support cross-hierarchy aggregation. The scope of testing covers aggregate summary queries by time, region, financing type, and borrower category using SIKP historical data for 2023 and 2024. The tests show up to an 85% reduction in query execution time compared with the original operational schema, along with increased reporting consistency and flexible rotation of analytical perspectives. Practically, the design enables responsive strategic reporting without compromising the operational stability of SIKP's transaction intake. Theoretically, the results reinforce the star schema's relevance as an effective architecture for big data and Islamic finance analytics.

Keywords: Big Data, Data Warehouse, ETL, Kredit Usaha Rakyat (KUR) Syariah, Multidimensional Analysis, Star Schema

1. PENDAHULUAN

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, volume data akad Kredit Usaha Rakyat (KUR) Syariah di Sistem Informasi Kredit Program (SIKP) meningkat tajam sepanjang 2020-2024 dan pada akhir 2024 mencapai 1.220.833 data akad pinjaman dan 592.294 data debitur. Skala ini menurunkan kinerja kueri pada jam operasional puncak, sehingga permintaan rekapitulasi mendadak dari pimpinan sering terlambat. Proses ekstraksi yang masih manual tanpa *timestamp* menimbulkan inkonsistensi antar-laporan dan menurunkan keandalan informasi. Di sisi lain, ketiadaan analisis multidimensi membatasi identifikasi tren pembiayaan dan penilaian risiko lintas hierarki. Kondisi ini menegaskan perlunya optimasi model data yang efisien dan konsisten secara historis untuk pola kueri operasional SIKP.



Gambar 1. Grafik Peningkatan Data Akad Pinjaman KUR Syariah

Penelitian pada PT Wijaya Karya Realty dalam domain industri properti menggunakan metode implementasi *data warehouse* berbasis Star Schema, *ETL* dengan Pentaho Data Integration, serta analisis multidimensi menggunakan Mondrian, dan hasilnya menunjukkan peningkatan efektivitas pengambilan keputusan dan perencanaan strategi bisnis berbasis data [1]. Dalam industri manufaktur garmen, penerapan *data warehouse* berbasis star schema serta proses ETL menggunakan alat Pentaho dan Mondrian mampu meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan melalui visualisasi pola penjualan dan identifikasi produk unggulan di setiap cabang perusahaan [2]. Penggunaan star schema dalam sistem informasi perpustakaan dengan teknologi OLAP terbukti mampu menyederhanakan proses pemodelan data multidimensi, dengan hasil pengujian menunjukkan bahwa performanya dipengaruhi oleh volume data, proses pembersihan data, serta jumlah *join* yang dilakukan [3]. Penelitian yang membandingkan performa star schema, snowflake schema, dan data mart dalam arsitektur *data warehouse* menunjukkan bahwa masing-masing model memiliki pengaruh berbeda terhadap efisiensi pengambilan keputusan bisnis, dengan pengujian dilakukan menggunakan metrik *query performance*, *query complexity*, dan *business intelligence performance*, serta menyimpulkan bahwa pemilihan model data mart yang tepat dapat mengoptimalkan kinerja *data warehouse* secara keseluruhan [4]. Penelitian berikutnya mengusulkan pedoman desain logis untuk *data warehouse* multi-model, dengan memilih model optimal (relasional, berbasis dokumen, atau berbasis graf untuk berbagai elemen multidimensional. Hasil perbandingan intra-model dan antar-model menunjukkan manfaat pedoman ini dalam menyeimbangkan kinerja *query*, penyimpanan, dan ETL, yang diuji melalui studi kasus [5].

Penelitian selanjutnya mengkaji implementasi proyek *Big Data Analytics* (BDA) di industri telekomunikasi, menggunakan pendekatan tata kelola proyek, arsitektur, dan tata kelola data, serta menyajikan kasus penggunaan BDA untuk menciptakan pendapatan baru dan mengoptimalkan biaya, yang diharapkan mempermudah implementasi proyek BDA di sektor ini [6]. Penelitian terkait integrasi *big data* geospasial dalam domain GIS untuk mendukung analisis dan visualisasi data, dengan mengklasifikasikan proses integrasi ke dalam tiga metode *data warehouse*, menghasilkan kerangka konseptual dan arah penelitian masa depan [7]. Teknik seperti normalisasi, denormalisasi, dan desain skema, serta menghasilkan identifikasi tantangan dan kebutuhan akan solusi inovatif untuk mengoptimalkan skalabilitas dan kinerja dalam menghadapi karakteristik big data [8]. Eksplorasi pengelolaan dan penyetelan kinerja *data cube* pada *data warehouse* multidimensional berbasis *Essbase*, dengan menerapkan teknik seperti optimasi dimensi, manajemen agregat, caching, dan paralelisme, menghasilkan peningkatan respons kueri dan efisiensi pemrosesan [9]. Pengembangan *data warehouse* multi-versi menggunakan pendekatan graf temporal menghasilkan model yang fleksibel dalam mendukung kueri temporal dan analisis keputusan [10]. Pembangunan *data warehouse* berbasis metodologi *bottom-up* dengan model skema konstelasi fakta untuk manajemen data pandemi COVID-19, menghasilkan sistem yang mampu mengeksekusi kueri dengan respons cepat serta mendukung pengelolaan krisis kesehatan secara luas dan efisien [11].

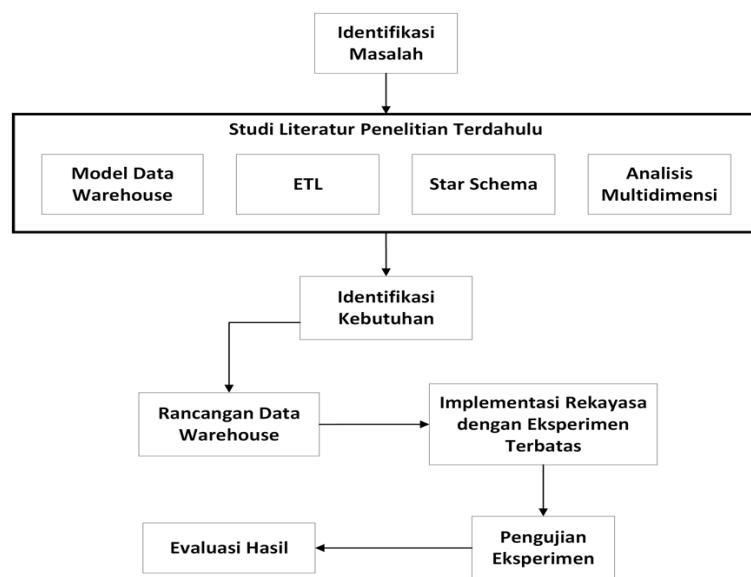
Penelitian sebelumnya membuktikan efektivitas kombinasi *star schema*, ETL, dan OLAP di berbagai sektor (properti, manufaktur, layanan publik), tetapi belum ada kajian yang menerapkan dan mengevaluasi OLAP berbasis *star schema* khusus pada KUR syariah di lingkungan pemerintah. Kekosongan ini menyasar tiga kebutuhan operasional: rekapitulasi cepat bagi pengambil keputusan, analisis multidimensi lintas hierarki (waktu, wilayah, jenis pembiayaan, kategori debitur) pada portofolio berskala besar, serta fleksibilitas pelaporan yang dampaknya terhadap proses analitik belum terukur. Akibatnya, belum tersedia bukti empiris bahwa rancangan *star schema* mampu menjawab pola kueri dan siklus keputusan yang khas di SIKP-KUR syariah.

Penelitian ini menawarkan: (1) penerapan terdokumentasi pertama OLAP berbasis *star schema* untuk KUR syariah pada konteks SIKP, (2) perumusan serta pengujian skenario analisis multidimensi yang langsung relevan (waktu, wilayah, jenis pembiayaan, kategori debitur), dan (3) pembuktian fleksibilitas pelaporan *pivot*, *drill-down*, rekap ad hoc yang meningkatkan daya guna laporan manajerial tanpa mengganggu operasi harian. Tiga kontribusi ini menutup celah di literatur dan menegaskan kelayakan *star schema* bagi analitik keuangan syariah di sistem pemerintah.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengoptimasi model *data warehouse* berbasis skema bintang untuk konteks KUR syariah pada SIKP, serta menguji secara eksperimental berbasis *workload* nyata: (i) peningkatan kinerja kueri dibanding skema operasional awal, (ii) dukungan analisis multidimensi guna membaca sebaran penyaluran, (iii) fleksibilitas pelaporan yang tidak mengganggu operasional, dan (iv) konsistensi hasil antarkala pelaporan. Secara praktis, hasil penelitian ini diarahkan untuk meningkatkan daya guna laporan manajerial dan respons pengambilan keputusan. Secara teoritis, hasil penelitian ini memberikan bukti empiris kelayakan OLAP skema bintang pada domain KUR syariah, khususnya terkait analisis multidimensi dan fleksibilitas pelaporan.

2. METODE PENELITIAN

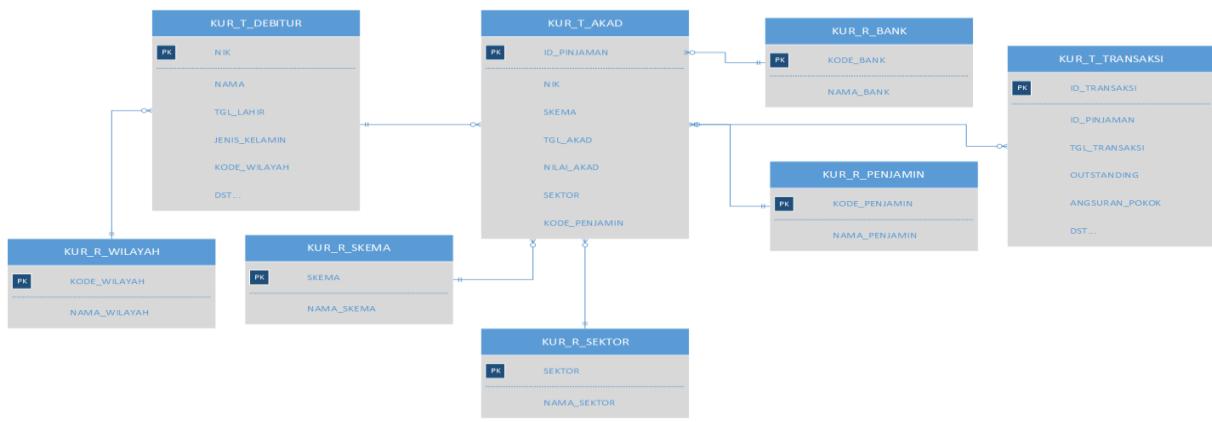
Peneliti menggunakan penelitian rekayasa dengan pendekatan kuantitatif dan eksperimen terbatas. Langkah-langkahnya adalah identifikasi masalah, studi literatur penelitian sebelumnya, perancangan desain, implementasi, eksperimen, diakhiri dengan pengujian dan evaluasi. Berikut adalah desain penelitian yang telah dirancang menggunakan metode rekayasa dengan eksperimen terbatas yang dijabarkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Desain Penelitian

2.1. Identifikasi Masalah

Salah satu fungsi SIKP adalah menghasilkan informasi penyaluran KUR untuk menunjang kebijakan pemerintah terkait pemberian subsidi pinjaman berbasis syariah kepada Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM). Karena belum memiliki *data warehouse* secara terpisah dari sistem utama, informasi tersebut didapatkan dengan cara mengolah data debitur, data akad pinjaman, dan data transaksi pada database *Online Transaction Processing* (OLTP). Hubungan antara data tersebut dijelaskan melalui *Entity Relationship Diagram* (ERD) pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. ERD SIKP

Berdasarkan Gambar 2 tersebut, proses penarikan data penyaluran berdasarkan agregasi atribut tertentu dilakukan melalui metode *Join* antara tabel transaksi, akad, dan debitur dengan tabel referensinya. Proses ini memberikan dampak secara langsung terhadap operasional SIKP dalam melayani penyalur KUR mengirimkan data. Hal ini diperkuat lagi dengan variasi permintaan pimpinan khususnya pemangku kebijakan yang sangat fleksibel dan bergantung pada kebutuhan yang bersifat multi dimensional. Kompleksitas *query* yang dibutuhkan menjadi semakin tinggi dan mempengaruhi performa sistem secara keseluruhan. Berikut adalah salah satu contoh *query* pembentukan laporan dengan agregasi atribut tertentu.

```
from kur_t_akad a
left join kur_t_debitur b on(a.nik=b.nik)
left join kur_r_bank c on(a.kode_bank=c.kode_bank)
left join kur_r_skema d on(a.skema=d.skema)
left join kur_r_skema_parent e on(d.kdskema=e.kdskema)
left join kur_r_sektor f on(a.sektor=f.sektor)
left join kur_r_sektor_group g on(f.sektor2=g.sektor2)
left join kur_r_penjamin h on(a.kode_penjamin=h.kode_penjamin)
left join kur_r_wilayah i on(substr(b.kode_kabkota,1,2)||'00'=i.kode_wilayah)
left join kur_r_wilayah j on(b.kode_kabkota=j.kode_wilayah)
left join kur_r_jenis_kelamin k on(b.jns_kelamin=k.kode)
left join kur_r_periode l on(to_char(a.tgl_akad,'mm')=l.periode)
```

Berdasarkan contoh *query* tersebut, untuk memperoleh agregat seperti jumlah (COUNT) atau total (SUM) dengan atribut tertentu dalam data SIKP, dibutuhkan *query* SQL kompleks yang menggabungkan banyak tabel referensi. Misalnya, pengambilan data dari tabel kur_t_akad perlu di-*join* dengan sejumlah tabel master seperti kur_t_debitur, kur_r_bank, kur_r_skema, hingga kur_r_wilayah. Proses ini mencakup penggabungan lebih dari sepuluh tabel untuk satu kebutuhan analitik sederhana seperti agregasi per skema, wilayah, atau sektor usaha. Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan data agregasi dari *query* tersebut berkisar 1 hingga 2 menit belum termasuk proses pengolahan menjadi grafik yang informatif secara manual menggunakan Microsoft Excel.

2.2. Studi Literatur

Dalam pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis data, model *data warehouse* berperan krusial sebagai landasan arsitektur integrasi data historis dari berbagai sumber transaksional. Salah satu pendekatan desain yang umum digunakan adalah star schema, yang menyederhanakan struktur data melalui pemisahan antara tabel fakta dan dimensi guna memfasilitasi analisis multidimensi secara efisien. Analisis ini memungkinkan eksplorasi data dari berbagai perspektif, seperti waktu, lokasi, dan kategori entitas. Namun, tantangan utama dalam implementasinya adalah memastikan model yang dibangun optimal dari sisi performa dan relevansi informasi. Oleh karena itu, studi literatur ini akan meninjau teori, metodologi, dan pendekatan terbaru dalam optimasi model data warehouse, khususnya dengan penerapan skema bintang dan teknik analitik multidimensi sebagai dasar peningkatan efisiensi *query* dan ketepatan hasil analisis.

2.2.1. Model Data Warehouse

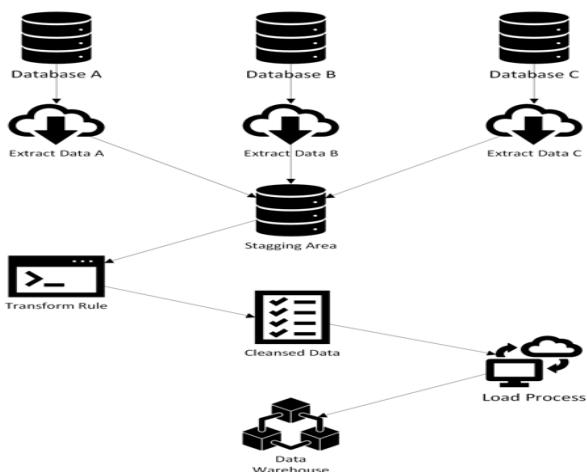
Model *data warehouse* berfungsi sebagai kerangka sistematis untuk mengintegrasikan data dari berbagai sumber ke dalam satu repositori yang mendukung proses analisis dan pengambilan keputusan strategis. Secara umum, terdapat dua pendekatan utama dalam perancangannya: pendekatan *top-down* sebagaimana dikemukakan

oleh Bill Inmon, dan pendekatan *bottom-up* oleh Ralph Kimball. Pendekatan Inmon memulai dari pemodelan data secara *enterprise-wide* yang kemudian diturunkan secara bertahap ke level operasional. Sebaliknya, pendekatan Kimball memfokuskan pada pembangunan *data mart* individu secara modular, yang kemudian diintegrasikan ke dalam satu sistem *data warehouse* yang komprehensif [12].

Dalam konteks implementasi institusional, metodologi terstruktur seperti *Nine-Step Methodology* sering digunakan. Langkah-langkahnya meliputi identifikasi kebutuhan informasi pengguna, perancangan skema bintang (*star schema*), hingga pengujian prototipe. *Star schema* sendiri ditandai dengan adanya satu *fact table* yang terhubung langsung ke beberapa *dimension table*, sehingga memungkinkan proses analisis multidimensi berjalan lebih efisien dan terstruktur [13].

2.2.2. Extract, Transform, Load (ETL)

Proses ETL merupakan komponen krusial dalam arsitektur *data warehouse* yang berfungsi untuk mengekstraksi data dari berbagai sumber, mentransformasikannya sesuai kebutuhan analisis, dan memuatnya ke dalam sistem penyimpanan terpusat. Seiring dengan meningkatnya volume dan kompleksitas data, efisiensi proses ETL menjadi perhatian utama. Penggunaan alat bantu visual seperti Pentaho Data Integration telah dimanfaatkan untuk membangun model *data warehouse* yang lebih efisien melalui proses ETL yang terstruktur. Transformasi data, integrasi antar sumber, dan pemuatan ke dalam *star schema* atau *snowflake* dilakukan secara modular, sehingga memungkinkan reusabilitas dan kemudahan pemeliharaan sistem [14]. Di sisi lain, optimasi performa alur ETL telah difokuskan pada perancangan konseptual hingga tahap implementasi fisik dengan mempertimbangkan efisiensi waktu eksekusi. Strategi seperti pemrosesan paralel dan pengelolaan alur data secara adaptif diusulkan untuk meningkatkan *throughput* dan mengurangi latensi dalam proses ekstraksi dan transformasi [15].



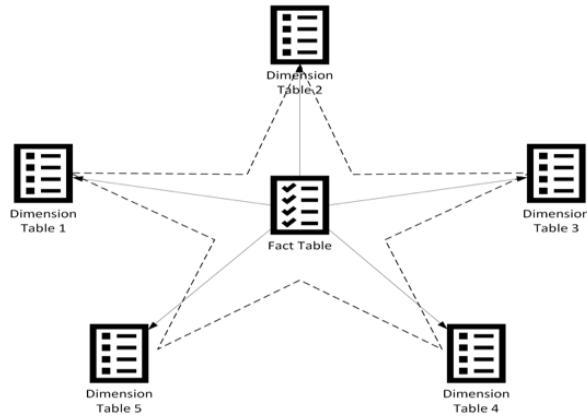
Gambar 3. Alur Proses ETL

Berdasarkan Gambar 3, proses alur ETL diawali dengan ekstraksi data dari berbagai macam sumber. Hasil ekstrak tersebut ditampung ke dalam sebuah *staging area* untuk dilakukan proses transformasi menggunakan aturan atau *rule transform*. Setelah data dibersihkan menggunakan aturan tersebut, data diproses kedalam sebuah *data warehouse*. Berdasarkan studi penelitian sebelumnya, penelitian ini menggunakan metode *visual-based* atau *workflow-oriented* dengan perangkat Pentaho Data Integration karena relevan dengan domain yang diteliti dan efisien secara proses.

2.2.3. Metode *Star Schema*

Star schema merupakan pendekatan pemodelan dimensional yang umum digunakan dalam perancangan *data warehouse* untuk mendukung analisis multidimensi yang efisien. Dalam struktur ini, sebuah tabel fakta berada di pusat dan terhubung langsung dengan beberapa tabel dimensi, membentuk pola menyerupai bintang. Pendekatan ini menyederhanakan kompleksitas *query* dan meningkatkan performa analisis data. Berdasarkan sebuah penelitian, *star schema* berhasil memfasilitasi transformasi dari model entitas-relasi (E-R) ke dalam bentuk yang lebih sesuai untuk kebutuhan analisis bisnis, dengan menekankan pada identifikasi fakta dan dimensi yang relevan. Penelitian tersebut juga menyoroti keunggulan *star schema* dalam hal kemudahan pemahaman dan efisiensi eksekusi *query* dibandingkan dengan model E-R tradisional [16]. Lebih lanjut, studi berikutnya menunjukkan

bahwa penggunaan indeks bitmap dan partisi pada tabel fakta dalam *star schema* dapat meningkatkan kinerja *query* secara signifikan, sehingga menjadikannya pilihan yang efektif untuk implementasi *data warehouse* skala besar [17].



Gambar 4. Metode Star Schema

Berdasarkan Gambar 4 tersebut, representasi visual dari struktur *data warehouse* menggunakan satu tabel fakta pusat yang dikelilingi oleh beberapa tabel dimensi, membentuk pola menyerupai bintang (oleh karena itu disebut *star schema*). *Fact table* atau tabel fakta berisi baris data yang mewakili sebuah kejadian atau transaksi dengan tipe data numerik dan kuantitatif yang dapat diukur. Tabel ini memiliki relasi atau *foreign key* yang mengarah ke tabel dimensi. *Dimension table* atau tabel dimensi berisi baris data dengan atribut deskriptif atau kontekstual yang dapat menjelaskan fakta yang terjadi berdasarkan suatu kejadian. Tabel ini digunakan untuk *grouping* atau pengelompokan dan *filtering* atau penyaringan dalam proses analisis. Penelitian ini akan menggunakan perangkat Pentaho Workbench untuk mendesain dan menjalankan *star schema* tersebut.

2.2.4. Analisis Multidimensi

Analisis multidimensi telah diposisikan sebagai pendekatan utama dalam pemodelan *data warehouse* untuk mendukung eksplorasi informasi dari berbagai perspektif. Dalam pendekatan ini, data direpresentasikan dalam bentuk struktur kubus, yang terdiri atas fakta kuantitatif dan dimensi kontekstual, sehingga memungkinkan diterapkannya operasi *slice*, *dice*, *drill-down*, dan *roll-up* secara efisien. Optimalisasi juga dapat dilakukan melalui penggunaan *materialized views* dan indeks khusus seperti bitmap, untuk mempercepat proses *query*. Pemodelan semacam ini dianggap mendasar dalam sistem OLAP karena kemampuannya menangani kompleksitas data dalam skala besar secara fleksibel dan sistematis [18].

Secara matematis skema multidimensi sering dinotasikan sebagai *tuple* berikut.

$$M = (F, D, H, m) \quad (2)$$

Berdasarkan persamaan (3), model multidimensi M didapatkan dari himpunan fakta F , himpunan dimensi D , himpunan hierarki untuk setiap dimensi H , dan himpunan ukuran dari fakta m . Proses ini diwujudkan dengan menggunakan teknologi OLAP yang dapat dinotasikan sebagai berikut.

$$slice_{d_i=v(C)} \quad (3)$$

$$dice_{d_i \in V_i, d_j \in V_j}(C) \quad (4)$$

Persamaan (4) menunjukkan fungsi *slice* atau fiksasi salah satu dimensi, sedangkan persamaan (5) menunjukkan fungsi *dice* atau seleksi beberapa nilai pada beberapa dimensi.

Pada salah satu studi, penerapan analisis multidimensi melalui OLAP telah diintegrasikan secara efektif dalam lingkungan Pentaho Server dengan memanfaatkan komponen seperti Pentaho Data Integration (Kettle) dan Mondrian OLAP Engine. Melalui pendekatan ini, data dari berbagai sumber diolah melalui proses ETL untuk membentuk *star schema* yang terdiri dari tabel fakta dan dimensi, memungkinkan eksplorasi data yang fleksibel dan mendalam. Implementasi ini telah digunakan dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan, di mana desain *data warehouse* berbasis Pentaho digunakan untuk mendukung evaluasi pencapaian belajar siswa melalui

representasi multidimensi yang disajikan dalam tabel dimensi dan fakta. Hasil dari integrasi ini menunjukkan bahwa penggunaan Pentaho Server dalam analisis multidimensi dapat meningkatkan efisiensi pengolahan data dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih informatif [19].

2.3. Identifikasi Kebutuhan

Identifikasi kebutuhan dilakukan dengan pendekatan *top-down*, mengacu pada arahan langsung dari pimpinan sebagai pemangku kebijakan. Kebutuhan dirumuskan berdasarkan sasaran strategis organisasi agar sistem yang dibangun selaras dengan tujuan dan mendukung proses pengambilan keputusan di tingkat eksekutif. Berikut adalah informasi yang dibutuhkan pihak eksekutif yang berasal dari Nota Dinas Permintaan Laporan yang secara rutin diminta secara berkala.

1. Distribusi Pembiayaan Berdasarkan Wilayah

Total nilai akad pinjaman per provinsi (KODE_PROVINSI) dan kabupaten/kota (KODE_KABKOTA). Jumlah debitur (JML_DEBITUR) dan jumlah akad pinjaman (JML_AKAD) per wilayah. Tren pembiayaan per tahun dan bulan (TAHUN, BULAN).

2. Analisis Pembiayaan Berdasarkan Sektor

Total nilai akad pinjaman (NILAI_AKAD) dan jumlah akad pinjaman (JML_AKAD) per sektor usaha (SEKTOR). Deskripsi sektor untuk pemetaan kategori ekonomi (NAMA_SEKTOR). Identifikasi sektor dengan kontribusi terbesar terhadap total pembiayaan.

3. Evaluasi Kinerja Bank Penyalur

Perbandingan nilai akad dan jumlah debitur antar bank (KODE_BANK, NAMA_BANK). Peringkat bank berdasarkan total nilai akad. Proporsi akad dari bank berbasis syariah.

4. Evaluasi Skema Pembiayaan

Analisis efektivitas masing-masing skema (SKEMA) dan skema induk (SKEMA_PARENT). Performa tiap skema dalam menjangkau debitur dan menyalurkan berdasarkan nilai akadnya. Deskripsi skema digunakan untuk memberikan narasi dan konteks bisnis (NAMA_SKEMA).

5. Segmentasi Debitur

Segmentasi berdasarkan jenis kelamin (GENDER). Analisis tren debitur antara laki-laki dan perempuan dalam mengakses pembiayaan. Korelasi antara jenis kelamin dan sektor/sektor geografi (GENDER, SEKTOR, KODE_PROVINSI).

6. Analisis Penjaminan

Jumlah dan nilai akad yang melibatkan penjamin tertentu (NAMA_PENJAMIN). Evaluasi kontribusi dan kinerja masing-masing lembaga penjamin terhadap keberhasilan penyaluran pembiayaan.

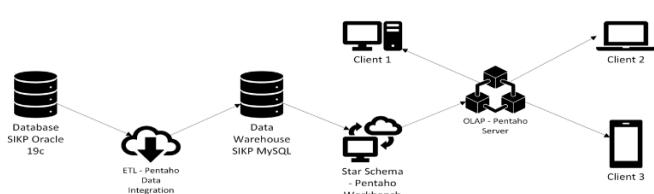
7. Tren Penyaluran Setiap Bulan

Jumlah dan nilai akad setiap periode tertentu.

2.4. Rancangan Data Warehouse

Rancangan *data warehouse* disusun sebagai dasar struktur penyimpanan dan pengolahan data terintegrasi. Perancangan dilakukan secara sistematis untuk memastikan keterhubungan antar entitas berjalan efektif, sekaligus mendukung proses analisis data secara multidimensi sesuai kebutuhan yang telah diidentifikasi sebelumnya.

2.4.1. Topologi Data Warehouse

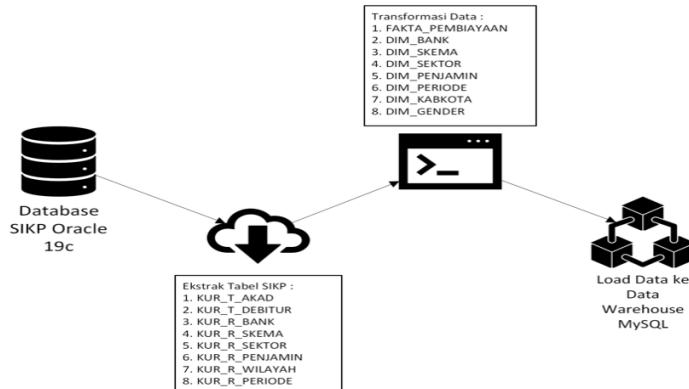


Gambar 5. Topologi Data Warehouse SIKP

Berdasarkan topologi pada Gambar 5, *data warehouse* dirancang dengan *three-tier architecture* dimana alur proses yang dimulai dari integrasi data yang berasal dari database OLTP Oracle 19c pada SIKP melalui tahapan ETL Pentaho Data Integration. Data tersebut disimpan ke dalam data warehouse SIKP dengan database MySQL. Untuk memudahkan pemetaan antara data fakta dan dimensi, disusun ke dalam *star schema* melalui Pentaho Workbench. Struktur pada tahapan ini dioptimalkan untuk mendukung analisis multidimensi melalui OLAP Pentaho Server, sehingga memungkinkan eksplorasi data yang lebih fleksibel. Hasil akhirnya seluruh *client* dalam hal ini adalah pihak eksekutif mendapatkan informasi secara cepat dan akurat. Seluruh proses ini

diimplementasikan menggunakan Pentaho sebagai platform utama dalam orkestrasi alur data, transformasi, serta penyajian informasi secara interaktif.

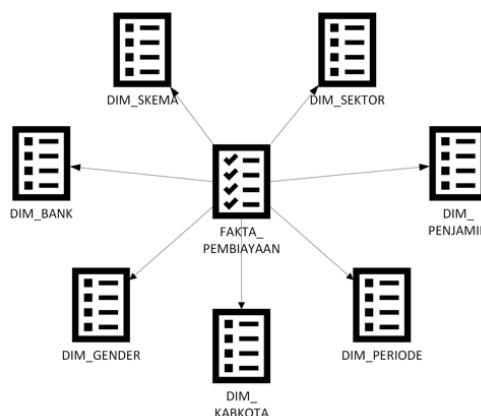
2.4.2. Perancangan Proses ETL



Gambar 6. Rancangan Proses ETL

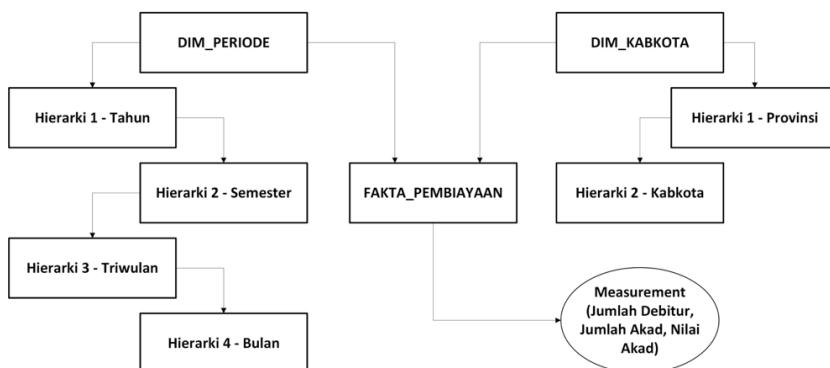
Berdasarkan rancangan pada Gambar 6, sumber data yang akan diekstrak dari database OLTP SIKP adalah tabel KUR_T_AKAD, KUR_T_DEBITUR, KUR_R_BANK, KUR_R_SKEMA, KUR_R_SEKTOR, KUR_R_PENJAMIN, KUR_R_WILAYAH. Seluruh tabel di-join dan dilakukan proses agregasi COUNT pada jumlah debitur dan jumlah akad, serta SUM pada nilai akad. Untuk dimensi waktu yaitu atribut tahun dan bulan diambil dari TGL_AKAD yang bertipe DATE pada Oracle, lalu dilakukan transformasi menjadi 1 atribut PERIODE yaitu TAHUN+BULAN. Data yang diambil hanya data dengan nilai atribut IS_UUS sama dengan 1 (KUR Syariah) dan tahun penyaluran akad 2023 dan 2024. Setelah ditransformasi, seluruh tabel hasil join dan tabel referensi tersebut diexport menjadi CSV dan dipindahkan menggunakan Pentaho Data Integration. Pada saat implementasi nyatanya, proses ini dilakukan menggunakan *scheduler jobs* setiap akhir hari yaitu pukul 00.00 waktu server.

2.4.3. Perancangan Star Schema Multidimensi



Gambar 7. Rancangan Model Star Schema

Rancangan skema bintang pada Gambar 7 difokuskan untuk mendukung analisis multidimensi terhadap data pembiayaan, dengan satu tabel fakta bernama FAKTA_PEMBIAYAAN yang merekam indikator utama, seperti nilai dan frekuensi pembiayaan. Tabel fakta ini dihubungkan secara langsung dengan sepuluh tabel dimensi, yaitu DIM_BANK, DIM_SKEMA, DIM_SKEMA_PARENT, DIM_SEKTOR, DIM_PENJAMIN, DIM_BULAN, DIM_PROVINSI, DIM_KABKOTA, dan DIM_GENDER. Seluruh atribut deskriptif pada tabel fakta tersebut dilakukan proses *indexing* untuk mengoptimalkan proses *query*.



Gambar 8. Rancangan Hierarki Multidimensi

Berdasarkan Gambar 8, rancangan hierarki multidimensi ini bertujuan untuk mempermudah proses eksplorasi dan analisis data pembiayaan berdasarkan dimensi waktu dan wilayah. Struktur waktu dibangun dari dimensi DIM_PERIODE, yang terdiri dari empat tingkat hierarki berurutan: Tahun, Semester, Triwulan, dan Bulan. Hal ini memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis mulai dari agregasi tahunan hingga detail bulanan secara fleksibel. Sementara itu, dimensi DIM_KABKOTA mengatur data wilayah dalam dua tingkat: Provinsi dan Kabkota, yang memfasilitasi penyaringan data berdasarkan cakupan geografis tertentu. Fakta utama disimpan dalam tabel FAKTA_PEMBIAYAAN, yang memuat tiga metrik utama, yaitu Jumlah Debitur, Jumlah Akad, dan Nilai Akad. Melalui rancangan ini, pengguna dapat menerapkan filter secara bertingkat (*drill-down* atau *roll-up*) untuk mendapatkan wawasan yang lebih kontekstual sesuai dengan kebutuhan analisisnya.

2.4.4. Perancangan OLAP (Multidimensi)

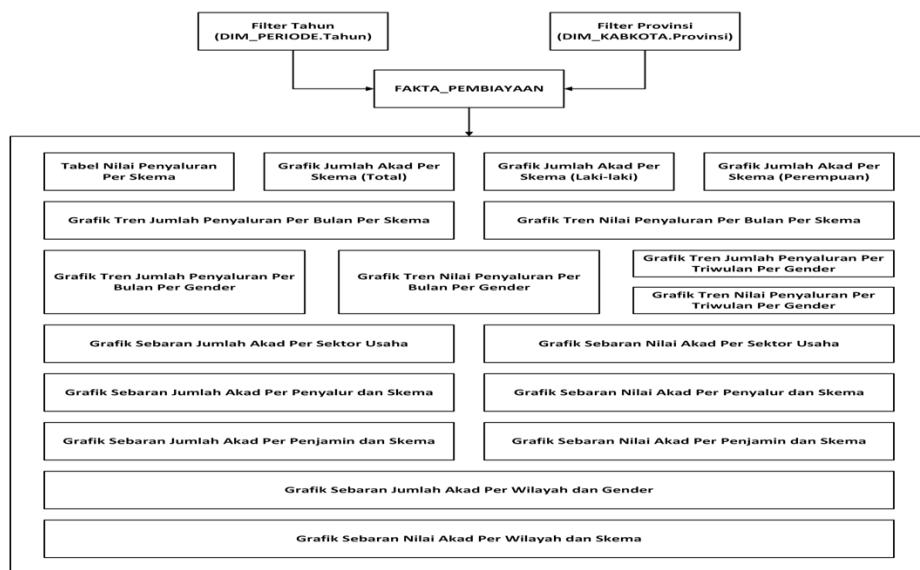
Setiap kebutuhan analisis yang telah diidentifikasi sebelumnya kemudian dikonversi ke dalam bentuk kebutuhan data dan dipetakan terhadap struktur *star schema*. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap dimensi yang relevan terhadap analisis tersedia dalam bentuk tabel dimensi, sementara nilai numerik atau fakta utama ditempatkan dalam tabel fakta. Tabel 1 berikut adalah hierarki dimensi yang dibangun untuk memenuhi kebutuhan termasuk jenis pendekatan *output* yang perlu disiapkan.

Tabel 1. Hierarki Dimensi Analisis Multidimensi

No.	Kebutuhan	Dimensi Terkait	Output
1	Distribusi Pembiayaan Berdasarkan Wilayah	DIM_KABKOTA	Tabulasi, Grafik Batang
2	Analisis Pembiayaan Berdasarkan Sektor	DIM_SEKTOR	Tabulasi, Grafik Batang
3	Evaluasi Kinerja Bank Penyalur	DIM_BANK	Tabulasi, Grafik Batang
4	Evaluasi Skema Pembiayaan	DIM_SKEMA	Tabulasi, Diagram Lingkaran
5	Segmentasi Debitur	DIM_GENDER	Tabulasi, Diagram Lingkaran
6	Analisis Penjaminan	DIM_PENJAMIN	Tabulasi, Grafik Batang
7	Tren Penyaluran	DIM_PERIODE	Tabulasi, Grafik Garis

Antarmuka OLAP dirancang dengan fokus pada kemudahan eksplorasi data melalui dua filter utama yaitu tahun dan wilayah (provinsi). Pengguna dapat menyesuaikan tampilan grafik dan tabel berdasarkan periode tertentu dan lokasi geografis, sehingga analisis data menjadi lebih terarah dan kontekstual. Gambar 9 berikut adalah rancangan tampilan OLAP yang perlu disiapkan.

Berdasarkan Gambar 9, antarmuka OLAP dirancang dengan menampilkan berbagai visualisasi interaktif yang dibangun dari data utama pada tabel FAKTA_PEMBIAYAAN. Dua filter utama digunakan untuk mengarahkan analisis, yaitu DIM_PERIODE (Tahun) dan DIM_KABKOTA (Provinsi), yang membatasi ruang lingkup visualisasi berdasarkan waktu dan lokasi. Komponen visual meliputi tabel dan grafik jumlah akad per skema, termasuk pembagian berdasarkan gender. Selain itu, ditampilkan grafik tren penyaluran per bulan dan triwulan baik dalam jumlah maupun nilai, yang dikelompokkan menurut skema dan gender. Visualisasi juga mencakup sebaran akad berdasarkan sektor usaha, penyalur, dan penjamin, masing-masing dikaitkan dengan skema. Di bagian akhir, dua grafik menyajikan distribusi pembiayaan berdasarkan wilayah dan skema serta berdasarkan wilayah dan gender. Seluruh desain dirancang untuk memberikan wawasan menyeluruh terhadap pola pembiayaan dengan fleksibilitas eksplorasi multidimensi.



Gambar 9. Rancangan Antarmuka OLAP

2.5. Variabel dan Metode Pengukuran

Variabel yang akan digunakan sebagai dasar pengukuran adalah waktu eksekusi pelaporan dalam satuan detik. Untuk membatasi penelitian, peneliti tidak menggunakan pemakaian sumber daya CPU dan memori sebagai bagian dari pengukuran. Karena peneliti tidak memiliki kewenangan Database Administrator, maka peneliti hanya dapat mengukur performa *query* melalui PC lokal yang terhubung pada jaringan *database*. Pencatatan hasil pengujian skema sebelum optimasi dilakukan secara manual dari *console Oracle* menggunakan aplikasi Toad, sedangkan pencatatan hasil pengujian skema setelah optimasi dilakukan melalui *Chrome Developer Tools* pada OLAP Pentaho.

2.6. Populasi, Sampel, Struktur Data, dan Instrumen Pengukuran

Penelitian ini menggunakan sampel data akad tahun 2023 dan 2024 sebanyak 365.450 baris dari total populasi 1.220.833 data akad KUR Syariah. Data ini mencakup data sampel utama yaitu data rekonsiliasi tagihan bulanan, serta data tambahan berupa populasi yaitu data header tagihan, data debitur, data akad, dan data referensi.

Tabel 2. Keterangan Atribut Tabel Fakta Pembiayaan

Nama Atribut	Tipe Atribut	Keterangan
KODE_BANK	STRING (3)	Foreign Key ke DIM_BANK
SEKTOR	STRING (6)	Foreign Key ke DIM_SEKTOR
SKEMA	STRING (2)	Foreign Key ke DIM_SKEMA
GENDER	STRING (1)	Foreign Key ke DIM_GENDER
KODE_KABKOTA	STRING (4)	Foreign Key ke DIM_KABKOTA
KODE_PENJAMIN	STRING (2)	Foreign Key ke DIM_PENJAMIN
TAHUN	STRING (4)	Tidak ada relasi
PERIODE	STRING (2)	Foreign Key ke DIM_PERIODE
JML_DEBITUR	NUMERIC	Fakta numerik atau pengukuran jumlah unik debitur
JML_AKAD	NUMERIC	Fakta numerik atau pengukuran jumlah akad pinjaman
NILAI_AKAD	NUMERIC	Fakta numerik atau pengukuran nilai akad pinjaman

Berdasarkan Tabel 2, metode pembentukan tabel fakta menggunakan normalisasi yang artinya tidak seluruh atribut bersifat komposit. Setiap dimensi dirancang untuk merepresentasikan satu perspektif analitis yang relevan, mulai dari karakteristik lembaga penyalur, skema pembiayaan, sektor usaha, wilayah geografis, hingga atribut demografis penerima pembiayaan. Dengan pendekatan ini, struktur *data warehouse* yang dibentuk tidak hanya mendukung fleksibilitas analisis, tetapi juga memungkinkan eksplorasi data secara hierarkis dan agregatif melalui proses OLAP nantinya.

Instrumen pengukuran yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Oracle versi 19c, PC Windows 10 Pro 64-bit, 4 Core 2.7 Hz, 8 GB RAM, Toad for Oracle Xpert versi 11.5.1.2, Navicat Premium (64 bit) versi 12.1.18.

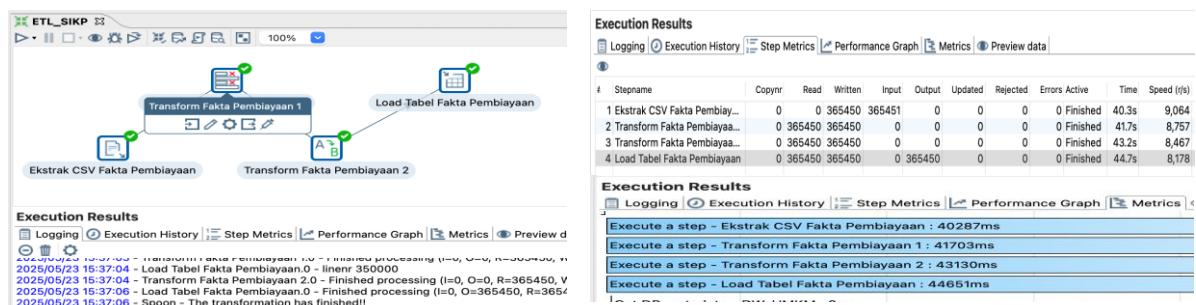
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Rekayasa Eksperimen Terbatas

Implementasi eksperimen dilakukan berdasarkan rancangan topologi pada Bab 2. Beberapa *tools* yang digunakan antara lain: Pentaho Data Integration (Spoon), Pentaho Workbench, Pentaho Server, dan database MySQL MariaDB. Proses eksperimen dilakukan di lingkungan MacOS versi 15.0.1 dengan Chipset Apple M2 Max didukung dengan RAM 32GB. Spoon dijalankan menggunakan emulasi Rosetta (*arch -x86_64 sh spoon.sh*) karena keterbatasan kompatibilitas versi 9. Pentaho Workbench versi 3.14 digunakan untuk mendesain *Star Schema*, sementara Pentaho Server versi 9 digunakan untuk men-deploy dan mengakses *cube* secara *web* yang pada akhirnya digunakan sebagai OLAP. Basis data yang digunakan adalah MariaDB versi 10.4.28, dengan phpMyAdmin sebagai antarmuka, berjalan pada PHP 8.2.4. Instalasi dilakukan bertahap: mulai dari konfigurasi *environment*, konfigurasi koneksi antar komponen, hingga uji coba integrasi awal. Tahapan ini menjadi dasar sebelum masuk ke implementasi ETL, *Star Schema*, dan OLAP di subbab berikutnya.

3.2. Implementasi ETL

Implementasi proses ETL (*Extract, Transform, Load*) dilakukan untuk mewujudkan alur integrasi data seperti yang telah dirancang pada bab sebelumnya. Tahapan ini melibatkan pengambilan data mentah dari sumber eksternal berupa file CSV, transformasi data sesuai kebutuhan analisis, dan pemuatan hasil akhir ke dalam database MySQL dengan metode *truncate* dan *insert*. Proses ini dijalankan menggunakan Pentaho Data Integration (Spoon), yang telah disiapkan dan terhubung dengan sistem basis data. Data yang diekstrak, dilakukan transformasi, dan dimasukan ke dalam *data warehouse* hanya tabel fakta dan beberapa tabel dimensi yang diperkirakan mengalami perubahan secara berkala. Berikut adalah proses dijalankannya ETL khusus untuk tabel fakta setelah koneksi terhubung dengan basis data MySQL.



Gambar 10. Proses ETL Dijalankan

Berdasarkan Gambar 10, proses ETL berhasil dijalankan dengan lancar menggunakan Pentaho Data Integration. Proses ini dijalankan sebanyak 5 kali percobaan untuk menguji performanya. Berikut adalah hasil percobaan eksperimen ETL tersebut.

Tabel 3. Hasil Percobaan Implementasi ETL

Percobaan Ke-	Waktu Proses ETL (detik)
1	44,7
2	44,1
3	44,1
4	44,0
5	44,5

Berdasarkan Tabel 3, sebanyak 365.450 baris data berhasil dipindahkan dari file CSV ke tabel MySQL dengan waktu rata-rata 44,28 detik. Hasil ini menunjukkan efisiensi, performa, dan stabilitas yang baik dalam proses integrasi data.

Gambar 11. Tampilan Data Warehouse pada MySQL MariaDB

Berdasarkan Gambar 11, hasil pemindahan data yang ditampilkan melalui phpMyAdmin menunjukkan bahwa seluruh baris data telah berhasil dimuat ke dalam tabel MySQL dengan struktur dan nilai yang sesuai, menandakan proses ETL berjalan sesuai rancangan dan siap digunakan untuk tahap analisis selanjutnya.

Hasil implementasi ETL ini menunjukkan rata-rata waktu muat 44,28 detik untuk 365.450 baris, dengan variasi antar-run yang rendah (deviasi standar sekitar 0,27 detik; koefisien variasi sekitar nol koma enam satu persen), sehingga throughput efektifnya sekitar 8.253 baris per detik; dengan asumsi skala mendekati linear, beban populasi 1.220.833 baris diproyeksikan selesai dalam sekitar 148 detik, sehingga layak untuk pemuatan batch berkala tanpa menekan jam operasional.

3.3. Implementasi Star Schema

Implementasi model *Star Schema* dalam penelitian ini dilakukan menggunakan Pentaho Schema Workbench sebagai alat bantu desain skema data dimensional. *Star Schema* dipilih karena kesederhanaannya dalam mengorganisir data mart yang memisahkan tabel fakta dengan tabel dimensi, sehingga mendukung performa analisis data yang tinggi. Berdasarkan Gambar 12, proses *star schema* dilakukan dengan membuat *schema* terlebih dahulu dengan nama DW_UMKM. Setelah itu, proses dilanjutkan dengan membuat *cube* dengan nama yang sama yaitu DW_UMKM di dalam *schema*. Di dalam *cube* tersebut dibuat lagi tabel FAKTA_PEMBIAYAAN dan seluruh tabel dimensinya (DIM_*). Untuk tabel dimensi waktu atau DIM_PERIODE, hierarki dibuat menjadi 4 pilihan periode yaitu tahun, tahun semester, tahun triwulan, dan tahun bulan. Hal ini memudahkan proses pembuatan OLAP saat membuat grafik *drilldown* kedepannya. Untuk tabel dimensi wilayah atau DIM_KABKOTA, hierarki dibuat 1 tingkatan yaitu provinsi dan selanjutnya kabupaten/ kota.

Gambar 12. Tampilan Implementasi Model *Star Schema* dengan Pentaho Schema Workbench

Setelah seluruh tabel dimensi dibuat, atribut JML_DEBITUR, JML_AKAD, dan NILAI_AKAD dibuat menjadi *measurement*-nya dengan menggunakan fungsi agregat SUM atau *summary* sehingga data yang disajikan memberikan nilai pengukuran. Setelah proses desain selesai, skema yang telah dibuat kemudian dipublikasikan dalam bentuk file XML (.xml). File ini berisi definisi metadata yang mencakup struktur tabel fakta, tabel dimensi,

serta relasi antar tabel. File XML tersebut selanjutnya diunggah secara otomatis melalui mekanisme *publish* untuk daftarkan ke Pentaho BI Server sehingga dapat digunakan oleh komponen lain seperti Analyzer, Report Designer, dan Dashboard untuk kebutuhan analisis dan visualisasi data secara langsung.

3.4. Implementasi OLAP

Implementasi OLAP dalam penelitian ini menggunakan Pentaho Server versi 8 sebagai platform utama untuk eksplorasi dan visualisasi data multidimensi. Proses penyusunan MDX Query dilakukan melalui fitur JPivot View, yang memungkinkan pengguna untuk membangun kueri secara fleksibel berdasarkan skema cube yang telah disiapkan. Sementara itu, untuk membentuk tampilan visual yang interaktif seperti grafik, tabulasi, serta elemen navigasi dashboard, digunakan fitur CDE (Community Dashboard Editor). Kedua komponen ini saling terintegrasi guna menyajikan informasi secara dinamis, sesuai dengan filter dan parameter yang diterapkan. Tahapan implementasi dilakukan secara berurutan mulai dari definisi kueri, pengujian hasil, hingga penyusunan elemen visual dalam dashboard.

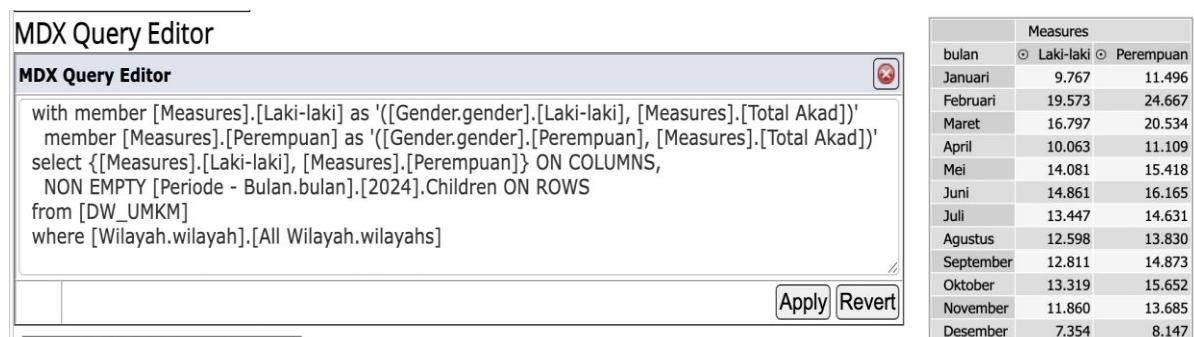
3.4.1. Pembuatan MDX Query Menggunakan JPivot View



Gambar 13. Pembuatan MDX Query Menggunakan JPivot View

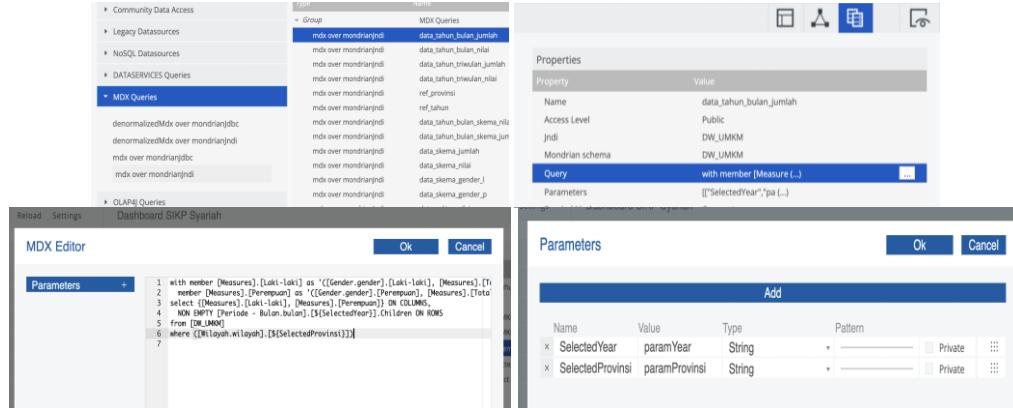
Berdasarkan tahapan pada Gambar 13, proses pembuatan MDX Query dimulai dengan menyusun bagaimana data tabulasi dihasilkan berdasarkan kolom dan baris pada tabel fakta. Selanjutnya proses dilakukan dengan menentukan *columns*, *rows*, dan *measures* yang ingin digunakan. Setelah selesai dikonfigurasi, selanjutnya JPivot View akan menghasilkan MDX Query yang membentuk tampilan tabulasi tersebut. Jika tampilan pada tabel sudah sesuai dengan tujuan rancangan grafik, maka *query* yang dihasilkan dari MDX Query dapat digunakan sebagai *datasource* pada grafik yang ingin dibuat. Proses pembuatan *query* juga dapat dilakukan secara manual yaitu dengan menulis MDX Query nya terlebih dahulu lalu memastikan hasilnya dari tabulasi yang terbentuk. Alur proses ini dapat digambarkan pada gambar 15 berikut.

Berdasarkan Gambar 14, filter pada tabel fakta dapat dilakukan dengan cara memanggil hirarki pada tabel dimensi dengan format "[nama hierarki].[nilai filter].Children" jika proses *filtering* dilakukan secara langsung di baris yang dituju. Jika pada baris yang dituju tidak ada nama kolomnya, *filtering* dilakukan dengan format "Where [nama hierarki].[nilai filter]". Proses ini menunjukan bahwa rancangan *star schema* dengan konsep normalisasi dan bertingkat memudahkan dan mengoptimalkan proses pencarian data secara berjenjang.



Gambar 14. Proses Pembuatan MDX Query Manual

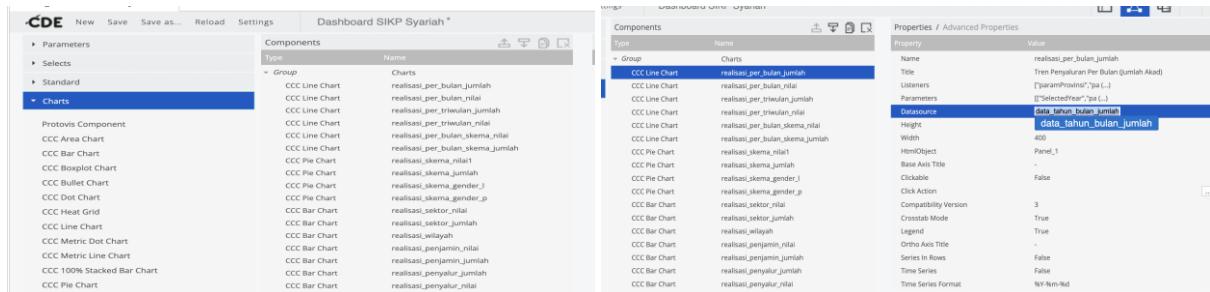
3.4.2. Pembuatan Datasource Grafik Menggunakan CDE Dashboard



Gambar 15. Proses Pembuatan Datasource Grafik Menggunakan CDE Dashboard

Berdasarkan Gambar 15, proses pembuatan *datasource* dimulai dengan membuka panel datasource pada CDE Dashboard dan memilih fitur MDX Queries sebagai sumber data yang akan digunakan. Selanjutnya, *datasource* tersebut diberikan nama, koneksi JNDI dan Mondrian Schema nya. Kolom *query* diisi dari hasil rancangan *query* pada tahapan JPivot View. Jika data sumber ini bersifat dinamis atau dapat berubah karena ada interaksi *filtering* seperti tahun dan provinsi, maka kolom parameter harus diisi dengan parameter yang sesuai.

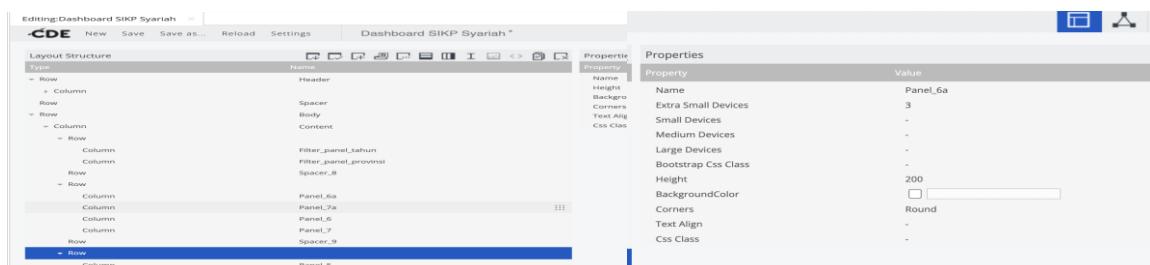
3.4.3. Pembuatan Tampilan Grafik Menggunakan CDE Dashboard



Gambar 16. Proses Pembuatan Tampilan Grafik Menggunakan CDE Dashboard

Berdasarkan Gambar 16, proses pembuatan tampilan grafik diawali dengan memilih tipe komponen seperti tabel dan grafik pada panel komponen CDE. Kolom *datasource* diisi dengan nama sumber data yang sudah dibuat pada tahapan sebelumnya. Lakukan konfigurasi ukuran komponen seperti tinggi pada kolom *height* dan lebar pada kolom *width*. Kolom *HtmlObject* diisi dengan lokasi komponen di dalam layout dashboard yang akan dibuat pada tahapan selanjutnya. Jika komponen ini bersifat dinamis atau dapat berubah karena ada interaksi *filtering* seperti tahun dan provinsi, maka kolom *listener* dan parameter harus diisi dengan parameter yang sesuai.

3.4.4. Pembuatan Layout Menggunakan CDE Dashboard



Gambar 17. Proses Pembuatan Layout Menggunakan CDE Dashboard

Berdasarkan Gambar 17, proses pembuatan *layout* dashboard diawali dengan memilih tipe *layout* seperti *Row* dan *Column* pada panel *layout* CDE. Kolom *name* diisi dengan nama *layout* yang akan digunakan sebagai identitas

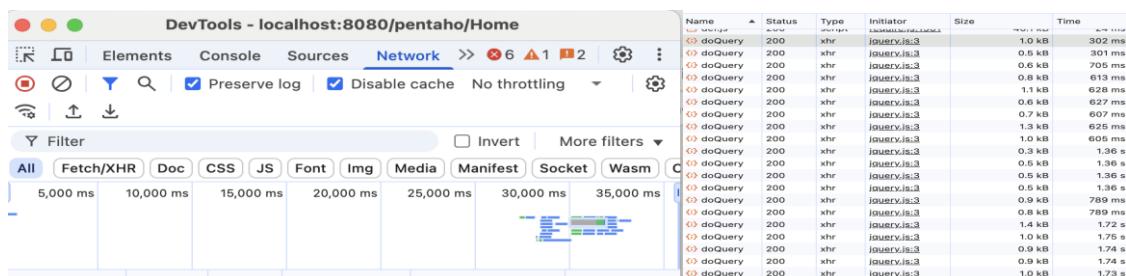
elemen HTML dan lokasi tujuan komponen yang sudah dibuat pada tahapan sebelumnya. Kolom *Extra Small Devices* digunakan untuk menentukan rasio ukuran lebar elemen terhadap elemen lainnya yang selevel.

3.4.5. Pengujian dan Evaluasi Dashboard OLAP



Gambar 18. Tampilan Dashboard OLAP Multidimensi

Berdasarkan Gambar 18, Implementasi OLAP melalui CDE Dashboard berhasil menghasilkan tampilan interaktif yang informatif dan responsif terhadap filter tahun dan wilayah. Visualisasi yang ditampilkan meliputi tabel nilai penyaluran per skema, diagram *pie* sebaran jumlah akad berdasarkan gender dan skema, serta grafik tren bulanan untuk jumlah dan nilai penyaluran. Setiap komponen terhubung dengan parameter dinamis sehingga memungkinkan pengguna untuk melakukan eksplorasi data berdasarkan preferensi waktu dan lokasi. Warna yang konsisten antar elemen visual memperjelas perbandingan antar skema, sementara penggunaan grafik tren memperlihatkan dinamika distribusi pembiayaan sepanjang tahun. Dashboard ini terbukti mendukung analisis multidimensi dengan efektif, serta memberikan kemudahan dalam interpretasi data pembiayaan KUR Syariah secara menyeluruh.



Gambar 19. Pengujian Performa Dashboard Menggunakan DevTools Chrome

Berdasarkan Gambar 19, pengujian performa terhadap dashboard OLAP menunjukkan bahwa kecepatan penayangan grafik berada dalam batas yang dapat diterima untuk kebutuhan analisis interaktif. Setiap perubahan filter baik tahun maupun wilayah dapat memuat ulang grafik dan tabel secara rata-rata di bawah 2 detik, termasuk untuk komponen dengan data yang lebih kompleks seperti grafik tren bulanan dan sebaran per skema. Hal ini menunjukkan bahwa proses eksekusi MDX query berjalan efisien tanpa menyebabkan *lag* yang berarti pada sisi pengguna. Penggunaan parameter yang dikontrol secara optimal dan pemisahan komponen visual per dimensi juga membantu menjaga responsivitas tampilan. Secara keseluruhan, dashboard mampu menyajikan data pembiayaan dengan performa yang stabil dan cepat, mendukung kebutuhan pemantauan yang bersifat *real-time* maupun eksploratif.

Hasil pengujian dashboard OLAP menunjukkan lonjakan efisiensi yang nyata: waktu penarikan data yang sebelumnya sekitar 1-2 menit secara manual kini turun menjadi ~2 detik untuk menampilkan seluruh laporan manajerial (grafik, tabel, dan metrik terkait). Penurunan latensi ini setara dengan percepatan 30-60 kali lipat atau pengurangan waktu sekitar 96-98%, meningkatkan respons pimpinan terhadap permintaan informasi mendadak, serta menjaga konsistensi tampilan lintas dimensi (waktu, wilayah, jenis pembiayaan, kategori debitur). Integrasi OLAP di atas skema bintang bukan hanya mempercepat penyajian, tetapi juga meningkatkan kegunaan laporan untuk pemantauan operasional dan pengambilan keputusan.

4. DISKUSI

Percepatan eksekusi kueri hingga 96-98% dan penurunan waktu sajian laporan dari 1-2 menit menjadi ~2 detik konsisten dengan bukti bahwa kombinasi *star schema*, ETL, dan OLAP efektif mendorong keputusan berbasis data di konteks industri. Implementasi skema bintang dengan Pentaho dan Mondrian pada sektor properti yang dilaporkan meningkatkan efektivitas perencanaan dan keputusan bisnis, sejalan dengan arah penelitian ini yang menekankan agregasi operasional berulang (rekap lintas hierarki) untuk manajerial puncak [1]. Temuan ini juga sejalan dengan analisis kinerja skema bintang pada data perpustakaan yang menegaskan sensitivitas performa terhadap volume, pembersihan data, serta jumlah *join* faktor yang ditangani melalui perancangan fakta-dimensi yang selaras dengan beban kerja agregat di studi ini [3].

Peningkatan respons analitik yang dicapai memperkuat argumen bahwa pemilihan model data dan pola pemutaran yang *workload-aware* merupakan kunci untuk skala besar; hal ini sejalan dengan kajian pemodelan DW skala-besar yang menyoroti pentingnya kesesuaian desain terhadap pola akses dan konsolidasi agregat, serta menaut pada praktik penyetelan *cube* multidimensi (optimasi dimensi/agregat, *caching*, paralelisme) yang terbukti memperbaiki latensi kueri [8]. Dengan demikian, hasil di lingkungan SIKP-KUR Syariah memperlihatkan bahwa optimasi berbasis kebutuhan rekап operasional dapat diterjemahkan menjadi keuntungan kinerja yang material tanpa memerlukan perubahan arsitektural yang radikal.

Walau hasil menunjukkan kelayakan skema bintang untuk pelaporan operasional KUR Syariah, literatur juga mengingatkan bahwa ketika heterogenitas sumber dan variasi skema meningkat (misalnya pada integrasi *big data* geospasial), pendekatan berbasis DW tradisional dapat menghadapi kendala elastisitas dan integrasi sehingga memerlukan strategi pendamping (federasi, virtualisasi, atau *multistore*) [7]. Dengan demikian, generalisasi temuan ini paling kuat untuk pola kerja pemerintah yang relatif homogen dan berorientasi rekап; pada ekosistem yang sangat beragam, evaluasi tambahan terhadap arsitektur alternatif tetap diperlukan agar manfaat kinerja dan konsistensi yang diperoleh tidak tereduksi.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan OLAP berbasis Pentaho di atas skema bintang untuk mendukung analisis data pembiayaan KUR Syariah secara praktis, interaktif, dan responsif. Desain multidimensi dengan hierarki bertingkat (tahun, wilayah, sektor, gender) serta normalisasi yang tepat terbukti memudahkan navigasi informasi dan rekап lintas dimensi. Integrasi parameter dinamis pada CDE Dashboard memungkinkan visual (grafik dan tabel) berubah secara *real-time* mengikuti filter, sementara eksekusi MDX menunjukkan kinerja yang efisien: waktu sajian laporan turun dari 1-2 menit (penarikan manual) menjadi sekitar 2 detik dan waktu eksekusi kueri meningkat hingga 96-98% dibanding skema operasional awal. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan rekап *ad hoc* pada jam sibuk dapat dipenuhi tanpa mengganggu operasi transaksi SIKP.

Dari sisi teoritis, kontribusi diberikan pada penguatan pendekatan analitik multidimensi di domain pembiayaan mikro syariah dengan perumusan irisan lintas hierarki yang relevan (waktu, wilayah, jenis pembiayaan, kategori debitur) serta penerapan *custom measures* untuk pemisahan atribut spesifik seperti gender, yang dipadukan dengan *drill-down hierarchy* agar eksplorasi mendalam tetap terjaga konteksnya. Temuan ini dapat dijadikan rujukan bagi pengembangan dashboard OLAP di sektor publik maupun privat yang menangani data berskala besar dan memerlukan fleksibilitas pelaporan tinggi. Kedepan, perluasan evaluasi pada sumber data yang lebih heterogen dan studi komparatif dengan arsitektur alternatif akan memperkaya generalisasi hasil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Wijaya, J. Wiratama, and S. F. Wijaya, “Implementation of Data Warehouse and Star Schema for Optimizing Property Business Decision Making,” *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 8, no. 2, pp. 1242–1250, Apr. 2024, doi: 10.33379/gtech.v8i2.4091.
- [2] D. Tan, J. Wiratama, and S. Fernandi Wijaya, “Sales Analysis on Garment Industry with Datawarehouse and ETL Implementation on Star Schema,” *Indonesian Journal of Computer Science*, vol. 13, no. 1, Feb. 2024, doi: 10.33022/ijcs.v13i1.3770.
- [3] D. Nurmala, M. S. Zulvi, and P. Hanifah, “Performance Analysis Of Star Schema Data Modeling On Library Data,” *Jurnal Komputer Terapan*, vol. 5, no. 2, pp. 44–53, Nov. 2019, doi: 10.35143/jkt.v5i2.3341.
- [4] A. Yulianto, “Optimalisasi Performa Data Warehouse dengan Data Mart,” *Remik: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 8, no. 4, 2024, doi: <http://doi.org/10.33395/remik.v8i4.14152>.
- [5] S. Bimonte, E. Gallinucci, P. Marcel, and S. Rizzi, “Logical design of multi-model data warehouses,” *Knowl Inf Syst*, vol. 65, no. 3, pp. 1067–1103, Mar. 2023, doi: 10.1007/s10115-022-01788-0.

-
- [6] M. Z. Kastouni and A. Ait Lahcen, "Big data analytics in telecommunications: Governance, architecture and use cases," *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, vol. 34, no. 6, pp. 2758–2770, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.jksuci.2020.11.024.
 - [7] S. Al-Yadumi, T. E. Xion, S. G. W. Wei, and P. Boursier, "Review on Integrating Geospatial Big Datasets and Open Research Issues," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 10604–10620, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3051084.
 - [8] S. Murri, "Optimising Data Modeling Approaches for Scalable Data Warehousing Systems," *Int J Sci Res Sci Eng Technol*, pp. 369–382, Oct. 2023, doi: 10.32628/IJSRSET2358716.
 - [9] D. Seenivasan, "Data Cube Management and Performance Tuning in Essbase-Driven Multidimensional Data Warehouses," *SSRN Electronic Journal*, 2025, doi: 10.2139/ssrn.5148217.
 - [10] R. Benhissen, F. Bentayeb, and O. Boussaid, "Temporal Multidimensional Model for Evolving Graph-Based Data Warehouses," in *Proceedings of the 12th International Conference on Data Science, Technology and Applications*, SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2023, pp. 40–51. doi: 10.5220/0012080400003541.
 - [11] G. Turcan and S. Peker, "A multidimensional data warehouse design to combat the health pandemics," *Journal of Data, Information and Management*, vol. 4, no. 3–4, pp. 371–386, Dec. 2022, doi: 10.1007/s42488-022-00082-6.
 - [12] L. Yessad and A. Labiod, "Comparative study of data warehouses modeling approaches: Inmon, Kimball and Data Vault," in *2016 International Conference on System Reliability and Science, ICSRS 2016 - Proceedings*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jan. 2017, pp. 95–99. doi: 10.1109/ICSRS.2016.7815845.
 - [13] M. Qusyairi and A. Dharma, "Design and Build Data Warehouse Using Ontology and Rule Base Method in Supporting Sales and Service Information," *International Journal of Engineering and Emerging Technology*, vol. 5, no. 2, doi: <https://doi.org/10.24843/IJEET.2020.v05.i02.p011>.
 - [14] P. Metkewar, "Optimized Data Warehouse model through Pentaho ETL Tool," 2013. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/290429160>
 - [15] S. M. F. Ali and R. Wrembel, "From conceptual design to performance optimization of ETL workflows: current state of research and open problems," *VLDB Journal*, vol. 26, no. 6, pp. 777–801, Dec. 2017, doi: 10.1007/s00778-017-0477-2.
 - [16] M. M Kirmani, "Dimensional Modeling Using Star Schema for Data Warehouse Creation," *Oriental journal of computer science and technology*, vol. 10, no. 04, pp. 745–754, Dec. 2017, doi: 10.13005/ojcost/10.04.07.
 - [17] E. Sidi, M. El, and E. Amin, "Star Schema Advantages on Data Warehouse: Using Bitmap Index and Partitioned Fact Tables," *Int J Comput Appl*, vol. 134, no. 13, pp. 11–13, Jan. 2016, doi: 10.5120/ijca2016908108.
 - [18] I. Kovacic, C. G. Schuetz, B. Neumayr, and M. Schrefl, "OLAP Patterns: A pattern-based approach to multidimensional data analysis," *Data Knowl Eng*, vol. 138, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.datak.2021.101948.
 - [19] A. D. Barahama and R. Wardani, "Data analysis and data warehouse design based on Pentaho data integration (kettle) to support the determination of student learning achievement," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1098, no. 5, p. 052089, Mar. 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1098/5/052089.