

Integrasi Data Penelitian dan Pengabdian Dosen untuk Monitoring Berbasis Data Warehouse

Yunita Amalia¹, Nahrin Hartono², Asrul Azhari Muin^{3*}

^{1,2,3} Jurusan Sistem Informasi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Indonesia
¹ amaliayunita32@gmail.com, ² nahrinhartono@gmail.com, ³ asrul.muin@uin-alauddin.ac.id

Diajukan: 27 Januari 2026 | Direvisi: 30 Januari 2026 | Diterima: 6 Februari 2026 | Diterbitkan: 9 Februari 2026

Abstract

The management of research and community service data in higher education institutions requires an integrated system to support effective monitoring and reporting processes. At UIN Alauddin Makassar, research and community service data were previously stored separately in Microsoft Excel files managed by different staff members, which caused difficulties in data processing, retrieval, and comprehensive analysis. This study aims to design a data warehouse-based monitoring system capable of integrating more than 2,000 research and community service records of lecturers. The method used is applied research with an information system design and development approach, involving data warehouse architecture design and the implementation of the extract, transform, and load (ETL) process. System evaluation was conducted through functional testing (black box testing) and performance testing based on data retrieval response time. The results show that the proposed system is able to integrate data in a structured manner, reduce data duplication, and improve search efficiency by 86,1% compared to the manual Excel-based method. The system generates monitoring reports in the form of a web-based dashboard that facilitates LP2M in monitoring and evaluating lecturers' research and community service activities. The contribution of this study lies in the application of a data warehouse as an efficient data integration solution to support the monitoring and reporting of lecturers' performance.

Keywords: Data Warehouse, Monitoring, Lecturer Research, Community Service, Dashboard

Abstrak

Pengelolaan data penelitian dan pengabdian dosen di perguruan tinggi memerlukan sistem yang terintegrasi agar proses monitoring dan pelaporan dapat dilakukan secara efektif. Di UIN Alauddin Makassar, data penelitian dan pengabdian dosen masih tersimpan secara terpisah dalam bentuk file Microsoft Excel yang dikelola oleh staf yang berbeda, sehingga menyulitkan proses pengolahan, pencarian, dan analisis data secara menyeluruh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring berbasis data warehouse yang mampu mengintegrasikan lebih dari 2.000 data penelitian dan pengabdian dosen. Metode yang digunakan adalah penelitian terapan dengan pendekatan rancang bangun sistem informasi melalui perancangan arsitektur data warehouse dan penerapan proses extract, transform, dan load. Evaluasi sistem dilakukan melalui pengujian fungsional (black box testing) dan pengujian kinerja (performance testing) berdasarkan waktu respon pencarian data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengintegrasikan data secara terstruktur, mengurangi duplikasi data, serta meningkatkan efisiensi proses pencarian sebesar 86,1% dibandingkan metode manual berbasis excel. Sistem ini menghasilkan laporan monitoring dalam bentuk dashboard berbasis web yang memudahkan pihak LP2M dalam memantau dan mengevaluasi kegiatan penelitian dan pengabdian dosen. Kontribusi penelitian ini terletak pada penerapan data warehouse sebagai solusi integrasi data yang efisien untuk mendukung proses monitoring dan pelaporan kinerja dosen.

Kata kunci: Data Warehouse, Monitoring, Penelitian dosen, pengabdian dosen, dashboard

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-NC-SA 4.0). Copyright (C) Author's.



1. PENDAHULUAN

Pengelolaan data penelitian dan pengabdian kepada masyarakat merupakan bagian penting dalam mendukung pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi [1]. Setiap civitas akademika memiliki tanggung jawab untuk melaksanakan Tri Dharma yang meliputi pendidikan dan pengajaran, penelitian, serta pengabdian kepada masyarakat secara berkelanjutan. Kegiatan penelitian dan pengabdian yang dilakukan oleh dosen tidak hanya menjadi kewajiban akademik, tetapi juga berperan sebagai indikator kinerja institusi serta berkontribusi terhadap peningkatan mutu perguruan tinggi [2]. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pengelolaan data yang mampu mendukung proses monitoring dan pelaporan secara efektif dan berkelanjutan. Dalam praktiknya, pengelolaan data penelitian dan pengabdian dosen di perguruan tinggi masih menghadapi berbagai kendala, terutama terkait keterpisahan sumber data dan pengelolaan yang belum terintegrasi. Data penelitian dan pengabdian umumnya tersimpan dalam format excel yang dikelola secara terpisah oleh unit atau staf yang berbeda. Kondisi tersebut menyebabkan kesulitan dalam proses

pengolahan, pencarian, dan analisis data secara menyeluruh, serta berpotensi menimbulkan duplikasi data. Selain itu, keterbatasan sistem monitoring yang terintegrasi menyebabkan proses evaluasi kegiatan penelitian dan pengabdian dosen tidak dapat dilakukan secara optimal.

Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) bertanggung jawab dalam mengelola serta memonitor kegiatan penelitian dan pengabdian dosen dari berbagai fakultas. Namun pengelolaan dan penyimpanan data penelitian dan pengabdian dosen masih tersimpan dalam format excel yang dikelola secara personal oleh admin atau staf pada unit kerja yang berbeda. Permasalahan tersebut semakin kompleks ketika terjadi pergantian staf pengelola, ketiadaan mekanisme serah terima data yang terdokumentasi menyebabkan data penelitian dan pengabdian pada periode sebelumnya sulit ditelusuri kembali, bahkan berisiko hilang. Kondisi ini berdampak langsung pada proses monitoring, khususnya ketika dibutuhkan data historis untuk penyusunan laporan berdasarkan periode waktu tertentu. Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, perguruan tinggi dituntut untuk memanfaatkan teknologi dalam mendukung pengelolaan data yang lebih efektif dan efisien, teknologi informasi berperan penting dalam meningkatkan kualitas pengelolaan data akademik, khususnya dalam mendukung proses pengambilan keputusan berbasis data. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan data warehouse sebagai pusat penyimpanan data terintegrasi. Data warehouse merupakan sistem penyimpanan data terpusat yang mendukung proses extract, transform dan load (ETL), sehingga data tersimpan secara konsisten dan siap untuk dianalisis [3]. ETL merupakan suatu kumpulan dari proses untuk mengambil maupun memproses data dari satu atau banyak sumber sehingga menjadi sumber baru. Penerapan integrasi data bertujuan untuk menyatukan data yang terpisah akibat penyimpanan yang berbeda-beda [4]. ETL dapat dikatakan sebagai kunci utama dalam data warehouse yang memegang peran penting dalam data warehouse. ETL terdiri dari tiga proses besar, yaitu Extract (sistem membaca data dari satu atau lebih sumber data), Transform (mengubah data yang telah diperoleh dari proses Extract dan kemudian mengubahnya ke dalam format tertentu sebelum kemudian disimpan dalam data warehouse), dan Load (proses memasukkan data ke dalam data warehouse) [5].

Penelitian terkait pengelolaan data penelitian dan pengabdian dosen telah banyak dilakukan dalam beberapa tahun terakhir. Salah satunya adalah penelitian oleh Insani et al. [6] yang berjudul “Perancangan Data Warehouse untuk Menunjang Akreditasi Program Studi”, yang bertujuan merancang data warehouse sebagai repositori data terpusat untuk mendukung kebutuhan akreditasi program studi. Penelitian tersebut menekankan pentingnya integrasi data penelitian dan pengabdian dalam mendukung penyusunan laporan kinerja dan evaluasi institusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan data warehouse mampu menyediakan data yang lebih terstruktur dan mudah diakses untuk kebutuhan akreditasi. Permana et al. [7] dalam penelitiannya yang berjudul “Perancangan Data Warehouse Perguruan Tinggi Untuk Kinerja Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat” bertujuan untuk menyediakan repositori data terpusat guna mendukung kebutuhan akreditasi program studi berbasis IAPS 4.0, khususnya pada pengisian Laporan Kinerja Program Studi (LKPS) dan Laporan Evaluasi Diri (LED). Metode yang digunakan adalah pendekatan lima langkah dengan skema snowflake yang terdiri atas satu tabel fakta dan sepuluh tabel dimensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gudang data yang dirancang mampu menyediakan data kualitatif dan kuantitatif yang dibutuhkan untuk akreditasi, meskipun masih ditemukan perbedaan orientasi data akibat karakteristik sumber data yang beragam.

Fokus utama penelitian sebelumnya terletak pada perancangan dan pemanfaatan data warehouse sebagai sarana integrasi dan penyajian data untuk kebutuhan pelaporan dan akreditasi. Namun, pembahasan mengenai pengelolaan data mentah yang masih dikelola secara manual dalam berbagai file excel, belum menjadi fokus utama. Celah penelitian yang diangkat dalam penelitian ini adalah minimnya kajian yang membahas mekanisme integrasi data penelitian dan pengabdian dosen yang bersumber dari input manual berbasis file Excel, dengan inkonsistensi format dan potensi duplikasi data. Selain itu, aspek keberlanjutan pengelolaan data historis akibat pergantian staf pengelola juga belum banyak dibahas secara teknis dalam penelitian sebelumnya. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengembangkan sistem data warehouse yang dilengkapi mekanisme file-based upload serta prosedur Extract, Transform, Load (ETL) yang dirancang untuk melakukan normalisasi, pembersihan, dan penyimpanan data hasil input manual secara terpusat. Pendekatan ini bertujuan untuk menjamin keberlanjutan informasi institusional, sehingga data penelitian dan pengabdian dosen tidak lagi bergantung pada keberadaan staf pengelola tertentu. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan dashboard monitoring berbasis web untuk mendukung proses monitoring dan pelaporan di lingkungan LP2M secara lebih efisien.

2. METODE PENELITIAN/ALGORITMA

2.1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian terapan (applied research) dengan pendekatan rancang bangun (applied engineering). Pendekatan ini dipilih karena fokus penelitian adalah mengembangkan solusi teknologi berupa sistem monitoring berbasis data warehouse untuk menyelesaikan masalah fragmentasi data di LP2M UIN Alauddin Makassar.

2.2. Sumber Data

Data yang digunakan berasal dari data sekunder LP2M UIN Alauddin Makassar. Dataset ini terdiri dari 2 file excel yang mencakup 783 record data penelitian dan 2055 record data pengabdian masyarakat dari periode 2020 hingga 2025 (Total 2.838 record). Dataset ini memiliki tantangan berupa duplikasi yang memerlukan penanganan pada tahap ETL.

2.3. Metode Pengumpulan Data

a. Dokumentasi

Dokumentasi digunakan sebagai teknik pengumpulan data sekunder yang diperlukan dalam proses pengembangan sistem. Sumber data berasal dari laporan kegiatan penelitian dan pengabdian dosen yang telah dihimpun oleh LP2M. Selanjutnya, data yang diperoleh ditelaah untuk memahami pola, struktur, serta kebutuhan data yang akan dimanfaatkan dalam perancangan data warehouse.

b. Library Research

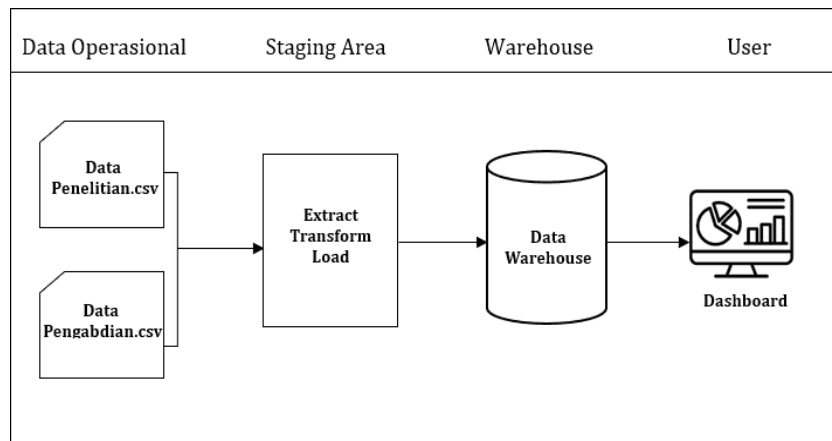
Studi pustaka dilakukan dengan mengkaji berbagai sumber literatur yang relevan, seperti jurnal yang membahas topik data warehouse, sistem informasi, teknologi, serta dashboard monitoring. Literatur tersebut dimanfaatkan sebagai landasan teori dan referensi dalam proses perancangan hingga implementasi sistem.

2.4. Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Teknik pengolahan data dalam penelitian ini merupakan bagian dari metode rancang bangun sistem yang diimplementasikan melalui proses *Extract, Transform, and Load* (ETL). Tahap extract data penelitian dan pengabdian diperoleh LP2M sebagai unit pengelola data. Data yang diekstraksi tidak langsung dimasukkan ke dalam gudang data utama, melainkan disimpan terlebih dahulu pada staging area. Tahap ini berfungsi sebagai area penampungan sementara untuk memisahkan data sumber dengan data yang akan diproses, sehingga integritas data asli tetap terjaga dan proses pengolahan dapat dilakukan secara terkontrol. Pada tahap transform, dilakukan proses pembersihan dan penyesuaian data (data cleaning) untuk menangani ketidakkonsistenan format data akibat pengelolaan manual. Proses transformasi mencakup trimming atau penghapusan spasi berlebih pada atribut kunci (NIDN/NIP, nama dosen, email, prodi, fakultas) agar data dapat dikenali secara konsisten oleh sistem, konversi dan penyesuaian berbagai format tanggal ke dalam format DD-MM-YYYY, serta penghapusan data ganda yang teridentifikasi berdasarkan kombinasi atribut nama dosen, judul kegiatan, dan tahun pelaksanaan. Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan konsistensi data sebelum dimuat ke dalam data warehouse. Tahap load merupakan proses pemuatan data yang telah melalui tahap pembersihan dan validasi ke dalam data warehouse. Data disimpan dalam struktur data warehouse yang dirancang menggunakan model Star Schema, sehingga data penelitian dan pengabdian dapat diakses secara terpusat, konsisten, serta mendukung kebutuhan monitoring dan pelaporan secara berkelanjutan.

2.5. Arsitektur Data Warehouse

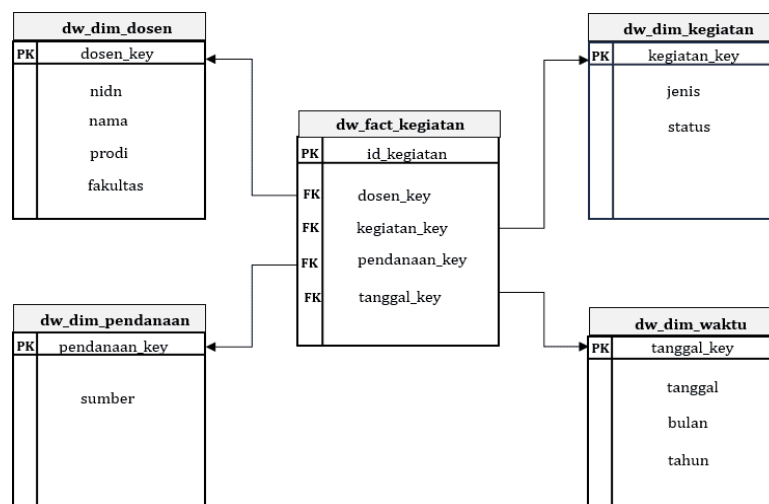
Integrasi Data merupakan proses menggabungkan data dari berbagai sumber menjadi satu kesatuan yang terintegrasi dan dapat diakses secara efisien dalam rangka mendukung manajemen informasi di dalam sebuah lingkungan kerja [8]. Dalam arsitektur data warehouse, integrasi data dilakukan melalui tahapan ETL (*Extract, Transform, Load*). Proses ini mencakup pengambilan data dari berbagai sumber, pembersihan, penyesuaian format, dan standarisasi agar data konsisten sebelum dimuat ke dalam data warehouse.



Gambar 1. Arsitektur Data Warehouse

Gambar 1 arsitektur di atas menggambarkan alur pengolahan data dalam sistem data warehouse yang dibangun. Data yang diunggah oleh admin pertama-tama disimpan di staging area sebagai data mentah. Tahap ini berfungsi untuk menampung data dari sumber sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Selanjutnya, data dari staging area diproses melalui tahapan Extract, Transform, dan Load (ETL) untuk dilakukan pembersihan dan penyesuaian format. Data yang telah melewati proses ETL kemudian dimuat ke dalam data warehouse yang dirancang menggunakan star schema. Data warehouse ini selanjutnya menjadi sumber informasi yang digunakan untuk menyajikan data dalam bentuk dashboard berbasis website.

Skema basis data merupakan representasi kumpulan entitas beserta hubungan di antara entitas tersebut yang membentuk struktur data. Untuk implementasinya, sebuah data warehouse membutuhkan model skema yang sederhana dan berorientasi pada subjek tertentu agar proses analisis data dapat berjalan lebih efisien [9]. Skema bintang adalah salah satu model perancangan data warehouse yang umum digunakan untuk data dimesional. Nama skema ini berasal dari pola hubungan antara tabel fakta dan tabel dimensi, yang membentuk struktur mirip bintang. Pada struktur ini, Tabel fakta yang berada ditengah dengan dikelilingi tabel dimensi. Tabel fakta mengandung satu kunci gabungan yang tersusun dari primary key dari tabel dimensi [10]. Sebuah skema dikatakan star jika tabel dimensinya melakukan join secara langsung ke tabel fakta [11]. Berikut adalah gambar skema bintang pada data penelitian dan pengabdian dosen :



Gambar 2. Star Schema

Pada Gambar 2 menerangkan skema bintang terdiri dari satu tabel fakta, yaitu *dw_fact_kegiatan*, yang terhubung dengan empat tabel dimensi: dimensi dosen, dimensi kegiatan, dimensi pendanaan, dan dimensi waktu. Tabel fakta berisi data utama terkait kegiatan penelitian dan pengabdian dosen, sedangkan tabel dimensi menyediakan informasi tambahan yang memungkinkan analisis data dilakukan secara multidimensi.

2.6. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode agile. Metode agile adalah metode yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak yang disebut dengan Software Development Life Cycle. Metode agile menghadirkan pendekatan iteratif, fleksibel dan adaptif untuk merespon dengan cepat terhadap perubahan sehingga memungkinkan penyesuaian sistem dilakukan sesuai dengan kebutuhan pengguna selama proses pengembangan [12]. Metode agile mendukung pengembangan sistem data warehouse dan dashboard monitoring secara bertahap dan terstruktur. Melalui pendekatan ini, integrasi data penelitian dan pengabdian dosen dapat disesuaikan dengan perubahan kebutuhan tanpa mengganggu keseluruhan sistem. Metode agile terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut :



Gambar 3. Tahapan metode agile

a. Perencanaan (Planning)

Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi permasalahan yang ada dengan melihat kondisi sistem saat ini, di mana pengelolaan data penelitian dan pengabdian dosen masih tersebar dalam berbagai file Excel dan belum terhubung secara terpadu. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap kebutuhan sistem, termasuk kebutuhan data dan laporan monitoring. Tahap ini menghasilkan rumusan kebutuhan sistem serta rencana pengembangan data warehouse.

b. Perancangan Desain (Design)

Tahap perancangan bertujuan untuk memvisualisasikan solusi sistem yang akan dikembangkan. Pada tahap ini, dilakukan desain arsitektur sistem, pembuatan skema data warehouse menggunakan skema bintang, perancangan alur proses ETL (Extract, Transform, Load), serta pembuatan mockup antarmuka sistem. Perancangan ini dimaksudkan agar sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan mudah diterapkan.

c. Pengembangan (Development)

Rancangan sistem kemudian diwujudkan dalam bentuk program. Tahap pengembangan mencakup pembuatan database data warehouse, pelaksanaan proses ETL untuk memindahkan data dari sumber ke data warehouse, serta pengembangan dashboard berbasis web untuk laporan monitoring penelitian dan pengabdian dosen. Pengembangan dilakukan secara bertahap, dengan kemungkinan penyesuaian berdasarkan evaluasi pada setiap siklus iterasi.

d. Pengujian (Testing)

Pada tahap ini, dilakukan pengujian untuk memastikan program berfungsi sebagaimana mestinya. Pengujian dapat dilakukan menggunakan metode blackbox, sehingga jika ditemukan kesalahan, penyebabnya dapat diidentifikasi dengan lebih mudah. Selain black box pengujian performance testing juga digunakan agar dapat menggambarkan tingkat efisiensi sistem dalam mendukung proses monitoring dan pelaporan data penelitian dan pengabdian dosen.

e. Dokumentasi

Pada tahap ini, proses pengembangan sistem didokumentasikan secara sistematis. Dokumentasi meliputi struktur database, alur proses ETL, serta penjelasan fungsi-fungsi sistem. Dokumentasi ini bertujuan untuk memudahkan pemeliharaan dan pengembangan sistem di masa mendatang.

f. Implementasi

Tahap implementasi adalah proses penerapan sistem yang telah dikembangkan berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sebelumnya. Pada tahap ini, sistem data warehouse beserta dashboard laporan monitoring penelitian dan pengabdian dosen diterapkan agar dapat digunakan oleh admin dan pimpinan. Proses implementasi mencakup penerapan sistem di lingkungan operasional, pengaturan hak akses pengguna sesuai peran masing-masing, serta penyediaan fitur monitoring yang menyajikan informasi penelitian dan pengabdian dosen secara terintegrasi.

2.7. Metode Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat menjalankan proses ekstraksi, transformasi, dan load data (ETL) secara tepat, serta mampu menampilkan hasil yang sesuai pada dashboard. Black Box Testing juga dikenal sebagai pengujian fungsional yang bertujuan untuk memastikan bahwa fungsionalitas sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan tanpa harus mengetahui detail implementasi internal sistem [13]. Black-Box Testing merupakan metode pengujian yang berfokus pada persyaratan, dengan tujuan untuk dapat menemukan adanya kemungkinan kesalahan (error) yang belum didefinisikan dari sistem yang dibangun, untuk kemudian dapat dilakukan perbaikan ke depannya [14].

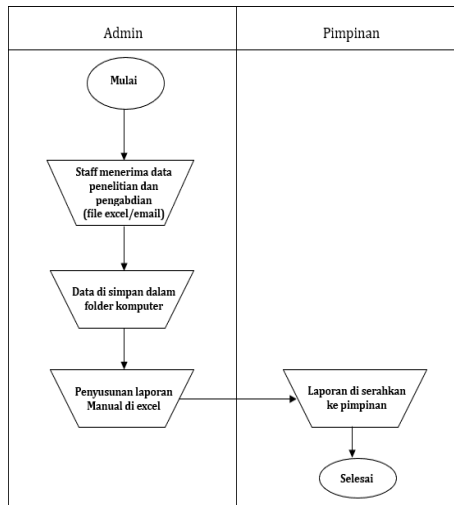
Selain pengujian fungsional, penelitian ini juga menerapkan pengujian kinerja (performance testing) untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam merespons permintaan pencarian dan penampilan data. Performance testing merupakan salah satu pengujian non fungsional pada perangkat lunak yang bertujuan untuk mengukur kehandalan suatu aplikasi seperti waktu respon, transaksi per detik, dan kestabilan akses dari sistem dan aplikasi dibawah beban kerja yang diberikan [15]. Pengujian ini difokuskan pada pengukuran waktu respon sistem saat melakukan pencarian data penelitian dan pengabdian berdasarkan nama dosen dan periode tertentu. Pengujian kinerja dilakukan dengan membandingkan proses pencarian data menggunakan metode manual berbasis file excel dengan proses pencarian data melalui sistem data warehouse yang dikembangkan. Parameter yang diamati adalah waktu respon pencarian data, sehingga pengujian ini dapat menggambarkan tingkat efisiensi sistem dalam mendukung proses monitoring dan pelaporan data penelitian dan pengabdian dosen.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dijelaskan hasil-hasil penelitian dan dijelaskan secara komprehensif. Hasil penelitian dapat disajikan dalam bentuk gambar, grafik, tabel dan lain-lain yang memudahkan pembaca memahami hasil penelitian. Pembahasan dapat dilakukan dalam beberapa sub-bagian (sub-bab). Sangat disarankan untuk memberikan perbandingan dengan penelitian penelitian yang pernah ada.

3.1. Analisis Sistem yang Berjalan

Analisis sistem yang sedang berjalan merupakan tahap penting untuk memahami bagaimana prosedur kerja dilakukan secara nyata saat ini. Dengan menguraikan sistem, kita dapat melihat lebih jelas bagaimana aliran data diproses serta menemukan kendala apa saja yang sering menghambat kinerja sistem tersebut. Evaluasi ini sangat diperlukan agar pengembangan sistem ke depannya benar-benar menjadi solusi bagi permasalahan yang ada. Untuk memberikan gambaran yang lebih detail mengenai urutan kerja dan pembagian tugas yang berlaku saat ini, alur tersebut disajikan dalam bentuk flowmap berikut:

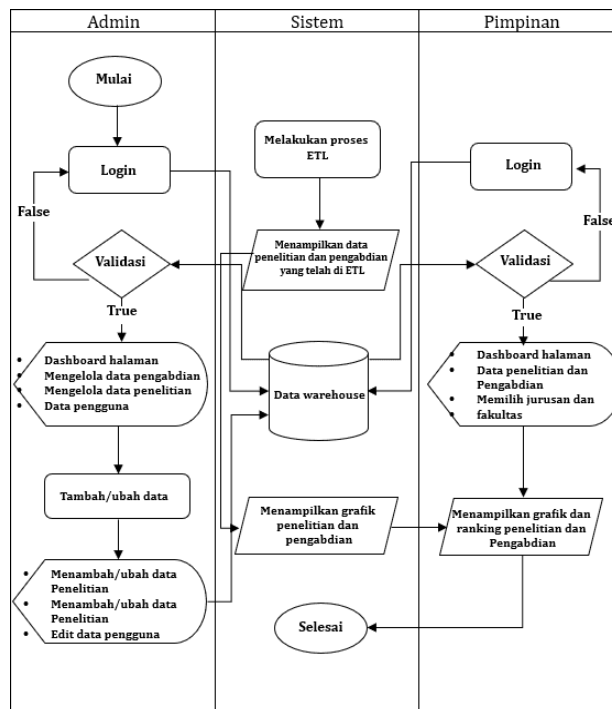


Gambar 4. Diagram sistem yang berjalan

Gambar 4 menggambarkan pengelolaan data penelitian dan pengabdian dosen di Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) saat ini masih dilakukan secara manual. Data penelitian maupun pengabdian yang diserahkan oleh dosen, baik berupa berkas maupun file excel, langsung disimpan oleh admin tanpa adanya integrasi ke dalam sistem yang terpusat.

3.2. Analisis Sistem yang Diusulkan

Analisis sistem yang diusulkan merupakan langkah strategis untuk merancang solusi yang lebih efektif, baik melalui pengembangan sistem baru maupun penyempurnaan sistem yang sudah ada. Pada tahap ini, seluruh kelemahan yang ditemukan pada sistem lama dikaji kembali guna menemukan peluang perbaikan yang lebih optimal. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa rancangan sistem yang baru benar-benar mampu mengatasi kendala operasional serta memenuhi kebutuhan pengguna secara tepat seperti pada flow map berikut :



Gambar 5. Diagram sistem yang diusulkan

Gambar 5 admin mengelola data penelitian dan pengabdian dengan cara mengunggah data mentah, yang kemudian diproses melalui tahap ETL untuk dilakukan validasi, pembersihan, dan penyesuaian sebelum dimasukkan ke dalam data warehouse. Setelah proses ETL selesai, data dimuat ke dalam data warehouse dan disajikan dalam bentuk dashboard serta laporan yang dapat diakses oleh admin maupun pimpinan untuk memperoleh informasi terkait data penelitian dan pengabdian dosen.

3.3. Implementasi Proses ETL

Tahap implementasi adalah proses di mana desain sistem yang telah dibuat diubah menjadi kode program yang siap dijalankan di lingkungan operasional. Tujuan utama dari tahap ini adalah memastikan sistem siap beroperasi dan memenuhi target yang telah ditentukan.

a. Extract

Pada tahap extract, data diperoleh dari staf LP2M sebagai unit pengelola data. Data historis yang digunakan dalam penelitian ini mencakup data penelitian dan pengabdian dosen periode 2020–2025 dengan total sebanyak 2.838 record. Dalam proses pengumpulan data, ditemukan kendala berupa ketidaklengkapan dan ketidakkonsistenan sebagian data historis yang disebabkan oleh belum adanya mekanisme serah terima data yang terdokumentasi dengan baik antara pengelola data. Oleh karena itu, data yang tersedia harus melalui tahap pra-pemrosesan (pre-processing) di Microsoft Excel sebelum masuk ke sistem. Pada tahap ini dilakukan seleksi atribut dengan mempertahankan informasi inti yang relevan untuk visualisasi dashboard, seperti identitas pelaksana (nama dan NIP), unit kerja (fakultas dan jurusan), waktu pelaksanaan, dan kegiatan. Atribut administratif dan dokumentatif, seperti tautan dokumentasi kegiatan dan draf laporan, tidak disertakan karena bersifat non-struktural dan tidak dapat diolah secara statistik untuk analisis tren. Selanjutnya, data hasil seleksi dimasukkan ke dalam tabel staging pada basis data MySQL sebagai media penyimpanan sementara. Tahap ini memastikan data terstruktur dengan baik dan siap untuk diproses lebih lanjut, sehingga redundansi data dapat diminimalkan dan kinerja penyajian grafik pada dashboard dapat meningkat.

b. Transform

Tahap transformasi merupakan langkah krusial dalam proses ETL yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas data sebelum dimasukkan ke dalam data warehouse. Pada tahap ini, data penelitian dan pengabdian dosen yang telah dikumpulkan diproses agar lebih rapi, konsisten, dan siap untuk dianalisis. Proses transformasi mencakup beberapa langkah sebagai berikut:

Pencegahan Duplikasi

Pada data penelitian dan pengabdian, ditemukan adanya duplikasi, yaitu kegiatan yang tercatat lebih dari satu kali dengan informasi yang sama, seperti judul kegiatan, nama dosen, dan unit program studi. Duplikasi ini berpotensi menyebabkan pencatatan kegiatan menjadi tidak akurat. Berikut disajikan contoh data duplikat :

Nama	Jurusan	...	Judul
Astiati, S.Pt., M.Si	Ilmu Peternakan	...	Income Over Feed Cost dan R-C Ratio
Amriani Hifizah , S.Pt., M.Anim.St.,Ohd	Ilmu Peternakan	...	Pengendalian Emisi Gas Metan Pada
Amriani Hifizah , S.Pt., M.Anim.St.,Ohd	Ilmu Peternakan	...	Pengendalian Emisi Gas Metan Pada
Amriani Hifizah , S.Pt., M.Anim.St.,Ohd	Ilmu Peternakan	...	Pengendalian Emisi Gas Metan Pada
Amriani Hifizah , S.Pt., M.Anim.St.,Ohd	Ilmu Peternakan	...	Produksi Gas Methane Pada Ternak F
Anas Qurniawan S.Pt, M.Si	Ilmu Peternakan	...	Evaluasi Kualitas Telur Ayam Ras dari

Gambar 6. Duplikasi Data

Gambar 6 adalah salah satu contoh, data awal sebelum transformasi menunjukkan bahwa beberapa kegiatan tercatat sebanyak tiga kali dengan atribut yang sama (nama, jurusan, dan judul), sebagaimana yang telah ditunjukkan di atas. Adapun proses pencegahan duplikasi dilakukan pada tahap transformasi dalam ETL. Tujuannya adalah untuk menjaga integritas data yang tersimpan di tabel fakta (dw_fact_kegiatan). Sistem melakukan pencarian terlebih dahulu pada tabel fakta menggunakan kombinasi kunci dimensi yang unik, yaitu dosen_key, kegiatan_key, pendanaan_key, dan unit program studi. Jika pencarian menunjukkan bahwa data dengan kombinasi kunci tersebut sudah ada di data warehouse, maka data tersebut dianggap

duplikat dan tidak dimuat ulang ke dalam sistem. Adapun query untuk pencegahan duplikat data yaitu sebagai berikut :

```
// Check if fact record already exists
$check_stmt = $conn->prepare("SELECT kegiatan_id_Aw FROM
dw_fact_kegiatan
WHERE dosen_key = ? AND kegiatan_key = ? AND
pendanaan_key = ? AND unit_prodi = ?");
```

Kode Sumber 1. Fungsi Pencegahan Duplikasi Data

Dengan mekanisme pengecekan sebelum data disimpan ke dalam sistem, setiap kegiatan penelitian atau pengabdian masyarakat hanya dicatat satu kali, meskipun proses ETL dijalankan berulang kali. Berdasarkan hasil eksekusi query pada tahap transformasi, data kegiatan yang tercatat lebih dari satu kali pada file Excel sumber hanya disimpan satu kali di dalam data warehouse. Sebagai contoh, data kegiatan yang tercatat tiga kali dengan atribut yang sama pada sumber Excel berhasil direpresentasikan sebagai satu entri unik pada sistem. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme pencegahan duplikasi dalam proses ETL berjalan dengan baik dan mampu menjaga akurasi data pada dashboard monitoring. Adapun kode untuk pembersihan data ditunjukkan pada kode sumber berikut:

```
function processDimDosen($conn, $record, &$stats) {
    $nidn = trim($record['nidn']);
    $nama = trim($record['nama_dosen']);
    $email = trim($record['email']);
    $prodi = trim($record['prodi']);
    $fakultas = trim($record['fakultas']); }
```

Kode Sumber 2. Fungsi Pembersihan Data

Normalisasi data teks dilakukan dengan memanfaatkan fungsi trim() untuk menghapus spasi yang berlebih pada awal maupun akhir data. Data yang berasal dari input manual atau file Excel sering mengandung spasi tersembunyi, yang dapat menimbulkan perbedaan meskipun tampilan data terlihat sama secara visual. Dengan penerapan normalisasi ini, sistem memastikan bahwa identitas dosen, program studi, dan fakultas disimpan dalam format yang konsisten. Selain itu, langkah ini membantu menghindari duplikasi semu pada tabel dimensi yang disebabkan oleh perbedaan spasi. Adapun kode transformasi format data waktu dapat dilihat pada kode sumber berikut:

```
$date_key = (int)str_replace('-', '', $date); // ddmmyy
```

Kode Sumber 3. Fungsi Transformasi Format Waktu

Transformasi format data tanggal dilakukan agar format tanggal dari sumber data sesuai dengan struktur data warehouse. Data tanggal yang awalnya memiliki variasi penulisan, seperti “01 September 2020” atau “September 2020”, diubah menjadi format numerik standar (DD-MM-YYYY). Kunci waktu ini digunakan sebagai penghubung antara tabel fakta dan tabel dimensi waktu. Transformasi ini bertujuan untuk menjaga konsistensi data tanggal dan mempermudah analisis berdasarkan periode tertentu.

c. Load

```
function processDimDosen($conn, $record, &$stats) {  
    $nidn = trim($record['nidn']);  
    $nama = trim($record['nama_dosen']);  
    $email = trim($record['email']);  
    $prodi = trim($record['prodi']);  
    $fakultas = trim($record['fakultas']);  
}
```

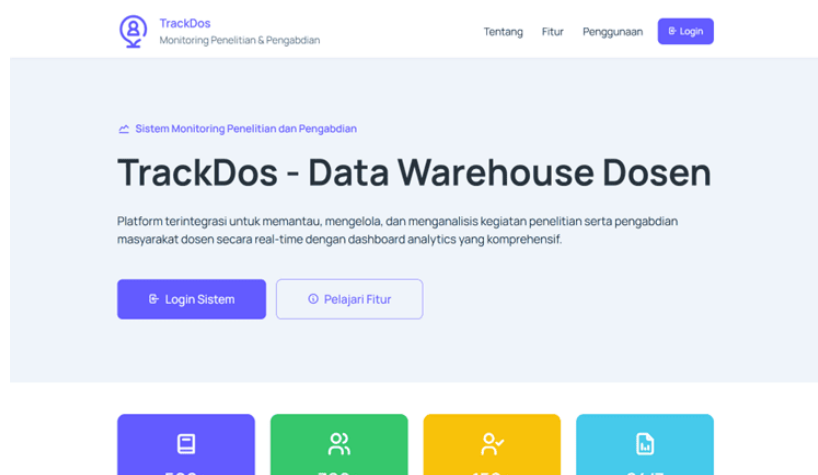
Kode Sumber 4. Fungsi Load Data

Pada tahap load, data yang telah melalui proses transformasi dimasukkan ke dalam data warehouse secara bertahap untuk menjaga kerapian penyimpanan dan konsistensi hubungan antar data. Langkah awal adalah memuat data ke dalam tabel pendukung, seperti tabel dosen, tabel kegiatan, dan tabel pendanaan. Tahap ini memastikan bahwa data yang sama tidak tercatat lebih dari satu kali. Jika data yang akan dimasukkan sudah ada, sistem akan menggunakan data yang tersedia tanpa menambah entri baru. Setelah tabel pendukung terisi, proses dilanjutkan dengan memuat data kegiatan penelitian dan pengabdian ke tabel utama. Data kegiatan disimpan dengan merujuk pada data dosen, kegiatan, dan pendanaan yang telah tersedia, sehingga keterkaitan antar data tetap terjaga. Seluruh proses load disimpan secara permanen jika berjalan dengan lancar. Namun, apabila terjadi kesalahan pada salah satu tahap, sistem membatalkan seluruh perubahan untuk mencegah data yang tidak lengkap atau tidak konsisten dalam data warehouse.

3.4. Implementasi Sistem

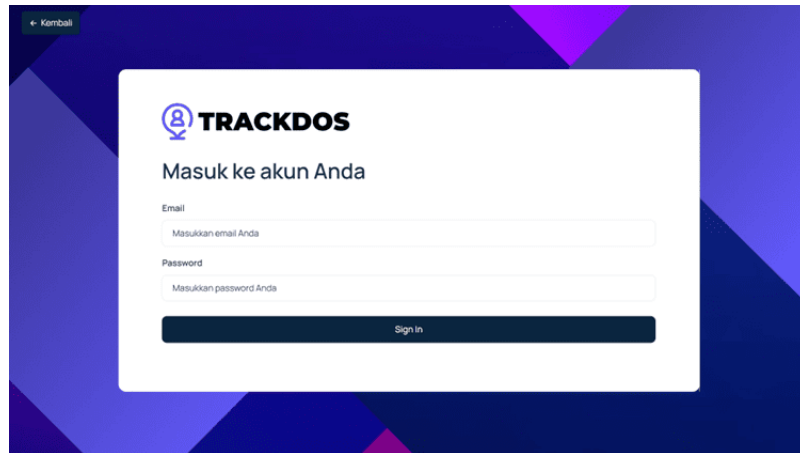
Implementasi sistem merupakan tahap di mana desain yang telah dibuat diterapkan ke dalam bentuk aplikasi. Pada tahap ini, aplikasi yang dikembangkan digambarkan atau dijelaskan secara visual untuk memudahkan pemahaman. Berikut adalah implementasi sistem pada aplikasi ini

a. Landing Page



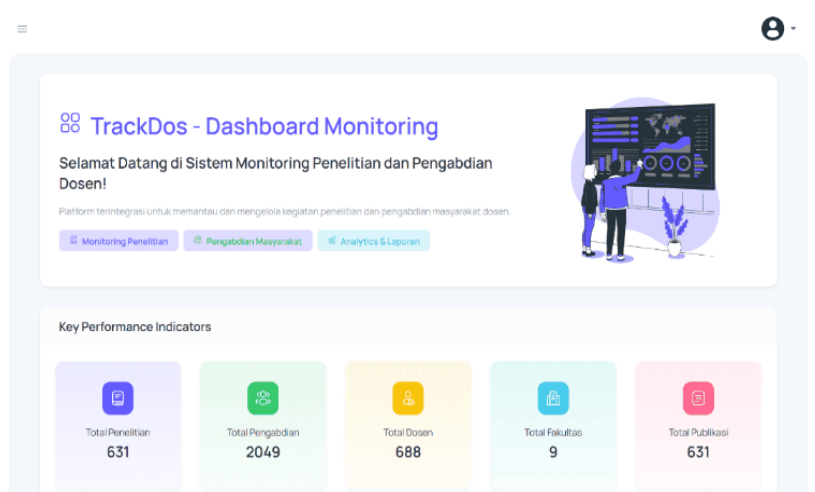
Gambar 7. Landing Page

b. Login Page



Gambar 8. Login Page

c. Dashboard Admin



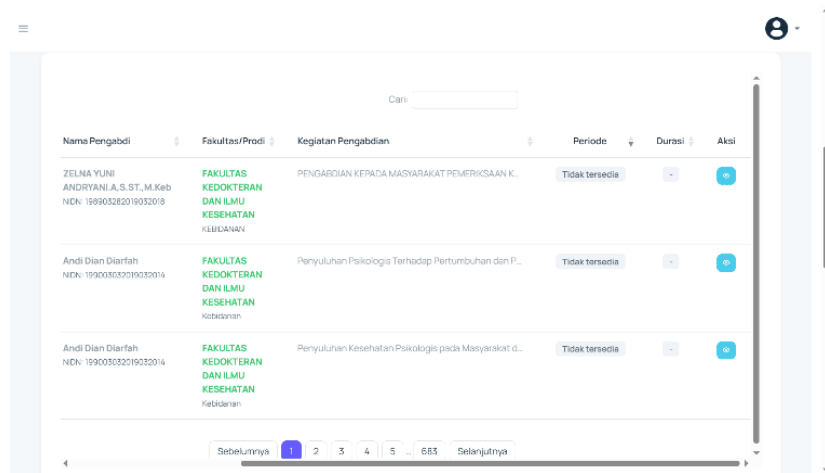
Gambar 9. Dashboard admin

d. Data Warehouse Penelitian

	Nama Peneliti	Fakultas/Prodi	Judul Penelitian	Tahun	Publikasi	Aksi
1	Akka, M.Pd NIDN: 198812312019031000	Fakultas Adab dan Humaniora Siprithi Kibudayan Islam	Tragedi Bina Berdarah: Sisi Kalam Segerah Umat Islam...	2020	Ada Bukan Dipublikasikan	+
2	Dr. Faidah Yusuf, S.S., M.Pd NIDN: 2005088302	Fakultas Adab dan Humaniora Siprithi Kibudayan Islam	Modul Parts of Speech (Bahasa Ajar)	2020	Ada Modul	+
3	Akka, M.Pd NIDN: 198812312019031000	Fakultas Adab dan Humaniora Siprithi Kibudayan Islam	Muhammadiyah dalam Dekapan Nalar Politik Masyarakat	2020	Ada Bukan Dipublikasikan	+

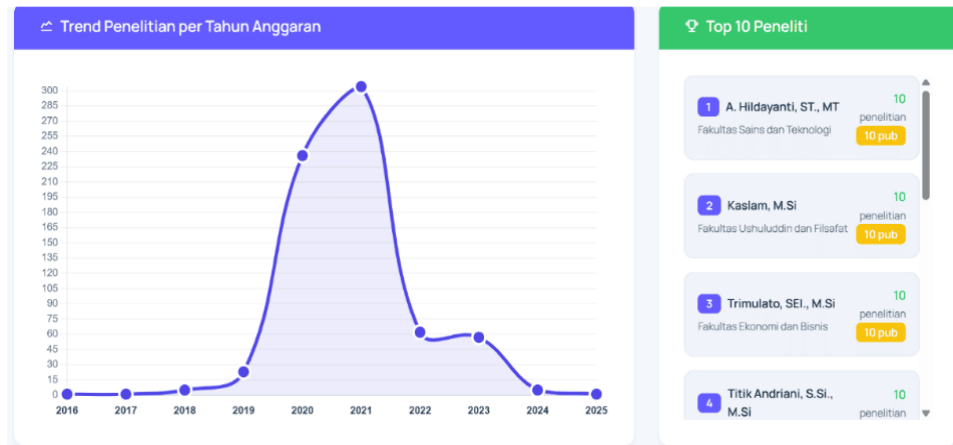
Gambar 10. Data warehouse penelitian

e. Data Warehouse Pengabdian



Gambar 11. Data warehouse pengabdian

f. Grafik Penelitian



Gambar 12. Grafik Penelitian

3.5. Evaluasi dan Pengujian Sistem

a. Pengujian Fungsional (Black Box Testing)

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan semua fitur yang dikembangkan berfungsi sesuai kebutuhan fungsional. Pengujian fungsi aplikasi berdasarkan input dan output tanpa memeriksa struktur kode secara internal, fokus utama pengujian ini adalah untuk memastikan sistem berjalan dengan baik dan sesuai ekspektasi. Berikut adalah hasil pengujian pada beberapa fitur utama dalam sistem:

Tabel 1. Pengujian Landing Page

Kasus dan Hasil Uji Coba		
Data masukan	Hasil yang diharapkan	Status
Membuka halaman landing page	Sistem menampilkan halaman awal aplikasi beserta informasi ringkas	[√] Sukses [] Gagal

Pengujian menu navigasi	Menu navigasi bekerja dengan baik dan menampilkan halaman sesuai pilihan menu	[√] Sukses [] Gagal
Pengujian tombol masuk ke platform	Sistem mengarahkan pengguna ke halaman login	[√] Sukses [] Gagal

Tabel 2. Pengujian Login Page

Kasus dan Hasil Uji Coba		
Data masukan	Hasil yang diharapkan	Status
Membuka halaman login	Sistem menampilkan formulir login dengan input email dan password	[√] Sukses [] Gagal
Login dengan data valid	Sistem memvalidasi berhasil dan mengarahkan pengguna ke dashboard utama sesuai peran	[√] Sukses [] Gagal
Login dengan data tidak valid	Sistem menampilkan pesan kesalahan (kredensial login tidak valid)	[√] Sukses [] Gagal

Tabel 4. Pengujian Data Warehouse Penelitian

Kasus dan Hasil Uji Coba		
Data masukan	Hasil yang diharapkan	Status
Menampilkan halaman data warehouse penelitian	Sistem menampilkan tabel data penelitian lengkap dengan tombol aksi info	[√] Sukses [] Gagal
Fungsi tombol info pada tabel	Tombol info menampilkan detail data penelitian secara akurat untuk setiap entri	[√] Sukses [] Gagal
Menampilkan grafik statistik	Berbagai chart penelitian tampil dengan data yang benar dan mudah dipahami	[√] Sukses [] Gagal

Tabel 5. Data Warehouse Pengabdian

Kasus dan Hasil Uji Coba		
Data masukan	Hasil yang diharapkan	Status
Menampilkan halaman data warehouse pengabdian	Sistem menampilkan tabel data pengabdian lengkap dengan tombol aksi info	[√] Sukses [] Gagal
Fungsi tombol info pada tabel	Tombol info menampilkan detail data pengabdian secara akurat untuk setiap entri	[√] Sukses [] Gagal

Menampilkan grafik statistik	Berbagai chart pengabdian tampil dengan data yang benar dan mudah dipahami	[√] Sukses [] Gagal
------------------------------	--	----------------------

Hasil pengujian menunjukkan bahwa fitur serta visualisasi data pada dashboard monitoring, dapat dijalankan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan demikian, sistem dinyatakan telah memenuhi aspek fungsional yang diharapkan.

b. Pengujian Performa (Performance Testing)

Pengujian performa dilakukan untuk membandingkan waktu respon pencarian data antara sistem lama yang masih menggunakan pengelolaan manual berbasis Microsoft Excel dengan sistem baru berbasis data warehouse. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan efisiensi waktu pencarian data setelah sistem diimplementasikan. Pengujian dilakukan menggunakan lima skenario pencarian data yang umum dalam proses monitoring. Waktu respon dicatat secara manual menggunakan stopwatch berdasarkan lama waktu yang dibutuhkan sejak proses pencarian dilakukan hingga hasil ditampilkan pada layar. Efisiensi waktu respon dihitung menggunakan rumus:

$$Efisiensi (\%) = \frac{T_{manual} - T_{sistem}}{T_{manual}} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana T_{manual} merupakan waktu respon pada sistem lama dan T_{sistem} merupakan waktu respon pada sistem data warehouse. Adapun Hasil pengujian terhadap lima skenario pencarian data yang dilakukan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Performa Sistem

Skenario Pengujian	Manual (Detik)	Sistem (Detik)	Efisiensi (%)
Pencarian Sumber Dana	12 detik	2 detik	83,3
Pencarian Nama	10 detik	1 detik	90,0
Pencarian Judul (Keyword : Estimate)	11 detik	2 detik	86,6
Filter Tahun + Fakultas	15 detik	2 detik	81,8
Rekap Jumlah Kegiatan Pertahun	9 detik	1 detik	88,8
Rata- Rata	11,4 detik	1,6 detik	86,1

Berdasarkan hasil pengujian performa pada Tabel 6, sistem data warehouse menunjukkan peningkatan kinerja yang signifikan dibandingkan metode manual berbasis Excel. Rata-rata waktu respon pencarian data pada sistem lama adalah 11,4 detik, sedangkan pada sistem baru hanya membutuhkan 1,6 detik. Nilai efisiensi rata-rata yang diperoleh sebesar 86,1%, yang menunjukkan bahwa integrasi data melalui data warehouse mampu mempercepat proses pencarian dan monitoring data secara signifikan. Hasil ini membuktikan bahwa sistem yang dibangun efektif dalam mendukung kebutuhan monitoring dan pelaporan data penelitian dan pengabdian dosen di lingkungan LP2M.

c. Analisis Kondisi Sebelum dan Sesudah Sistem

Selain peningkatan performa secara teknis, implementasi data warehouse juga memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi operasional dan kualitas manajemen data di LP2M. Analisis ini dilakukan untuk membandingkan kondisi pengelolaan data sebelum dan sesudah sistem diterapkan. Perbandingan kondisi sebelum dan sesudah implementasi sistem dirangkum dalam Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Kondisi Operasional Sebelum dan Sesudah Sistem

Indikator Perbandingan	Sebelum Sistem (<i>Excel</i>)	Sesudah Sistem (<i>Data Warehouse</i>)
Penyimpanan Data	Terfragmentasi (tersebar) di berbagai file <i>Excel</i> milik masing-masing staf.	Terpusat dalam satu basis data <i>data warehouse</i>
Integrasi Data	Risiko duplikasi tinggi dan format data (tanggal) tidak seragam.	Data tervalidasi melalui proses ETL
Penelusuran Data Histori	Sulit ditelusuri, bergantung pada admin	Mudah ditelusuri dan tersimpan berkelanjutan
Proses Monitoring	Rekap manual membutuhkan waktu lama	Monitoring langsung melalui dashboard
Ketersediaan Data	Sulit diakses sewaktu-waktu karena data tersimpan di komputer lokal staf.	Data tersedia secara <i>online</i> dan dapat diakses kapan saja setelah admin melakukan unggah.
Keberlanjutan Data	Ketergantungan tinggi pada personel; risiko data hilang saat pergantian staf	Ketergantungan rendah; data tersimpan di database sistem.

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4 dan Tabel 5, dapat disimpulkan bahwa implementasi data warehouse memberikan peningkatan yang signifikan pada dua aspek utama, yaitu efisiensi teknis sistem dan tata kelola data. Dari sisi teknis, mekanisme ETL (Extract, Transform, Load) yang dibangun mampu mengatasi permasalahan utama pada pengelolaan data manual, seperti inkonsistensi format dan duplikasi data. Proses transformasi secara otomatis melakukan pembersihan data (data cleansing) setelah admin mengunggah file Excel, sehingga integritas data pada tabel fakta tetap terjaga. Dampak dari mekanisme ini tercermin pada peningkatan kecepatan pencarian data, dengan rata-rata efisiensi waktu respon sebesar 86,1% dibandingkan metode manual. Dari sisi manajerial, sistem ini mengurangi ketergantungan terhadap individu pengelola dalam penyediaan laporan. Sentralisasi data dalam data warehouse menjamin keberlanjutan data, sehingga data historis tetap dapat diakses meskipun terjadi pergantian staf. Selain itu, ketersediaan dashboard monitoring berbasis web memungkinkan pimpinan LP2M untuk memperoleh informasi secara daring, sehingga proses monitoring dapat dilakukan secara lebih efektif tanpa proses rekapitulasi manual yang memakan waktu.

4. KESIMPULAN

Selain peningkatan performa, mekanisme ETL yang dirancang dalam penelitian ini terbukti mampu menangani permasalahan kualitas data yang bersumber dari input manual, seperti duplikasi data dan inkonsistensi format. Proses transformasi secara otomatis memastikan bahwa data penelitian dan pengabdian hanya tersimpan satu kali dalam sistem, sehingga integritas data pada dashboard monitoring tetap terjaga. Dari sisi manajerial, sistem ini memberikan kontribusi praktis berupa peningkatan tata kelola data institusi. Sentralisasi data dalam data warehouse mengurangi ketergantungan pada individu pengelola tertentu dan menjamin keberlanjutan data historis meskipun terjadi pergantian staf. Ketersediaan dashboard monitoring juga memungkinkan pimpinan LP2M untuk mengakses informasi secara daring tanpa harus melalui proses rekapitulasi manual yang memakan waktu. Dengan demikian, kontribusi ilmiah penelitian ini terletak pada pengembangan mekanisme integrasi data penelitian dan pengabdian dosen yang bersumber dari input manual berbasis file melalui proses ETL terstruktur, yang masih jarang dibahas dalam penelitian data warehouse di lingkungan perguruan tinggi. Sementara itu, kontribusi praktisnya adalah tersedianya sistem monitoring yang mampu meningkatkan efisiensi kerja, menjaga kualitas dan keberlanjutan data historis, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data di lingkungan LP2M UIN Alauddin Makassar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Jamaluddin, B. D. Dwi Arianti, B. A. Novianti, and M. Asrobi, “Desain Sistem Informasi Tri Dharma Perguruan Tinggi Universitas Hamzanwadi,” *Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 5, no. 2, pp. 392–401, Jul. 2022, doi: 10.29408/jit.v5i2.6218.
- [2] S. Aqilah, R. Febrian, I. Kurniawan, L. Hakim, N. Winda, and A. Kholik, “ANALISIS PENGELOLAAN TRI DHARMA PERGURUAN TINGGI DALAM BIDANG PENELITIAN ANALYSIS OF THE MANAGEMENT OF THE TRI DHARMA OF HIGHER EDUCATION IN THE FIELD OF RESEARCH,” *Bulan Juni Tahun*, 2023.
- [3] M. Hendrawaty, “Analisis dan Perancangan Data Warehouse pada PT. Polaris Sapta Manggala,” *Jurnal Ilmiah Binary STMIK Bina Nusantara Jaya Lubuklinggau*, vol. 6, no. 1, pp. 8–16, Jul. 2024, doi: 10.52303/jb.v6i1.137.
- [4] K. Nisa, D. Sugiarto, and T. Siswanto, “Perancangan Data Warehouse Harga Pangan Di Wilayah Perumda Pasar Jaya,” vol. 12, 2021.
- [5] B. A. Pratama, U. Probeyekti, and K. Wijana, “Penerapan Metode User Centered Design (UCD) Dalam Pembangunan Layanan Online Jual Beli Barang Bekas,” *Jurnal Terapan Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 33–43, Jul. 2021, doi: 10.21460/jutei.2020.41.192.
- [6] R. Insani, U. Asfari, R. Armando, G. A. Kom, A. Melyantara, and P. Korespondensi, “PERANCANGAN DATA WAREHOUSE UNTUK MENUNJANG AKREDITASI PROGRAM STUDI,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 9, no. 4, 2022, doi:10.25126/jtiik.202294495.
- [7] M. R. Permana, D. Isya, C. Tyas, and R. A. Alyaghraa, “Perancangan Data Warehouse Perguruan Tinggi Untuk Kinerja Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat,” *Integrative Perspectives of Social and Science Journal*, vol. 2, no. 6, p. 8799, 2025.
- [8] U. N. Habibah and M. I. P. Nasution, “Pentingnya data integrasi dalam pengembangan sistem informasi di bidang pendidikan,” *Jurnal Ilmiah Nusantara*, vol. 1, no. 4, pp. 711–717, 2024.
- [9] H. Firdaus, E. Firmansyah, and V. Desianti, “Optimasi Model Data Warehouse Menggunakan Skema Bintang untuk Mendukung Analisis Multidimensi Kredit Usaha Rakyat Syariah,” *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)*, vol. 5, no. 10, pp. 3146–3162, 2025, doi: 10.52436/1.jpti.1405.
- [10] H. Putra. and B. Aulia, “Penerapan Data Warehouse dan Dashboard Berbasis Kimball Nine-Step untuk Meningkatkan Kualitas Informasi dan Pengambilan Keputusan,” *JSI : Jurnal Sistem Informasi (E-Journal)*, vol. 15, no. 1, p. 2023, [Online]. Available: <http://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jsi/index>.
- [11] E. Triandini, M. S. Rijal, and M. P. Ambara, “IMPLEMENTASI STAR SCHEMA DALAM PEMBANGUNANAN DATA WAREHOUSE PENJUALAN PRODUK TOUR,” *CSRID (Computer Science Research and Its Development Journal)*, vol. 12, no. 1, p. 23, Mar. 2021, doi: 10.22303/csrid.12.1.2020.23-33.
- [12] A. Susanto, T. Adilah, N. Hardi, and S. Fauziah, “Pengembangan Warehouse Management System Berbasis Web untuk Pengelolaan Inventaris Menggunakan Metodologi Agile,” 2026. [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/infotech>.
- [13] M. Zen, Irwan, Hafni, and M. D. P. Ananda, “Implementasi dan Pengujian Menggunakan Metode BlackBox Testing Pada Sistem Informasi Tracer Study,” *Bulletin of Computer Science Research*, vol. 4, no. 4, pp. 327–340, Jun. 2024, doi: 10.47065/bulletincsr.v4i4.359.
- [14] I. P. A. E. Pratama and M. Syakurrahman, “DATA WAREHOUSE KEPEMILIKAN MCK MENGGUNAKAN METODE ETL DAN BLACK-BOX (STUDI KASUS: KELURAHAN NITU, NTB),” *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi*, vol. 4, no. 1, pp. 24–39, Jan. 2023, doi: 10.35870/jimik.v4i1.107.
- [15] “Performance Testing Menggunakan Metode Load Testing dan Stress Testing pada Sistem Core Banking PT. XYZ.”