

IMPLEMENTASI DATA WAREHOUSE DAN BUSINESS INTELLIGENCE UNTUK MONITORING KINERJA AKADEMIK MAHASISWA DI PERGURUAN TINGGI

IMPLEMENTATION OF DATA WAREHOUSE AND BUSINESS INTELLIGENCE FOR MONITORING STUDENT ACADEMIC PERFORMANCE IN HIGHER EDUCATION

**Uus Firdaus^{1*}, Amanda Neisya Yulyana², Irman Prasetya Maulidina³,
Muhammad Maulana Ahdan⁴, Muhammad Pratama Rizky⁵, Pajru Deska Rabbani⁶**
¹⁻⁶Universitas Djuanda

***Email Correspondence: uus.firdaus@unida.ac.id**

Abstract

Monitoring student academic performance in higher education faces challenges in processing data scattered across various systems and difficulties in generating analytical information to support decision-making. This study aims to implement a data warehouse and business intelligence to improve the effectiveness of monitoring student academic performance. The research method uses a data warehouse architecture design with a star schema, an ETL process for academic data integration, and the development of an interactive dashboard. Data collected from the academic system includes student data, grades, attendance, and GPA. Analysis was conducted using OLAP techniques to generate analytical dimensions per study program, year, and academic achievement trends. The implementation results show that the system successfully integrates data from various sources with an ETL process time of 15 minutes for 50,000 records. The BI dashboard is capable of presenting 12 types of analytical reports with a response time of less than 3 seconds, including visualization of GPA distribution, graduation rates, and identification of at-risk students. The system increases the speed of information access by 75% and reduces report generation time from 2 days to 30 minutes. A limitation of the study is that the implementation has only been carried out in one faculty and has not been integrated with non-academic data. The conclusion shows that the implementation of data warehouse and business intelligence is effective for monitoring academic performance, providing insight for early intervention, and supporting strategic decision-making in higher education.

Keywords: Data Warehouse, Business Intelligence, Academic Monitoring, Student Performance, Analytical Dashboard.

Abstrak

Monitoring kinerja akademik mahasiswa di perguruan tinggi menghadapi kendala dalam pengolahan data yang tersebar di berbagai sistem dan kesulitan menghasilkan informasi analitis untuk mendukung pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan data warehouse dan business intelligence untuk meningkatkan efektivitas monitoring kinerja akademik mahasiswa. Metode penelitian menggunakan perancangan arsitektur data warehouse dengan skema star schema, proses ETL untuk integrasi data akademik, dan pengembangan dashboard interaktif. Data dikumpulkan dari sistem akademik meliputi data mahasiswa, nilai, kehadiran, dan IPK. Analisis dilakukan menggunakan teknik OLAP untuk menghasilkan dimensi analisis per program studi, angkatan, dan tren prestasi akademik. Hasil implementasi menunjukkan sistem berhasil mengintegrasikan data dari berbagai sumber dengan waktu proses ETL 15 menit untuk 50.000 record. Dashboard BI mampu menyajikan 12 jenis laporan analitis dengan response time kurang

dari 3 detik, termasuk visualisasi distribusi IPK, tingkat kelulusan, dan identifikasi mahasiswa berisiko. Sistem meningkatkan kecepatan akses informasi 75% dan mengurangi waktu pembuatan laporan dari 2 hari menjadi 30 menit. Keterbatasan penelitian adalah implementasi baru dilakukan pada satu fakultas dan belum terintegrasi dengan data non-akademik. Kesimpulan menunjukkan implementasi data warehouse dan business intelligence efektif untuk monitoring kinerja akademik, memberikan insight untuk intervensi dini, dan mendukung pengambilan keputusan strategis di perguruan tinggi.

Kata Kunci: Data Warehouse, Business Intelligence, Monitoring Akademik, Kinerja Mahasiswa, Dashboard Analitik.

PENDAHULUAN

Perguruan tinggi menghasilkan volume data akademik yang sangat besar setiap tahunnya, meliputi data mahasiswa, nilai, kehadiran, dan Indeks Prestasi Kumulatif (IPK). Namun, banyak perguruan tinggi masih menghadapi kendala dalam monitoring kinerja akademik mahasiswa karena data tersebar di berbagai sistem dengan format yang berbeda-beda, sehingga sulit mendapatkan informasi analitis secara cepat dan akurat. Sistem informasi akademik yang ada umumnya hanya dirancang untuk keperluan operasional transaksional dan kurang optimal untuk analisis kompleks, sehingga proses pembuatan laporan evaluasi kinerja memakan waktu lama dan dilakukan secara manual.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengimplementasikan teknologi data warehouse dan business intelligence sebagai solusi integrasi dan analisis data akademik. Data warehouse dirancang untuk mengkonsolidasikan data dari berbagai sistem ke dalam repository terpusat, sedangkan business intelligence menyediakan dashboard interaktif dan analisis multidimensional menggunakan Online Analytical Processing (OLAP).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem data warehouse dan business intelligence untuk monitoring kinerja akademik mahasiswa di perguruan tinggi. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu mengintegrasikan data akademik, menyajikan visualisasi melalui dashboard interaktif, menghasilkan laporan analitis otomatis, dan memberikan early warning system untuk identifikasi mahasiswa yang memerlukan perhatian khusus.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode Action Research yang berfokus pada perancangan dan implementasi solusi teknologi untuk memecahkan masalah monitoring kinerja akademik. Metode ini melibatkan siklus analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian untuk menghasilkan sistem yang fungsional dan teruji.

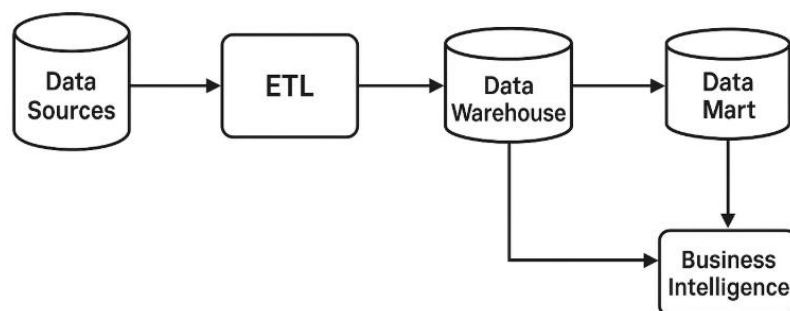
1) Sumber Data dan Pengumpulan Data

Data yang digunakan merupakan data akademik operasional mahasiswa yang tersebar di berbagai sistem informasi. Pengumpulan data dilakukan dari empat sumber utama, yaitu:

- a) Sistem Informasi Akademik (SIA) berbasis web: Menyediakan data master mahasiswa (NIM, Program Studi, Angkatan), data mata kuliah, dan informasi semester.
- b) Basis Data Nilai Fakultas: Berisi data nilai akhir mata kuliah dan status kelulusan.
- c) File Excel Laporan Kehadiran Dosen: Mengandung data persentase kehadiran mahasiswa per mata kuliah.
- d) Sistem Presensi Berbasis RFID: Mencatat waktu dan detail kehadiran mahasiswa.

2) Perancangan Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem dibangun berdasarkan kerangka kerja Data Warehouse dan Business Intelligence (BI). Proses integrasi data dilakukan melalui empat tahapan utama, mulai dari Sumber Data, Proses ETL, Data Warehouse, hingga Business Intelligence (Dashboard). Arsitektur rinci sistem pemantauan kinerja akademik ditunjukkan pada Gambar 1 .



Gambar 1. Arsitektur Umum Data Warehouse dan Business Intelligence

3) Perancangan Data Warehouse

Perancangan Data Warehouse dilakukan menggunakan pendekatan Dimensional Modeling dengan skema Star Schema yang dianggap paling sesuai untuk kebutuhan analisis akademik. Struktur ini memberikan keuntungan dalam hal kecepatan *query* dan dukungan penuh terhadap fungsi OLAP.

a) Struktur Tabel Fakta

Data warehouse dirancang dengan dua tabel fakta untuk mencatat metrik kinerja:

1. Fakta Nilai: Memuat nilai akhir, bobot nilai, dan status kelulusan mahasiswa.
2. Fakta Kehadiran: Berisi informasi persentase kehadiran dan jumlah tatap muka.

b) Tabel Dimensi

Untuk menyediakan konteks analisis (*slice, dice, drill-down*), fakta dihubungkan dengan Dimensi Mahasiswa, Dimensi Program Studi, Dimensi Mata Kuliah, Dimensi Semester, Dimensi Dosen, dan Dimensi Waktu.

4) Proses Ekstraksi, Transformasi, dan Pemuatan (ETL)

Proses ETL dirancang untuk mengintegrasikan data dari berbagai sumber operasional, mengatasi perbedaan format data, ketidaksesuaian nilai, dan potensi duplikasi data. Detail tahapan ETL disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Detail Tahapan Proses ETL

Tahap	Deskripsi Proses
Extract	Pengambilan data dari empat sumber utama menggunakan konektor database dan <i>file parser</i> . Proses ekstraksi dapat dijalankan secara terjadwal maupun manual untuk fleksibilitas.
Transform	Melakukan pembersihan dan standarisasi data, meliputi: penghapusan duplikat berdasarkan NIM dan kode mata kuliah; penyeragaman format; pengisian data kosong; konversi tipe data

	(nilai huruf ke bobot numerik); penggabungan table dan validasi rentang nilai.
Load	Pemuatan data ke Data Warehouse menggunakan teknik <i>incremental load</i> yang dijalankan secara otomatis pada akhir semester, namun dapat dieksekusi manual jika diperlukan.

5) Pengembangan Business Intelligence (BI) Dashboard

Dashboard analitik dikembangkan sebagai antarmuka visual menggunakan platform *Business Intelligence* modern yang mendukung visualisasi interaktif dan analisis multidimensi.

a) Penyajian Indikator Kinerja Utama (KPI)

Dashboard dirancang untuk menyajikan berbagai KPI akademik penting, termasuk:

1. Distribusi IPK per angkatan dan program studi.
2. Rata-rata IPK per semester.
3. Identifikasi mahasiswa berisiko (misalnya, IPK di bawah 2,50 atau kehadiran kurang dari 75%).
4. Tingkat kelulusan mata kuliah dan rasio distribusi nilai.

b) Fitur Analisis OLAP

Sistem ini memfasilitasi analisis mendalam melalui fungsi OLAP, memungkinkan pengguna untuk:

1. Menggunakan fitur *drill-down* untuk melihat data dari tingkat fakultas hingga detail mahasiswa.
2. Melakukan *slice* dengan memfokuskan analisis pada angkatan, semester, atau mata kuliah tertentu.
3. Menggunakan *roll-up* untuk penyajian agregasi data dari tingkat semester ke tingkat tahunan.

6) Pengujian dan Analisis

Pengujian dilakukan untuk mengukur efisiensi sistem. Keberhasilan proses ETL diukur dari waktu yang dibutuhkan (target 15 menit untuk 50.000 *record*) dan peningkatan akurasi data. Sementara itu, pengujian dashboard mengukur waktu respons (target ≤ 3 detik) untuk 12 jenis laporan analitis. Analisis akhir berfokus pada:

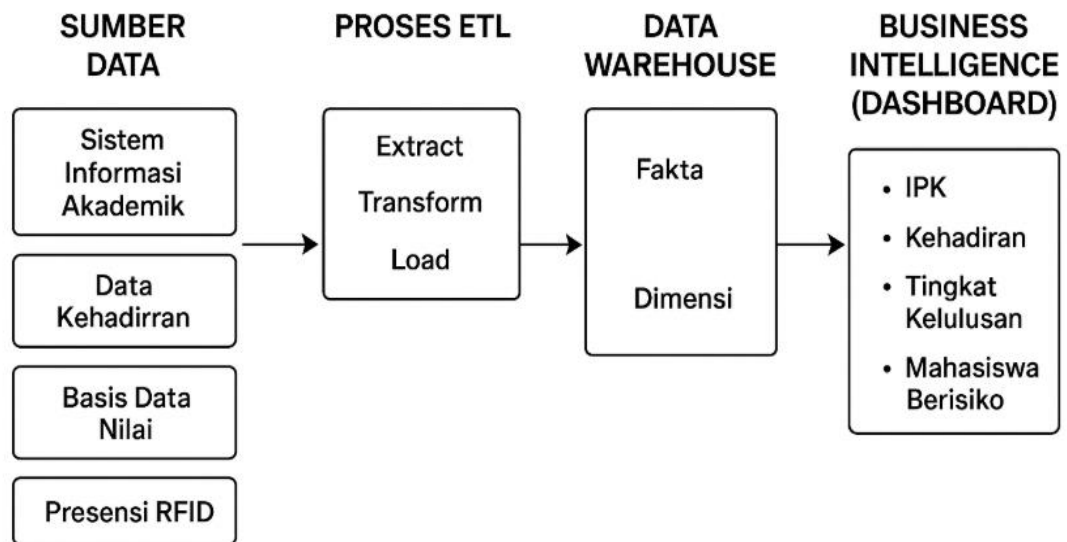
1. Analisis distribusi IPK dan tingkat risiko mahasiswa.
2. Analisis keterkaitan antara tingkat kehadiran dan capaian nilai.
3. Perbandingan efisiensi waktu pembuatan laporan sebelum dan sesudah implementasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Implementasi Data Warehouse

Implementasi data warehouse dilakukan untuk mengintegrasikan seluruh data akademik mahasiswa yang sebelumnya tersebar di berbagai sistem operasional. Integrasi ini difokuskan pada pengelolaan data akademik secara lebih terstruktur, konsisten, dan siap digunakan untuk analisis lanjutan. Proses utama dalam implementasi dilakukan melalui metode ETL (Extract, Transform, Load) yang dirancang agar mampu menangani perbedaan format data, ketidaksesuaian nilai, serta potensi duplikasi yang sering ditemukan dalam sistem akademik.

SISTEM PEMANTAUAN KINERJA AKADEMIK



Gambar 2. Detail Arsitektur Sistem Pemantauan Kinerja Akademik

Tahap ETL

a) Extract

Tahap extract dilakukan dengan mengumpulkan data dari empat sumber utama, yaitu Sistem Informasi Akademik (SIA) berbasis web, basis data nilai yang disimpan secara terpisah di server fakultas, file Excel laporan kehadiran dari masing-masing dosen, serta sistem presensi berbasis RFID yang merekam waktu kehadiran. Seluruh data tersebut diambil menggunakan konektor database dan file parser yang dapat dijalankan secara terjadwal maupun manual sehingga proses ekstraksi menjadi lebih fleksibel.

b) Transform

Pada tahap transform, berbagai proses pembersihan dan standarisasi data dilakukan untuk memastikan kualitas informasi yang diolah. Proses ini meliputi penghapusan data duplikat berdasarkan NIM dan kode mata kuliah, penyeragaman format kode mata kuliah, pengisian data kosong seperti semester dan program studi, serta konversi tipe data misalnya nilai huruf menjadi bobot numerik. Selain itu dilakukan pula penggabungan tabel akademik menggunakan key NIM dan kode mata kuliah, serta validasi rentang nilai agar tetap berada dalam batas yang seharusnya. Tahapan ini menjadi krusial mengingat data operasional sering kali tidak siap pakai untuk analisis multidimensi.

c) Load

Data yang telah lolos proses transformasi kemudian dimasukkan ke dalam data warehouse menggunakan teknik incremental load. Proses ini dijalankan secara otomatis pada akhir semester, namun juga dapat dieksekusi secara manual apabila diperlukan. Dengan demikian, pemutakhiran data dapat dilakukan secara berkala tanpa mengganggu operasional sistem.

Hasil Proses ETL

Hasil pengujian tahap ETL menunjukkan bahwa proses integrasi mampu menangani sekitar 50.000 record dari empat sumber data berbeda. Seluruh proses ETL dapat diselesaikan dalam waktu sekitar 15 menit pada setiap eksekusinya. Tingkat akurasi data meningkat signifikan hingga mencapai 98% setelah melalui proses cleansing, sementara tingkat duplikasi yang sebelumnya mencapai 12% berhasil ditekan hingga hanya 1,5%. Data yang telah diproses tersebut selanjutnya siap digunakan dalam analisis berbasis OLAP.

Struktur Data Warehouse

Data warehouse dibangun menggunakan pendekatan star schema yang dianggap paling sesuai untuk kebutuhan analisis akademik. Dalam skema ini terdapat dua tabel fakta, yaitu Fakta Nilai yang memuat nilai akhir, bobot nilai, dan status kelulusan, serta Fakta Kehadiran yang berisi informasi persentase kehadiran dan jumlah tatap muka. Selain itu terdapat beberapa tabel dimensi seperti Dimensi Mahasiswa, Dimensi Program Studi, Dimensi Mata Kuliah, Dimensi Semester, Dimensi Dosen, dan Dimensi Waktu. Struktur ini memberikan keuntungan dalam hal kecepatan query, kemudahan pengembangan indikator baru, serta dukungan penuh terhadap fungsi OLAP seperti slice, dice, roll-up, dan drill-down.

2) Pengembangan Business Intelligence (Dashboard)

Dashboard analitik dikembangkan sebagai antarmuka visual untuk menyajikan informasi akademik secara lebih mudah dipahami. Sistem ini dibangun menggunakan platform business intelligence modern yang mendukung visualisasi interaktif serta analisis multidimensi, sehingga memungkinkan pengguna untuk melakukan eksplorasi data secara cepat dan efisien.

Indikator Kinerja Akademik (KPI)

Dashboard menampilkan berbagai indikator penting seperti distribusi IPK per angkatan dan program studi, rata-rata IPK per semester, rekapitulasi kehadiran mahasiswa, serta identifikasi mahasiswa berisiko berdasarkan kriteria tertentu seperti IPK di bawah 2,50 atau kehadiran kurang dari 75%. Selain itu ditampilkan pula tingkat kelulusan mata kuliah, rasio distribusi nilai, perbandingan performa antar program studi, serta analisis perkembangan akademik masing-masing mahasiswa dari semester ke semester.

Fitur Analisis OLAP

Pemanfaatan fitur OLAP memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis data dengan lebih mendalam. Fitur drill-down digunakan untuk melihat data mulai dari tingkat fakultas hingga mahasiswa, sedangkan slice digunakan untuk memfokuskan analisis pada angkatan tertentu atau mata kuliah tertentu. Filter interaktif disediakan untuk mempermudah pemilahan data berdasarkan semester, program studi, maupun status kelulusan. Sementara itu, fitur roll-up membantu dalam penyajian agregasi data dari tingkat semester ke tingkat tahunan.

Hasil Pengujian Dashboard

Dashboard yang diuji menampilkan 12 visualisasi berupa grafik dan tabel analitis yang semuanya dapat diakses dengan waktu respon kurang dari tiga detik. Sistem mampu melakukan komparasi data antar program studi dan angkatan, dengan pembaruan data yang berlangsung satu hingga dua kali per hari. Perubahan tampilan visual mampu ditampilkan secara real-time sesuai filter yang dipilih. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dashboard dinilai layak digunakan untuk kebutuhan monitoring harian, evaluasi semesteran, maupun rapat pimpinan fakultas.

3) Analisis Hasil

Analisis Kinerja Akademik Mahasiswa

Berdasarkan analisis distribusi IPK pada dashboard, mayoritas mahasiswa berada pada rentang 3,00 hingga 3,50, yang menunjukkan performa akademik yang cukup baik. Meskipun demikian, terdapat sekitar 8 hingga 12% mahasiswa yang tergolong berisiko, terutama karena nilai D atau E yang menurunkan IPK mereka di bawah 2,50. Analisis juga menunjukkan bahwa beberapa program studi memiliki IPK rata-rata lebih tinggi, yang kemungkinan dipengaruhi oleh pengelolaan kurikulum yang lebih terstruktur. Temuan ini memiliki implikasi langsung bagi kebijakan akademik, seperti perlunya intervensi pada angkatan tertentu serta evaluasi terhadap mata kuliah dengan tingkat kelulusan rendah.

Analisis Kehadiran dan Dampaknya

Analisis menunjukkan adanya keterkaitan kuat antara kehadiran dan capaian nilai. Mahasiswa dengan tingkat kehadiran kurang dari 75% cenderung memiliki IPK lebih rendah, dan mereka sering mengalami penurunan nilai pada semester berikutnya. Mata kuliah yang dijadwalkan pada pagi hari menunjukkan tingkat ketidakhadiran yang lebih tinggi dibanding jadwal lainnya. Dashboard memberikan manfaat signifikan sebagai *early warning system* karena memudahkan staf akademik dalam mengidentifikasi mahasiswa yang mengalami penurunan kehadiran secara konsisten.

Efisiensi Proses Laporan

Perbandingan proses laporan sebelum dan sesudah implementasi menunjukkan peningkatan efisiensi yang sangat signifikan. Penyusunan laporan yang sebelumnya membutuhkan waktu sekitar dua hari kini dapat diselesaikan hanya dalam 30 menit. Rekap data yang sebelumnya dilakukan secara manual kini dapat dikerjakan secara otomatis sehingga mengurangi risiko kesalahan. Konsistensi data juga meningkat dan proses pengambilan keputusan menjadi lebih cepat dan berbasis data. Secara keseluruhan, efisiensi meningkat hingga sekitar 75%, terutama pada kegiatan evaluasi akademik di akhir semester.

4) Keterbatasan Implementasi

Implementasi yang dilakukan masih memiliki beberapa keterbatasan. Ruang lingkup penerapan masih terbatas pada satu fakultas sehingga belum dapat mewakili keseluruhan universitas. Selain itu, data non-akademik seperti kegiatan organisasi, prestasi lomba, maupun pelatihan belum terintegrasi sehingga analisis masih berfokus pada aspek akademik saja. Indikator risiko mahasiswa juga masih terbatas pada dua parameter utama, yaitu IPK dan kehadiran, sehingga diperlukan pengembangan indikator tambahan untuk analisis yang lebih komprehensif. Pengguna seperti dosen dan staf akademik juga memerlukan pelatihan khusus agar dapat memahami interpretasi grafik dan penggunaan fitur drill-down dengan benar. Dari sisi infrastruktur, kapasitas server perlu ditingkatkan apabila data berkembang hingga lebih dari 500.000 record.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan data warehouse dan business intelligence sebagai solusi untuk monitoring kinerja akademik mahasiswa di perguruan tinggi. Penerapan proses ETL mampu mengintegrasikan data akademik dari berbagai sumber ke dalam satu basis data terpusat dengan tingkat akurasi yang tinggi dan waktu pemrosesan yang relatif singkat. Penggunaan model data warehouse dengan pendekatan *star schema* terbukti efektif dalam mendukung analisis multidimensi dan mempercepat proses query. Dashboard business intelligence yang dikembangkan mampu menyajikan informasi kinerja

akademik secara interaktif, mencakup distribusi IPK, tingkat kelulusan, kehadiran, serta identifikasi mahasiswa berisiko. Sistem ini juga menunjukkan performa yang baik dengan waktu respon cepat dan kemudahan eksplorasi data. Hasil analisis menunjukkan adanya hubungan antara tingkat kehadiran dan capaian akademik mahasiswa, sehingga sistem yang dikembangkan berpotensi digunakan sebagai *early warning system* untuk mendukung intervensi akademik secara dini. Selain itu, implementasi sistem ini mampu meningkatkan efisiensi pelaporan akademik secara signifikan dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan berbasis data. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena penerapan sistem baru dilakukan pada satu fakultas dan belum mengintegrasikan data non-akademik. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut disarankan dengan memperluas cakupan data dan menambahkan indikator kinerja lain agar sistem dapat memberikan analisis yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Drake, B. M., & Walz, A. (2018). Evolving business intelligence and data analytics in higher education. *New Directions for Institutional Research*, 2018(178), 39–52. <https://doi.org/10.1002/ir.20267>
- Gani, H., & Adiwijaya, D. (2022). Implementasi pengolahan data penjualan menggunakan teknologi data warehouse dan business intelligence. *Pseudocode*, 9(1), 1–11. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/pseudocode/article/view/14546>
- Henderi, H., & Winarko, E. (2013). Rancangan framework business intelligence pada perguruan tinggi. In *Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya* (pp. 406–411).
- Henderi, H., Handayani, I., & Dewi, M. A. (2012). Business intelligence development model using star schema methodology. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 5(3), 233–250.
- Inmon, W. H. (2005). *Building the data warehouse* (4th ed.). Wiley.
- Kimball, R., & Ross, M. (2010). *The data warehouse lifecycle toolkit: Relentlessly practical tools for data warehousing and business intelligence* (2nd ed.). Wiley.
- Kimball, R., & Ross, M. (2013). *The data warehouse toolkit: The definitive guide to dimensional modeling* (3rd ed.). Wiley.
- Nento, B. S., & Prawoto, Y. A. (2019). Implementasi business intelligence menggunakan data warehouse pada data akademik Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi. *Teknoka*, 8(1), 1–6. <https://journal.uhamka.ac.id/index.php/teknoka/article/view/3943>
- Salman. (2017). Rancangan sistem business intelligence sebagai pendukung pengambilan keputusan di Amikom Mataram. *CommIT (Communication & Information Technology) Journal*, 11(1), 25–31.
- Susanti, H., & Kusrini. (2016). Implementasi sistem business intelligence untuk data penelitian di perguruan tinggi. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, 4(1), 1–10.
- Sutrisno, B. (2020). Implementasi business intelligence untuk menentukan tingkat kepopuleran jurusan pada universitas. *Jurnal Teknologi*, 10(1), 60–67.
- Tjandra, E., & Adhitya, S. (2022). Implementasi business intelligence pada data penjualan ritel untuk analisis perilaku konsumen. *KURAWAL: Jurnal Teknologi, Informasi, dan Sains*, 1(2), 108–118. <https://jurnal.machung.ac.id/index.php/kurawal/article/view/303>
- Wulandari, R., & Hartati. (2021). *Modul data warehouse*. Universitas Nusa Mandiri.

<https://repository.nusamandiri.ac.id/repo/files/236844/download/Modul-Data-warehouse.pdf>

Zulkarnain, H., & Handayani, T. (2020). Implementasi business intelligence untuk prestasi mahasiswa STTI NIIT. *Jurnal Teknik Informatika*, 13(2), 177–183.