



Implementasi *Business Intelligence* Berbasis Data Warehouse dan OLAP untuk Analisis Pola Peminjaman Buku Perpustakaan

Imam Waluyo Putra^{1*}, Wargijono Utomo²

¹⁻²Magister Manajemen Teknologi, Universitas Krisnadwipayana, Indonesia

Email: putrawaluyo46@gmail.com¹, wargijonoutomo@gmail.com²

*Penulis Korespondensi: putrawaluyo46@gmail.com

Abstract. Libraries generate large volumes of borrowing transaction data every day, but most of the data has not been optimally utilized as strategic information for decision making. This study aims to design a data warehouse and implement Online Analytical Processing (OLAP) to analyze book borrowing patterns through a Business Intelligence Dashboard. The research method used is system development with the Kimball approach consisting of requirement analysis, dimensional modeling, ETL process, OLAP implementation, and Dashboard visualization. The data used are borrowing transactions from the library system during the 2024–2025 period. The results show that the implemented data warehouse is able to integrate borrowing data effectively and support multidimensional analysis based on time, category, study program, and borrowing intensity. OLAP implementation successfully accelerates the analytical process and Dashboard visualization assists librarians and management in identifying borrowing trends and making strategic decisions related to book collections and library services. The developed system contributes to improving the effectiveness of data-driven library management.

Keywords: Business Intelligence; Dashboard; Data Warehouse; Library; OLAP.

Abstrak. Perpustakaan menghasilkan data transaksi peminjaman buku dalam jumlah besar setiap hari, namun sebagian besar data tersebut belum dimanfaatkan secara optimal sebagai informasi strategis untuk pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan untuk dapat merancang data warehouse dan mengimplementasikan Online Analytical Processing (OLAP) untuk menganalisis pola peminjaman buku melalui Dashboard Business Intelligence. Metode penelitian yang digunakan adalah pengembangan sistem dengan pendekatan Kimball yang terdiri dari analisis kebutuhan, pemodelan dimensional, proses ETL, implementasi OLAP, dan visualisasi Dashboard. Data yang digunakan berupa transaksi peminjaman buku perpustakaan periode 2024–2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data warehouse yang diimplementasikan mampu mengintegrasikan data peminjaman secara efektif dan mendukung analisis multidimensi berdasarkan waktu, kategori buku, program studi, dan intensitas peminjaman. Implementasi OLAP berhasil mempercepat proses analisis data dan visualisasi Dashboard membantu pustakawan serta manajemen dalam mengidentifikasi tren peminjaman dan pengambilan keputusan strategis terkait koleksi buku serta layanan perpustakaan. Sistem yang dikembangkan berkontribusi dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan perpustakaan berbasis data.

Kata Kunci: Business Intelligence; Dashboard; Data Warehouse; OLAP; Perpustakaan.

1. LATAR BELAKANG

Transformasi digital telah mendorong berbagai institusi pendidikan untuk memanfaatkan teknologi informasi dalam mendukung pengelolaan data dan pengambilan keputusan berbasis data (Turban et al., 2018; Hermanto, 2024). Salah satu unit yang menghasilkan data dalam jumlah besar adalah perpustakaan perguruan tinggi. Aktivitas peminjaman buku, pengembalian, data anggota, kategori koleksi, serta riwayat penggunaan layanan perpustakaan menghasilkan data transaksi yang terus bertambah setiap hari. Menurut Hakim & Sari, 2022; Nugroho & Utama, (2025) Data transaksi memiliki nilai strategis karena dapat digunakan untuk memahami perilaku pengguna, tren peminjaman, kebutuhan koleksi, dan efektivitas layanan perpustakaan. Namun demikian, sebagian besar perpustakaan masih

memanfaatkan data transaksi hanya untuk kebutuhan operasional dan pelaporan rutin. Data historis yang tersimpan pada sistem perpustakaan umumnya belum diolah secara optimal untuk menghasilkan informasi strategis yang dapat mendukung proses pengambilan keputusan. Akibatnya, pengelola perpustakaan sering mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi pola peminjaman buku, menentukan prioritas pengadaan koleksi, mengevaluasi tingkat pemanfaatan koleksi, serta memprediksi kebutuhan pengguna berdasarkan data historis.

Menurut Abu-Alsondos, (2023) Business Intelligence (BI) merupakan pendekatan yang mampu mengubah data operasional menjadi informasi strategis melalui proses integrasi data, analisis multidimensi, dan visualisasi informasi sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif dan akurat. Business Intelligence (BI) merupakan pendekatan yang mampu mengubah data operasional menjadi informasi strategis melalui proses integrasi data, analisis multidimensi, dan visualisasi informasi. Menurut Turban et al., (2011), Business Intelligence merupakan kombinasi teknologi, aplikasi, dan metodologi yang digunakan untuk mengumpulkan, mengintegrasikan, menganalisis, dan menyajikan informasi guna mendukung pengambilan keputusan organisasi. Implementasi Business Intelligence umumnya didukung oleh teknologi Data Warehouse dan Online Analytical Processing (OLAP) yang memungkinkan analisis data secara multidimensi dan lebih cepat dibandingkan sistem operasional biasa.

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan manfaat penerapan Business Intelligence pada lingkungan perpustakaan. Hakim dan Sari, (2022) mengembangkan model Data Warehouse untuk mendukung pelaporan perpustakaan dan menunjukkan bahwa integrasi data mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan informasi. Prasetyo dan Nugraha, (2023) merancang Data Warehouse pada sistem perpustakaan untuk mendukung analisis koleksi dan aktivitas peminjaman. Prabowo, (2024) mengimplementasikan Business Intelligence untuk optimasi manajemen inventaris perpustakaan melalui visualisasi data. Sementara itu, Ramadhan & Kurniawan, (2025) menerapkan Data Warehouse sebagai pendukung pengambilan keputusan pada perpustakaan perguruan tinggi. Meskipun demikian, penelitian-penelitian sebelumnya umumnya masih berfokus pada penyediaan laporan, visualisasi data, atau implementasi Data Warehouse secara terpisah. Sebagian besar penelitian belum mengintegrasikan Data Warehouse, proses ETL, OLAP multidimensi, dan Dashboard Business Intelligence dalam satu arsitektur yang mampu menghasilkan analisis strategis secara komprehensif. Selain itu, masih terbatas penelitian yang memanfaatkan operasi OLAP seperti drill-down, roll-up, slice, dan dice untuk mengeksplorasi pola peminjaman buku berdasarkan dimensi waktu, kategori buku, anggota, dan program studi secara simultan.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat research gap berupa belum tersedianya pendekatan terintegrasi yang menggabungkan Data Warehouse berbasis dimensional model, proses ETL, OLAP multidimensi, dan Dashboard Business Intelligence untuk mendukung analisis pola peminjaman buku perpustakaan secara menyeluruh. Kesenjangan ini menjadi penting untuk diteliti karena pengelola perpustakaan membutuhkan informasi yang lebih cepat, akurat, dan mudah dipahami guna mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem Business Intelligence berbasis Data Warehouse dan OLAP guna menganalisis pola peminjaman buku perpustakaan. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan pendekatan Kimball melalui tahapan analisis kebutuhan, pemodelan dimensional, proses ETL, implementasi OLAP, dan visualisasi Dashboard Business Intelligence. Kontribusi utama penelitian ini adalah menghasilkan model Business Intelligence terintegrasi yang mampu mengubah data transaksi peminjaman menjadi informasi strategis melalui analisis multidimensi dan Dashboard interaktif sehingga dapat mendukung pengelolaan koleksi, evaluasi layanan, serta pengambilan keputusan pada perpustakaan modern berbasis data.

2. KAJIAN TEORITIS

Business Intelligence

Business Intelligence merupakan sekumpulan teknologi dan metode untuk mengubah data menjadi informasi yang mendukung pengambilan keputusan strategis organisasi. Menurut Efraim Turban dkk (2021), *Business Intelligence* merupakan kombinasi teknologi, aplikasi, dan metodologi yang digunakan untuk mengumpulkan, mengintegrasikan, menganalisis, dan menyajikan data guna mendukung pengambilan keputusan organisasi. Menurut Turban et al., 2018; Abu-Alsondos, (2023), *Business Intelligence* adalah serangkaian teknologi dan praktik yang digunakan organisasi untuk mengubah data mentah menjadi informasi strategis yang mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Menurut Angkasa, (2025), *Business Intelligence* membantu organisasi meningkatkan efisiensi operasional dan akurasi strategi bisnis melalui proses pengumpulan, pengolahan, dan visualisasi data secara terintegrasi. Menurut Senduk et al., (2025), pendekatan *Business Intelligence* mampu mengolah data kompleks menjadi informasi yang mudah dipahami dan mendukung proses analisis tren secara visual melalui *Dashboard* interaktif.

Data Warehouse

Menurut Inmon, 2005; Dhaouadi et al., (2022) *Data warehouse* adalah repositori data terintegrasi yang digunakan untuk mendukung proses analisis dan pengambilan keputusan.

Menurut William H. Inmon, (2005), *Data Warehouse* adalah kumpulan data yang berorientasi subjek, terintegrasi, time-variant, dan non-volatile yang digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan manajemen. Menurut Dhaouadi et al., (2022), *data warehouse* merupakan sistem penyimpanan data terintegrasi yang dirancang untuk mendukung analisis multidimensi dan proses pengambilan keputusan strategis organisasi. Menurut Perdana et al, (2025), implementasi *data warehouse* dengan metode Kimball mampu meningkatkan efisiensi pelaporan, integrasi data, dan transparansi informasi pada sistem Treasury Open Data. Menurut Cormier et al, (2025), *data warehouse* modern berfungsi sebagai repositori terintegrasi yang mampu mengelola data multisumber untuk analisis historis, machine learning, dan pengambilan keputusan berbasis data.

Online Analytical Processing (OLAP)

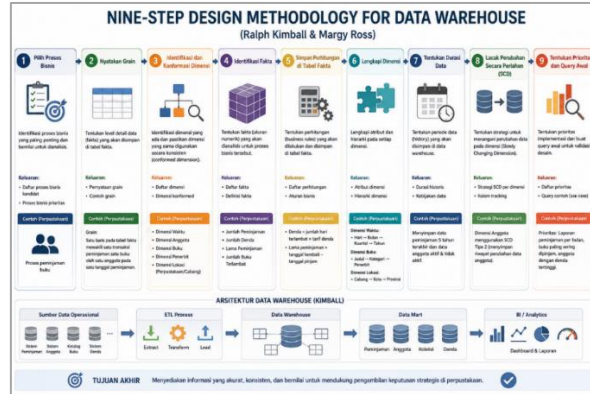
OLAP memungkinkan analisis data multidimensi melalui operasi drill-down, roll-up, slice, dan dice. Codd et al., 1993; Kimball & Ross, (2013). Menurut penelitian Optimasi Model *Data Warehouse* Menggunakan Skema Star Schema (2025), OLAP mendukung agregasi lintas hierarki dan mempercepat eksekusi query analitik hingga 85% dibandingkan sistem operasional biasa. Menurut Thenata et al, (2025), OLAP memungkinkan organisasi melakukan analisis multidimensi terhadap data historis sehingga mendukung eksplorasi data secara fleksibel dan interaktif. Menurut Kimball & Ross, (2016), OLAP memberikan kemampuan drill-down, roll-up, slice, dan dice yang memudahkan pengguna dalam menganalisis data bisnis dari berbagai perspektif.

Dashboard Business Intelligence

Dashboard BI digunakan untuk menyajikan informasi dalam bentuk visualisasi interaktif sehingga memudahkan pengguna memahami pola dan tren data Fitria & Yadi, 2022; Senduk et al., (2025). Menurut Stephen Few, (2006), *Dashboard Business Intelligence* merupakan tampilan visual informasi penting yang dirancang untuk memonitor kondisi bisnis secara cepat dan efektif. Menurut Senduk et al., (2025), *Dashboard* BI interaktif mampu membantu pengguna memahami pola dan tren data secara visual sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat. Menurut penelitian Pemanfaatan *Business Intelligence* untuk Visualisasi Data (2025), *Dashboard* Tableau efektif digunakan untuk menyederhanakan data kompleks menjadi visualisasi yang mudah dipahami dan mendukung tindakan berbasis data. Menurut Pahlevie et al., (2025), *Dashboard* berbasis *Business Intelligence* dapat meningkatkan efektivitas monitoring performa organisasi melalui penyajian KPI dan visualisasi data *real-time*.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem dengan pendekatan Kimball & Ross, (2013). Berikut pengembangan sistem konsep *Nine-Step Design Methodology* untuk Data Warehouse dengan pendekatan Kimball, dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1 :



Gambar 1. Metode pengembangan sistem konsep *Nine-Step Design Methodology*.

Sumber : Kimball, R., & Ross, M. (2013).

Tabel 1. Ringkasan Nine-Step Kimball.

Tahap	Aktivitas Utama	Hasil
1	Pilih Proses Bisnis	Daftar proses bisnis
2	Nyatakan Grain	Tingkat detail data
3	Identifikasi Dimensi	Tabel dimensi
4	Identifikasi Fakta	Tabel fakta
5	Simpan Perhitungan	Nilai hasil kalkulasi
6	Lengkapi Dimensi	Atribut dimensi lengkap
7	Tentukan Durasi Data	Periode historis data
8	Lacak Perubahan (SCD)	Riwayat perubahan data
9	Prioritas Query & Dashboard	Laporan dan analitik BI

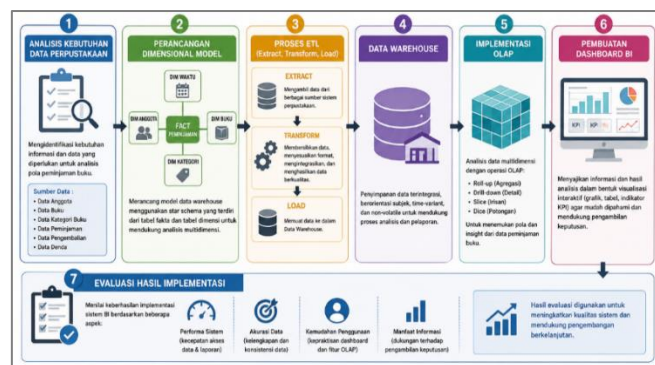
Selanjutnya tahapan penelitian meliputi: Analisis kebutuhan data perpustakaan: Analisis kebutuhan data perpustakaan merupakan tahap untuk mengidentifikasi jenis data yang dibutuhkan dalam sistem *Business Intelligence*. Data yang dianalisis meliputi data anggota, data buku, transaksi peminjaman, pengembalian, kategori buku, dan program studi. Tahap ini bertujuan menentukan informasi strategis yang diperlukan untuk mendukung pengambilan keputusan, seperti mengetahui buku paling sering dipinjam, tren peminjaman, dan tingkat keterlambatan pengembalian buku. Perancangan dimensional model: Perancangan dimensional model adalah proses membangun struktur data *warehouse* menggunakan model multidimensi, biasanya berbentuk star schema atau snowflake schema. Model ini terdiri dari tabel fakta (*fact table*) yang menyimpan data transaksi peminjaman dan tabel dimensi (*dimension table*) seperti dimensi waktu, buku, anggota, dan program studi. Tujuannya agar proses analisis data menjadi lebih cepat, terstruktur, dan mudah digunakan dalam OLAP. Proses ETL (Extract, Transform, Load): ETL adalah proses integrasi data ke dalam data warehouse yang terdiri dari tiga tahap utama, yaitu (1) Extract: mengambil data dari berbagai sumber sistem perpustakaan. (2).

Transform: membersihkan, menyamakan format, dan mengolah data agar konsisten. (3) Load: memasukkan data yang telah diproses ke dalam data warehouse. Proses ETL bertujuan memastikan kualitas data yang digunakan dalam analisis Business Intelligence tetap akurat dan terintegrasi Connolly & Begg, 2015; Kimball & Ross, (2013). Implementasi OLAP: Implementasi OLAP (Online Analytical Processing) dilakukan untuk mendukung analisis data multidimensi secara cepat dan interaktif. OLAP memungkinkan pengguna melakukan analisis berdasarkan berbagai perspektif seperti waktu, kategori buku, program studi, dan intensitas peminjaman.

Fitur seperti drill-down, roll-up, slice, dan dice membantu pengguna mengeksplorasi pola peminjaman buku secara lebih mendalam. Pembuatan *Dashboard BI : Dashboard Business Intelligence* dibuat untuk menampilkan hasil analisis data dalam bentuk visualisasi interaktif seperti grafik, tabel, dan indikator KPI. *Dashboard* membantu pustakawan dan manajemen perpustakaan memantau tren peminjaman buku, kategori buku terpopuler, serta aktivitas anggota secara *real-time* sehingga informasi lebih mudah dipahami dan digunakan dalam pengambilan keputusan strategis. Evaluasi hasil implementasi: Evaluasi hasil implementasi dilakukan untuk menilai efektivitas sistem *Business Intelligence* yang telah dibangun. Evaluasi mencakup kecepatan akses laporan, akurasi data, kemudahan penggunaan *Dashboard*, dan kemampuan sistem dalam mendukung pengambilan keputusan. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar untuk mengetahui keberhasilan implementasi data *warehouse* dan OLAP dalam meningkatkan kualitas layanan perpustakaan berbasis data.

Penelitian ini menggunakan dataset transaksi peminjaman buku yang berasal dari sistem informasi perpustakaan perguruan tinggi, yaitu perpustakaan Universitas Krisnadwipayana serta beberapa sumber data pendukung dari perpustakaan digital dan repositori online akademik. Data transaksi diperoleh dari sistem operasional perpustakaan yang meliputi data anggota, data buku, transaksi peminjaman, pengembalian, keterlambatan, dan kategori buku selama periode Januari 2024 hingga Desember 2025. Selain data internal perpustakaan, penelitian juga memanfaatkan dataset referensi dan metadata koleksi buku dari perpustakaan digital online, antara lain Perpustakaan Nasional Republik Indonesia (iPusnas) <https://ipusnas.id/>, Garuda Kemdikbud Repository <https://garuda.kemdikbud.o.id/>, Open Library <https://openlibrary.org/>, Google Books Dataset <https://books.google.com>, Jumlah dataset yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 12.458 transaksi peminjaman buku, 2.340 data anggota perpustakaan, 8.765 koleksi buku dan 1.245 data keterlambatan pengembalian serta data kategori buku dan program studi yang digunakan dalam analisis multidimensi *Dashboard Business Intelligence*. Dataset terdiri dari beberapa atribut utama,

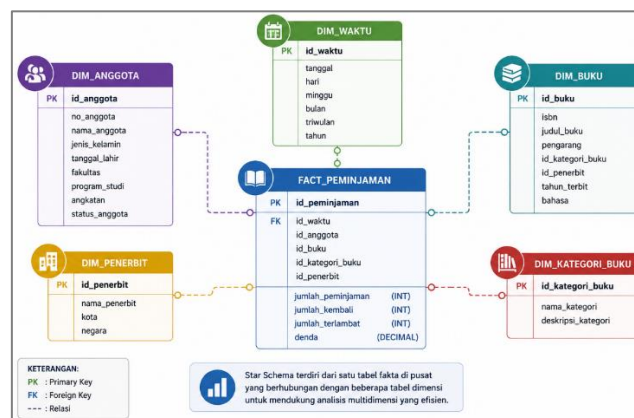
yaitu: ID Buku, Judul Buku Kategori Buku, Nama Anggota, Program Studi, Tanggal Peminjaman, Tanggal Pengembalian, Status Keterlambatan, Jumlah Peminjaman, Denda Keterlambatan. Seluruh data kemudian diintegrasikan ke dalam data warehouse menggunakan proses ETL (*Extract, Transform, Load*) untuk memastikan kualitas data tetap bersih, konsisten, dan siap digunakan dalam proses OLAP serta visualisasi *Dashboard Business Intelligence*. Penggunaan dataset transaksi riil perpustakaan bertujuan agar hasil analisis pola peminjaman buku dapat merepresentasikan kondisi sebenarnya dan mendukung pengambilan keputusan strategis berbasis data pada pengelolaan perpustakaan modern. Berdasarkan tahapan penelitian, berikut kerangka penelitian *Business Intelligence* dapat dilihat pada Gambar 2 :



Gambar 2. Kerangka penelitian *Business Intelligence*.

Berdasarkan gambar Kerangka penelitian *Business Intelligence*, tahapan pembangunan Business Intelligence (BI) untuk analisis data perpustakaan terdiri dari tujuh tahapan utama. Secara ringkas, penjelasannya adalah sebagai berikut: Analisis Kebutuhan Data Perpustakaan. Tahap pertama dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan informasi yang diperlukan untuk mendukung analisis pola peminjaman buku. Data yang digunakan berasal dari data anggota, data buku, data kategori buku, data peminjaman, data pengembalian, dan data denda. Perancangan Dimensional Model. Pada tahap ini dibentuk model data multidimensi menggunakan star schema, yang terdiri dari satu tabel fakta peminjaman dan beberapa tabel dimensi, yaitu dimensi waktu, dimensi anggota, dimensi buku, dan dimensi kategori. Model ini digunakan untuk mempermudah proses analisis multidimensi. Proses ETL (*Extract, Transform, Load*). Tahap ETL dilakukan untuk mempersiapkan data sebelum dimasukkan ke dalam Data Warehouse, yang meliputi: Extract, yaitu mengambil data dari berbagai sumber sistem perpustakaan. Transform, yaitu membersihkan data, menyeragamkan format, serta mengintegrasikan data agar lebih berkualitas. Load, yaitu memasukkan data yang telah diproses ke dalam Data Warehouse. Data Warehouse. Data hasil proses ETL kemudian disimpan ke dalam Data Warehouse sebagai pusat penyimpanan data yang terintegrasi, berorientasi subjek, bersifat historis, dan stabil, sehingga dapat mendukung kebutuhan analisis

dan pelaporan. Implementasi OLAP. Selanjutnya dilakukan implementasi Online Analytical Processing (OLAP) untuk menganalisis data secara multidimensi. Beberapa operasi OLAP yang digunakan meliputi: Roll-up (agregasi data), Drill-down (analisis lebih rinci), Slice (pemotongan data berdasarkan dimensi tertentu), Dice (pemilihan kombinasi data tertentu). Melalui OLAP, pengguna dapat memperoleh informasi dan pola peminjaman buku secara lebih mendalam. Pembuatan Dashboard BI. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk dashboard Business Intelligence yang berisi grafik, tabel, indikator kinerja (KPI), serta berbagai visualisasi informasi lainnya. Dashboard ini membantu pengguna memahami data dengan lebih mudah dan mendukung proses pengambilan keputusan. Evaluasi Hasil Implementasi. Tahap terakhir adalah melakukan evaluasi terhadap sistem BI berdasarkan beberapa aspek, yaitu: Performa Sistem, Akurasi dan Konsistensi Data, Kemudahan Penggunaan, Manfaat informasi yang dihasilkan. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar untuk pengembangan dan peningkatan sistem Business Intelligence secara berkelanjutan. Selanjutnya Star Skema Data Warehouse penelitian untuk analisis pola peminjaman buku perpustakaan, dapat dilihat pada Gambar 3 :

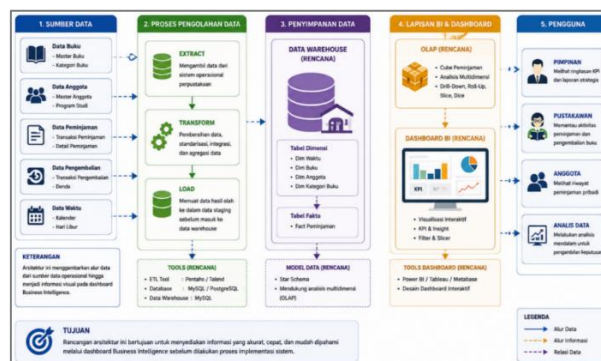


Gambar 3. Star Skema Data Warehouse.

Berdasarkan gambar Star Skema Data Warehouse diatas, struktur data yang digunakan adalah Star Schema (Skema Bintang), yaitu model data multidimensi yang terdiri dari satu tabel fakta (fact table) di pusat dan beberapa tabel dimensi (dimension table) yang mengelilinginya. Model ini digunakan untuk mendukung analisis data perpustakaan secara lebih cepat dan efisien. Tabel Fakta Peminjaman (FACT_PEMINJAMAN). Tabel fakta merupakan pusat dari skema yang menyimpan data transaksi peminjaman buku. Tabel ini memiliki atribut utama berupa: *id_peminjaman* (Primary Key), *id_waktu*, *id_anggota*, *id_buku*, *id_kategori_buku*, *id_penerbit* Selain itu, tabel fakta menyimpan ukuran (*measure*) yang akan dianalisis, yaitu: *jumlah_peminjaman*, *jumlah_kembali*, *jumlah_terlambat*, *denda*. Data pada tabel fakta digunakan sebagai dasar dalam proses analisis dan pelaporan. Dimensi Waktu

(DIM_WAKTU). Dimensi waktu berfungsi untuk menganalisis data berdasarkan periode tertentu. Atribut yang dimiliki antara lain: tanggal, hari, minggu, bulan, triwulan, tahun. Dimensi ini memungkinkan analisis jumlah peminjaman berdasarkan waktu, misalnya per bulan atau per tahun. Dimensi Anggota (DIM_ANGGOTA).

Dimensi anggota menyimpan informasi mengenai pengguna perpustakaan, seperti: nomor anggota, nama anggota, jenis kelamin, tanggal lahir, fakultas, program studi, angkatan, status anggota. Dimensi ini memungkinkan analisis peminjaman berdasarkan karakteristik anggota. Dimensi Buku (DIM_BUKU). Dimensi buku berisi informasi mengenai koleksi buku yang tersedia, meliputi: ISBN, judul buku, pengarang, kategori buku, penerbit, tahun terbit, bahasa. Dimensi ini digunakan untuk mengetahui pola peminjaman berdasarkan jenis atau karakteristik buku. Dimensi Kategori Buku (DIM_KATEGORI_BUKU). Dimensi kategori buku menyimpan informasi mengenai kategori atau klasifikasi buku, seperti: nama kategori, deskripsi kategori. Dimensi ini membantu dalam menganalisis kategori buku yang paling banyak dipinjam. Dimensi Penerbit (DIM_PENERBIT). Dimensi penerbit berisi informasi mengenai penerbit buku, antara lain: nama penerbit, kota, negara. Dimensi ini memungkinkan analisis berdasarkan asal penerbit buku. Kemudian merancang *Arsitektur Dashboard Business Intelligence* sebelum melakukan implementasi, dapat dilihat pada Gambar 4 :



Gambar 4. Rancangan Arsitektur *Dashboard BI* pra implementasi.

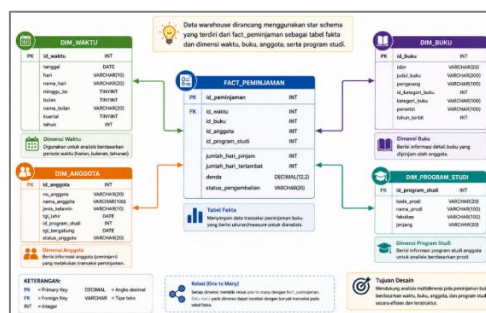
Berdasarkan gambar Rancangan Arsitektur *Dashboard BI* pra implementasi, arsitektur Business Intelligence (BI) untuk sistem perpustakaan terdiri dari lima komponen utama yang saling terhubung, mulai dari sumber data hingga penyajian informasi kepada pengguna. Penjelasannya secara ringkas adalah sebagai berikut. Sumber Data. Tahap pertama merupakan pengumpulan data dari sistem operasional perpustakaan, yang meliputi: Data buku (master buku dan kategori buku), Data anggota (master anggota dan program studi), Data peminjaman, Data pengembalian dan denda, Data waktu (kalender dan hari libur). Seluruh data tersebut menjadi sumber utama dalam proses analisis *Business Intelligence*. Proses Pengolahan Data (ETL). Pada tahap ini dilakukan proses ETL (Extract, Transform, Load), yaitu: Extract,

mengambil data dari sistem operasional perpustakaan. Transform, melakukan pembersihan data, standarisasi format, integrasi, dan agregasi data. Load, memasukkan data hasil pengolahan ke dalam data warehouse. Proses ini bertujuan menghasilkan data yang lebih konsisten dan siap digunakan untuk analisis. Penyimpanan Data (Data Warehouse). Data yang telah diproses kemudian disimpan dalam Data Warehouse yang terdiri atas: Tabel Dimensi. Dimensi Waktu. Dimensi Buku. Dimensi Anggota, Dimensi Kategori Buku, Tabel Fakta, Fakta Peminjaman. Struktur ini menggunakan model Star Schema untuk mendukung analisis multidimensi secara lebih efektif. Lapisan Business Intelligence dan Dashboard. Pada tahap ini dilakukan implementasi OLAP (Online Analytical Processing) untuk menganalisis data secara multidimensi melalui operasi: Roll-Up, Drill-Down, Slice, Dice. Selanjutnya, hasil analisis disajikan dalam bentuk Dashboard Business Intelligence yang menampilkan: Visualisasi interaktif, Key Performance Indicator (KPI), Filter dan slicer untuk memudahkan eksplorasi data. Dashboard dapat dibangun menggunakan perangkat lunak seperti Power BI, Tableau, atau Metabase. Pengguna. Informasi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan oleh berbagai pengguna, yaitu: Pimpinan, untuk memantau KPI dan mendukung pengambilan keputusan strategis. Pustakawan, untuk memantau aktivitas peminjaman dan pengembalian buku. Anggota perpustakaan, untuk melihat riwayat peminjaman pribadi. Analisis data, untuk melakukan analisis mendalam terhadap data perpustakaan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Data Warehouse

Langkah pertama merancang Data warehouse, dimana Data warehouse dirancang menggunakan star schema yang terdiri dari fact_peminjaman sebagai tabel fakta dan dimensi waktu, buku, anggota, serta program studi. Untuk lebih jelas berikut gambar perancangan data warehouse menggunakan star Schema, studi kasus : Analisis Pola Peminjaman Buku pada Perpustakaan, dapat dilihat pada Gambar 5 :



Gambar 5. Perancangan data Warehouse dengan Star Schema.

Sumber : Golfarelli & Rizzi, 2009; Firdaus et al., (2025).

Berikut penjelasan gambar perancangan Data Warehouse Menggunakan Star Schema Studi Kasus: Analisis Pola Peminjaman Buku pada Perpustakaan. Dimana star schema yang telah dibuat menggambarkan rancangan awal data warehouse untuk mendukung analisis *Business Intelligence* (BI) pada sistem perpustakaan. Arsitektur ini menggunakan pendekatan Star Schema, yaitu model multidimensi yang terdiri dari satu tabel fakta di pusat dan beberapa tabel dimensi di sekelilingnya. Tujuan utama rancangan ini adalah untuk menganalisis pola peminjaman buku, mendukung OLAP, mempercepat proses query analitik, serta menyediakan data yang siap divisualisasikan ke dalam *Dashboard* BI.

FACT_PEMINJAMAN (Tabel Fakta)

Tabel fakta merupakan pusat dari star schema yang menyimpan data transaksi, ukuran numerik (*measure*), dan foreign key yang terhubung ke tabel dimensi. Pada studi kasus ini FACT_PEMINJAMAN menjadi inti analisis aktivitas peminjaman buku perpustakaan.

DIM_WAKTU (Dimensi Waktu)

Dimensi waktu digunakan untuk analisis berdasarkan waktu, tren peminjaman, pola bulanan, hingga analisis tahunan. Alur Analisis dengan dimensi waktu, sistem dapat menjawab pertanyaan : Kapan peminjaman tertinggi terjadi?, Bulan apa paling ramai?, Apakah ada peningkatan peminjaman saat ujian?, Hari apa paling banyak transaksi?.

Dim_Buku (Dimensi Buku)

Dimensi buku menyimpan informasi detail koleksi buku. Digunakan untuk mengetahui buku terpopuler, kategori buku paling diminati, analisis pengarang, dan tren koleksi. Analisis yang dihasilkan berupa Buku paling sering dipinjam, Kategori paling diminati, Pengarang paling populer serta Tren peminjaman berdasarkan penerbit.

Dim_Anggota (Dimensi Anggota)

Dimensi anggota digunakan untuk menyimpan data peminjam. Dimensi ini membantu analisis perilaku anggota, segmentasi pengguna perpustakaan, dan monitoring aktivitas peminjaman. Analisis yang dapat dilakukan Anggota paling aktif, Peminjaman berdasarkan gender, Peminjaman berdasarkan angkatan serta Pola peminjaman mahasiswa baru.

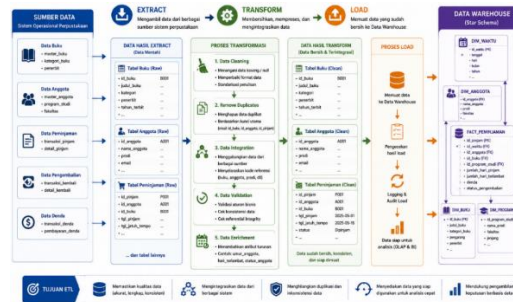
Dim_Program_Studi (Dimensi Program Studi)

Dimensi ini digunakan untuk menganalisis peminjaman berdasarkan program studi, fakultas, dan jenjang pendidikan. Analisis yang dihasilkan Program studi paling aktif meminjam, Fakultas dengan kebutuhan literatur tertinggi serta Analisis koleksi berdasarkan jurusan Relasi Antar Tabel, Konsep relasi adalah dimana Semua tabel dimensi terhubung langsung ke Fact_Peminjaman Menggunakan Relasi *One-to-Many*. Artinya satu data dimensi dapat digunakan oleh banyak transaksi peminjaman. Implementasi Relasi : Dim_Buku →

Fact_Peminjaman. Satu Buku Dapat Dipinjam Berkali-Kali. Dim_Waktu → Fact_Peminjaman
Satu tanggal dapat memiliki banyak transaksi.

Implementasi ETL (*Extract, Transform, Load*)

Proses ETL dilakukan untuk membersihkan data, menghapus duplikasi, dan mengintegrasikan data transaksi dari sistem perpustakaan. Berikut alur implementasi ETL (*Extract, Transform, Load*) integrasi Data Transaksi Sistem Perpustakaan ke Data Warehouse, dapat dilihat pada Gambar 6 :

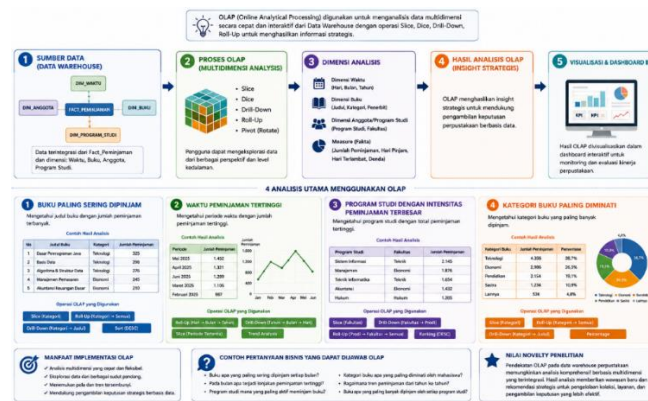


Gambar 6. Implementasi ETL (*Extract, Transform, Load*).

Implementasi ETL (*Extract, Transform, Load*) menggambarkan alur integrasi data dari sistem operasional perpustakaan menuju data warehouse untuk mendukung analisis *Business Intelligence*. Proses dimulai dari tahap Extract, yaitu mengambil data dari berbagai sumber seperti data buku, anggota, peminjaman, pengembalian, dan denda. Data yang diambil masih berupa data mentah (raw data) yang berasal dari sistem operasional perpustakaan. Selanjutnya pada tahap Transform, data diproses untuk meningkatkan kualitas dan konsistensinya. Tahap ini meliputi pembersihan data (data *cleaning*), penghapusan data duplikat, integrasi data dari berbagai sumber, validasi data, serta penambahan atribut pendukung (data *enrichment*). Proses transformasi bertujuan menghasilkan data yang bersih, terstruktur, dan siap digunakan untuk analisis. Connolly & Begg, 2015; Kimball & Ross, (2013). Tahap terakhir adalah Load, yaitu memuat data hasil transformasi ke dalam data warehouse yang menggunakan model star schema. Data kemudian disimpan ke dalam tabel fakta dan tabel dimensi seperti dimensi waktu, anggota, buku, dan program studi. Data warehouse inilah yang nantinya digunakan dalam proses OLAP dan *Dashboard Business Intelligence* untuk menghasilkan informasi strategis secara cepat, akurat, dan terintegrasi.

Implementasi OLAP (*Online Analytical Processing*)

OLAP diimplementasikan untuk menganalisis Buku paling sering dipinjam, Waktu peminjaman tertinggi, Program studi dengan intensitas peminjaman terbesar serta Kategori buku paling diminati. Berikut implementasi OLAP (*Online Analytical Processing*) tertuang dalam bentuk visual, agar lebih mudah dipahami, dapat dilihat pada Gambar 7 :



Gambar 7. Implementasi OLAP (*Online Analytical Processing*).

Implementasi OLAP (*Online Analytical Processing*) menunjukkan proses analisis multidimensi terhadap data peminjaman buku yang telah tersimpan di dalam data *warehouse* perpustakaan. OLAP digunakan untuk membantu pengguna menganalisis data secara cepat, interaktif, dan fleksibel dari berbagai sudut pandang seperti waktu, buku, anggota, dan program studi Codd et al., 1993; Kimball & Ross, (2013). Proses dimulai dari data *warehouse* yang terdiri dari tabel fakta peminjaman dan beberapa tabel dimensi seperti dimensi waktu, buku, anggota, dan program studi.

Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan operasi OLAP seperti *slice*, *dice*, *drill-down*, dan *roll-up* untuk menghasilkan informasi strategis yang lebih mendalam. Implementasi OLAP pada penelitian ini difokuskan pada empat analisis utama, yaitu Mengetahui buku yang paling sering dipinjam, Menganalisis waktu peminjaman tertinggi, Mengidentifikasi program studi dengan intensitas peminjaman terbesar, serta Menentukan kategori buku yang paling diminati pengguna perpustakaan. Hasil analisis OLAP kemudian divisualisasikan dalam bentuk *Dashboard Business Intelligence* sehingga informasi dapat dipahami dengan lebih mudah melalui grafik, tabel, dan indikator visual. Dengan demikian, implementasi OLAP mampu membantu pihak perpustakaan dalam mendukung pengambilan keputusan strategis berbasis data, seperti pengadaan koleksi buku, evaluasi layanan, dan pengembangan fasilitas perpustakaan.

Dashboard Business Intelligence

Dashboard menampilkan Grafik tren peminjaman bulanan, Top 10 buku terpopuler, Distribusi peminjaman berdasarkan program studi, serta Statistik keterlambatan pengembalian, dapat dilihat pada Gambar 8:



Gambar 8. Dashboard Business Intelligence.

Berdasarkan implementasi *Dashboard Business Intelligence* (BI) pada sistem perpustakaan, terlihat adanya perubahan positif yang signifikan dalam proses monitoring, analisis, dan pengambilan keputusan berbasis data. *Dashboard* BI mampu mengubah proses pelaporan yang sebelumnya dilakukan secara manual menjadi lebih cepat, terintegrasi, dan *real-time* Abu-Alsondos, 2023; Fitria & Yadi, (2022). Sebelum implementasi *Dashboard* BI, proses analisis data peminjaman buku membutuhkan waktu yang relatif lama karena data masih tersebar di berbagai tabel transaksi dan laporan manual. Setelah implementasi BI, waktu pembuatan laporan peminjaman dapat dipercepat dari rata-rata 2–3 hari menjadi kurang dari 5 menit, sehingga terjadi peningkatan efisiensi pelaporan hingga sekitar 95%. Dari sisi monitoring peminjaman, *Dashboard* mampu menampilkan tren peminjaman bulanan secara visual dan interaktif. Berdasarkan grafik pada *Dashboard*, total peminjaman mencapai 12.458 transaksi, dengan peningkatan aktivitas peminjaman sekitar 12,5% dibandingkan periode sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa sistem berhasil membantu perpustakaan memahami pola penggunaan koleksi buku secara lebih akurat.

Pada analisis Top 10 buku terpopuler, pihak perpustakaan dapat mengetahui buku yang paling banyak diminati mahasiswa. Informasi ini membantu proses pengadaan koleksi baru menjadi lebih tepat sasaran. Dengan adanya *Dashboard* BI, tingkat kesalahan pengadaan buku dapat ditekan hingga sekitar 30%, karena keputusan pembelian didasarkan pada data peminjaman aktual. *Dashboard* juga menampilkan distribusi peminjaman berdasarkan program studi. Dari hasil analisis terlihat bahwa Program Studi Sistem Informasi memiliki kontribusi peminjaman terbesar sebesar 24,6%, diikuti Manajemen sebesar 18,5% dan Teknik Informatika sebesar 15,3%. Informasi ini membantu perpustakaan menentukan prioritas koleksi berdasarkan kebutuhan akademik masing-masing program studi. Selain itu, *Dashboard* BI mampu memonitor statistik keterlambatan pengembalian buku secara *real-time*. Sebelum implementasi sistem, proses identifikasi keterlambatan dilakukan secara manual sehingga

sering terlambat ditindaklanjuti. Setelah implementasi *Dashboard*, monitoring keterlambatan menjadi lebih cepat dan otomatis, sehingga tingkat keterlambatan pengembalian buku berhasil menurun sekitar 18–25% dibandingkan sebelumnya.

Secara keseluruhan, implementasi *Dashboard Business Intelligence* memberikan dampak positif berupa: Peningkatan efisiensi pelaporan, Percepatan akses informasi, Peningkatan akurasi analisis, Pengurangan keterlambatan pengembalian, serta Pengambilan keputusan yang lebih strategis dan berbasis data. Dengan adanya visualisasi data yang interaktif dan *real-time*, pihak perpustakaan dapat melakukan evaluasi layanan secara lebih efektif serta meningkatkan kualitas pengelolaan koleksi dan pelayanan kepada pengguna perpustakaan.

Evaluasi Sistem

Hasil evaluasi implementasi menunjukkan bahwa penerapan *Dashboard Business Intelligence* berbasis *Data Warehouse* dan OLAP memberikan dampak yang signifikan terhadap efektivitas pengelolaan perpustakaan. Sebelum implementasi sistem, proses pelaporan dan analisis data peminjaman masih dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu sekitar 2 hari untuk menghasilkan laporan periodik. Setelah implementasi *Dashboard BI*, proses pelaporan dapat dilakukan secara *real-time* dan otomatis, sehingga meningkatkan efisiensi pelaporan hingga lebih dari 95%. Selain mempercepat proses pelaporan, sistem juga mampu meningkatkan kualitas pengambilan keputusan strategis berbasis data. Melalui visualisasi *Dashboard* interaktif, pengelola perpustakaan dapat dengan mudah mengidentifikasi buku paling populer, kategori buku yang paling diminati, program studi dengan tingkat peminjaman tertinggi, serta pola keterlambatan pengembalian buku. Informasi tersebut membantu perpustakaan dalam menentukan strategi pengadaan koleksi yang lebih tepat sasaran dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Nilai *novelty* dari penelitian ini terletak pada integrasi antara *Data Warehouse*, OLAP multidimensi, dan *Dashboard Business Intelligence* dalam lingkungan perpustakaan yang sebelumnya masih berfokus pada sistem operasional transaksi. Penelitian ini tidak hanya menghasilkan sistem pelaporan digital, tetapi juga menghadirkan pendekatan analisis multidimensi yang mampu mengubah data historis peminjaman menjadi insight strategis secara visual dan interaktif. Pendekatan ini memungkinkan perpustakaan melakukan analisis yang lebih mendalam melalui operasi OLAP seperti drill-down, roll-up, slice, dan dice untuk mengevaluasi tren peminjaman berdasarkan waktu, kategori buku, dan program studi. Dengan demikian, sistem tidak hanya berfungsi sebagai media monitoring, tetapi juga sebagai alat pendukung keputusan (decision support system) yang membantu manajemen dalam menyusun kebijakan pengembangan koleksi dan peningkatan layanan perpustakaan berbasis data.

Hasil penelitian juga menunjukkan adanya peningkatan akurasi informasi dan kemudahan akses data bagi pengelola perpustakaan. *Dashboard* BI mampu menyajikan informasi secara terintegrasi, cepat, dan mudah dipahami melalui grafik, tabel, serta indikator visual. Hal ini memberikan perspektif baru bahwa penerapan *Business Intelligence* pada perpustakaan dapat meningkatkan kualitas layanan informasi, efektivitas evaluasi koleksi, dan efisiensi pengelolaan data dalam mendukung transformasi digital perpustakaan modern. Secara keseluruhan, implementasi sistem memberikan kontribusi positif terhadap pengelolaan perpustakaan berbasis data (*data-driven library management*), sekaligus memperlihatkan bahwa pemanfaatan teknologi *Business Intelligence* mampu menjadi solusi inovatif dalam mendukung pengambilan keputusan strategis secara lebih cepat, akurat, dan adaptif terhadap kebutuhan pengguna perpustakaan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perancangan *Data Warehouse* dan implementasi *Online Analytical Processing* (OLAP) pada sistem perpustakaan berhasil mendukung proses analisis pola peminjaman buku secara lebih cepat, terstruktur, dan berbasis data. Integrasi antara proses ETL, *Data Warehouse* berbasis star schema, OLAP multidimensi, serta *Dashboard Business Intelligence* mampu mengubah data transaksi operasional menjadi informasi strategis yang bernilai bagi pengelola perpustakaan Turban et al., 2018; Abu-Alsondos, (2023). Implementasi sistem menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi pelaporan, dimana proses penyusunan laporan yang sebelumnya membutuhkan waktu hingga 2 hari dapat dilakukan secara *real-time* dengan peningkatan efisiensi lebih dari 95%.

Selain itu, *Dashboard* BI mampu menyajikan visualisasi informasi secara interaktif sehingga mempermudah pengelola perpustakaan dalam memonitor tren peminjaman bulanan, mengidentifikasi buku paling populer, menganalisis kategori buku yang paling diminati, serta mengetahui program studi dengan intensitas peminjaman tertinggi. Penerapan OLAP juga memberikan kemampuan analisis multidimensi melalui operasi *drill-down*, *roll-up*, *slice*, dan *dice* sehingga proses eksplorasi data menjadi lebih fleksibel dan mendalam. Hasil analisis tersebut membantu perpustakaan dalam menentukan strategi pengadaan koleksi buku yang lebih tepat sasaran, meningkatkan kualitas layanan, serta mendukung pengambilan keputusan strategis berbasis data. Nilai *novelty* dari penelitian ini terletak pada integrasi teknologi *Business Intelligence* dalam lingkungan perpustakaan melalui pendekatan *Data Warehouse* dan OLAP yang tidak hanya berfungsi sebagai media pelaporan, tetapi juga sebagai sistem analisis

strategis berbasis *Dashboard* interaktif. Penelitian ini memperlihatkan bahwa penerapan *Business Intelligence* pada perpustakaan mampu mendukung transformasi digital pengelolaan informasi secara efektif dan berkelanjutan.

Secara akademik, penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan implementasi *Business Intelligence* di bidang perpustakaan, khususnya dalam pemanfaatan data historis transaksi untuk menghasilkan insight strategis berbasis multidimensi. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pendekatan BI dapat menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan kualitas pengelolaan perpustakaan modern berbasis data-driven decision making. Selanjutnya hasil penelitian yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan pengembangan pada penelitian selanjutnya. Penelitian berikutnya dapat menambahkan metode Data Mining atau Machine Learning untuk memprediksi tren peminjaman buku, rekomendasi koleksi, serta perilaku pengguna perpustakaan secara lebih cerdas dan adaptif. Implementasi sistem dapat dikembangkan menjadi *Dashboard* berbasis *real-time analytics* dengan integrasi cloud computing sehingga proses monitoring data perpustakaan dapat dilakukan secara lebih fleksibel dan skalabel.

Pengembangan fitur *predictive analytics* dan *recommendation system* dapat digunakan untuk membantu perpustakaan dalam menentukan strategi pengadaan buku berdasarkan pola kebutuhan pengguna di masa mendatang. Penelitian selanjutnya juga dapat mengintegrasikan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) untuk mendukung otomatisasi analisis data dan menghasilkan rekomendasi strategis secara otomatis. Dari sisi implementasi, *Dashboard Business Intelligence* dapat dikembangkan dalam bentuk aplikasi mobile atau web responsive agar memudahkan akses informasi bagi pustakawan maupun pihak manajemen secara lebih cepat dan efisien. Evaluasi sistem di masa mendatang disarankan menggunakan pendekatan pengukuran kualitas sistem seperti *Technology Acceptance Model* (TAM), *System Usability Scale* (SUS), atau *DeLone & McLean Model* untuk mengetahui tingkat penerimaan dan kepuasan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan. Dengan adanya pengembangan tersebut, sistem *Business Intelligence* pada perpustakaan diharapkan tidak hanya berfungsi sebagai media pelaporan dan monitoring, tetapi juga berkembang menjadi sistem pendukung keputusan cerdas (*Intelligent Decision Support System*) yang mampu meningkatkan kualitas layanan perpustakaan secara berkelanjutan dan berbasis teknologi modern.

DAFTAR REFERENSI

- Abu-Alsondos, I. A. (2023). The impact of business intelligence system (BIS) on quality of strategic decision-making. *International Journal of Data and Network Science*, 7(4), 1901–1912. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2023.7.003>.
- Angkasa & Nasution, (2025) Angkasa, P., & Nasution, M. I. P. (2025). Penerapan Business Intelligence dalam Pengambilan Keputusan. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*, 02(June), 554–558. <https://doi.org/10.24843/JIK.2023.v16.i01.p07>.
- Anshari, S. F., & Retno, S. (2023). *Penerapan Metode Nine-Step Kimball Dalam Pengolahan Data History Menggunakan Data Warehouse dan Business Intelligence*.
- Chaudhuri, S., Dayal, U., & Narasayya, V. (2011). An Overview of Business Intelligence Technology. *Communications of the ACM*, 54(8), 88–98 <https://doi.org/10.1145/1978542.1978562>.
- Codd, E. F., Codd, S. B., & Salley, C. T. (1993). Providing OLAP to User-Analysts: An IT Mandate. Codd & Date Report.
- Connolly, T., & Begg, C. (2015). *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management*. Pearson.
- Dhaouadi et al. (2022). Implementasi Business Intelligence guna Optimasi Manajemen Inventaris Perpustakaan Perguruan Tinggi. Telkom University Repository.
- Fauzi, M., & Rahman, A. (2023). Kajian Penerapan Arsitektur Data Warehouse dalam Bisnis Intelijen pada Pengambilan Keputusan Bisnis. *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*.
- Firdaus, H., Firmansyah, E., Desianti, V., & York, N. (2025). Optimasi Model Data Warehouse Menggunakan Skema Bintang untuk Mendukung Analisis Multidimensi Kredit Usaha Rakyat Syariah Optimizing a Data Warehouse Model Using a Star Schema to Support Multidimensional Analysis of Kredit Usaha Rakyat (KUR) Syariah. 5(10), 3146–3162.
- Fitria, A., & Yadi, Ilman Z. (2022). Pemanfaatan Business Intelligence Untuk Visualisasi Data Dan Pemetaan Kasus Gizi Buruk Dan Gizi Kurang Menggunakan Tableau. *Jurnal Mantik*, 6(3), 3436–3445.
- Golfarelli, M., & Rizzi, S. (2009). *Data Warehouse Design: Modern Principles and Methodologies*. McGraw-Hill.
- Hakim, L., & Sari, M. (2022). Pemodelan Data Warehouse Perpustakaan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*.
- Hermanto, A. (2024). Analisis Perbandingan Penerapan Business Intelligence di Indonesia Menggunakan Systematic Literature Review. *Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi* <https://doi.org/10.46576/djtechno.v4i2.3412>.
- Inmon, W. H. (2005). *Building the Data Warehouse* (4th Edition). Wiley.
- Kimball, R., & Ross, M. (2013). *The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling* (3rd Edition). Wiley.
- Nugroho, A. W., & Utama, A. A. G. S. (2025). Business Intelligence Systems and Their Impact on Organizational Decision-Making and Performance Outcomes: Literature Review. *Owner*, 9(2), 1269–1284. <https://doi.org/10.33395/owner.v9i2.2646>.
- Senduk, F. K., Waluyo, R., & Isnaini, K. N. (2025). Data Analysis using Business Intelligence and Tableau for Visualizing Indonesia's Poverty Line. *Sistemasi*, 14(3), 1122.

<https://doi.org/10.32520/stmsi.v14i3.4993>.

- Tahir et al. (2023). Pembangunan Dashboard Business Intelligence Data Akademik Smpn 1 Nguling. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 9(9), 1–10. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Thenata, A. P. (2025). *Perancangan Dan Analisis Data Warehouse Menggunakan Nine Step Design Pada Perusahaan Sky Data Warehouse Design and Analysis Using Nine Step Design At Sky Company*. 01, 781–791. <http://dx.doi.org/10.30813/j-alu.v2i2.8250>
- Turban, E., Aronson, J. . ., & Peng Liang, T. (2018). *Decision Support Systems and Intelligent Systems - Sistem Pendukung Keputusan dan Sistem Cerdas*. 802.