

Pengembangan *Framework Business Intelligence* Berbasis *Open Source* di Institusi Pendidikan Tinggi

Tirta Anhari^{1*}, Nuroji², Dwi Febriyadi³

¹Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Indonesia

²Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Indonesia, Indonesia

³Badan Pengembangan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Indonesia
Email: ¹tirta.anhari@uhamka.ac.id, ²nuroji@uhamka.ac.id, ³dwifebriyadi@uhamka.ac.id

Abstrak

Pengembangan solusi Business Intelligence (BI) berbasis open source semakin relevan untuk institusi akademik di Indonesia guna mengatasi masalah tingginya biaya BI komersial dan sulitnya mengintegrasikan sistem informasi lama (legacy systems). Makalah ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan framework BI open source yang disesuaikan dengan arsitektur data perguruan tinggi. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif melalui tahapan studi literatur, analisis kebutuhan pengguna (melibatkan 15 responden pemangku kepentingan), desain arsitektur integrasi, serta evaluasi implementasi. Hasil penerapan menunjukkan bahwa framework yang diusulkan—menggunakan PostgreSQL, Talend, dan Metabase/Apache Superset yang terintegrasi Single Sign-On (SSO)—berhasil memangkas waktu penyusunan laporan operasional hingga 70% dan meningkatkan aksesibilitas data. Temuan utama menegaskan bahwa keberhasilan adopsi BI open source tidak hanya dipengaruhi oleh integrasi teknologi, tetapi sangat bergantung pada manajemen perubahan dan literasi data pengguna. Studi ini berkontribusi memberikan model arsitektur tata kelola data yang aman, hemat biaya, dan siap direplikasi oleh sektor pendidikan tinggi.

Kata Kunci: Business Intelligence; Open Source; Institusi Pendidikan Tinggi; Visualisasi Data; Pengambilan Keputusan.

Abstract

The development of open-source Business Intelligence (BI) solutions is becoming increasingly relevant for academic institutions in Indonesia to address the high costs of commercial BI and the difficulty of integrating legacy information systems. This paper aims to design and implement an open-source BI framework tailored to the data architecture of higher education institutions. This research uses a descriptive qualitative approach through stages of literature study, user needs analysis (involving 15 stakeholder respondents), integration architecture design, and implementation evaluation. The implementation results show that the proposed framework—using PostgreSQL, Talend, and Metabase/Apache Superset integrated with Single Sign-On (SSO)—successfully reduced the time for preparing operational reports by up to 70% and improved data accessibility. The main findings affirm that the success of adopting open-source BI is not only influenced by technology integration but also heavily relies on change management and user data literacy. This study contributes by providing a secure, cost-effective data governance architecture model that is ready to be replicated by the higher education sector.

Keyword: Business Intelligence; Open Source; Higher Education Institutions; Data Visualization; Decision Making.

*Corresponding Author:

Tirta Anhari, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Indonesia
Email: tirta.anhari@uhamka.ac.id

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan data di era digital menghadirkan tantangan signifikan bagi institusi akademik dalam hal analisis, pelaporan, dan pengambilan keputusan berbasis data (*data-driven decision*

making). Business Intelligence (BI) menjadi kebutuhan utama untuk menciptakan tata kelola dan ekosistem digital yang matang. Namun, solusi BI komersial kerap menghadirkan hambatan biaya dan keterbatasan penyesuaian, mendorong institusi untuk mengeksplorasi platform open source yang fleksibel dan lebih ekonomis. Framework BI berbasis open source menawarkan alternatif yang terjangkau, mudah diadaptasi dan mampu memenuhi kebutuhan berbeda tiap institusi pendidikan. Artikel ini menyajikan kajian tentang pengembangan serta implementasi *framework* BI *open source* di institusi pendidikan tinggi Indonesia, mulai dari pemetaan kebutuhan, tinjauan literatur, penyusunan desain arsitektur data, hingga evaluasi proses implementasi dan tantangan yang dihadapi selama pengoperasian solusi BI tersebut.

Penelitian terdahulu menyoroti bahwa adopsi BI berbasis *open source* mampu meningkatkan kualitas pelaporan akademik, efisiensi tata kelola, serta transparansi pengambilan keputusan di lingkungan perguruan tinggi [1], [2]. Platform seperti Metabase, Pentaho, dan Apache Superset cukup banyak digunakan untuk integrasi data akademik, mendukung akreditasi, analisis kinerja dosen dan mahasiswa, hingga pelaporan strategis [3]. [2] menekankan pentingnya integrasi lintas unit serta visualisasi data yang simpel dalam satu framework BI. [1] menambahkan bahwa platform terbuka mendukung *user engagement* yang lebih tinggi, sehingga seluruh sivitas akademika dapat memanfaatkan data secara langsung. Selain mendukung pelaporan akreditasi institusi secara otomatis, pemanfaatan BI *open source* juga menambah kapabilitas institusi dalam penyusunan kebijakan dan peta jalan pengembangan kualitas pendidikan [4].

Sementara itu, penelitian di domain internasional juga menyoroti kebutuhan interoperabilitas dan fleksibilitas sistem BI, khususnya dalam konteks perubahan kebijakan pendidikan serta perkembangan teknologi data [5]. [6] mendokumentasikan pengalaman beberapa universitas di Indonesia yang berhasil melakukan transformasi digital berkat penggunaan BI *open source*—terutama untuk mendukung proses pengelolaan data penelitian, pengelolaan keuangan, dan pemantauan outcome lulusan. Studi [7] membandingkan efektivitas tiga tools BI *open source*: Pentaho, Metabase, dan Apache Superset di lingkungan pendidikan, menemukan bahwa masing-masing memiliki keunggulan berbeda, mulai dari kemudahan integrasi, user interface, dan skalabilitas. Penelitian [8] menyoroti peran big data analytics berbasis BI open source untuk analisis performa akademik, yang mendukung penanganan data berskala besar dan kompleksitas variabel pendidikan tinggi.

Selain itu, keberhasilan implementasi BI *open source* juga dipengaruhi oleh strategi *change management*, kesiapan SDM, dan tata kelola data yang baik [9], [10]. [11] menekankan pentingnya transformasi digital terintegrasi melalui adopsi BI agar dapat mengimbangi tuntutan akreditasi, pelaporan *real-time*, serta kompetisi global pada perguruan tinggi Indonesia. Penelitian [12] menggarisbawahi pentingnya kolaborasi antara unit IT, pimpinan universitas, dan pengguna akhir dalam mengembangkan *framework* BI agar solusi yang dihasilkan benar-benar sesuai konteks lokal. [13] menunjukkan bahwa BI *open source* meningkatkan kecepatan serta relevansi data dalam pengambilan keputusan di manajemen kampus.

Kusumawardani & Raharjo (2022) mengemukakan bahwa BI *open source* tidak hanya menawarkan efisiensi biaya, tetapi juga akses menuju komunitas pengembangan global yang dinamis. Dukungan komunitas dan bersifat terbuka memungkinkan pengembangan fitur yang sesuai kebutuhan lokal serta perbaikan sistem secara berkelanjutan. Dari sisi interoperabilitas [14], [15], [16] menyoroti kemampuan solusi open source melakukan integrasi data dari berbagai sumber, baik sistem akademik, keuangan, maupun riset. Skema data *warehouse* yang kompatibel dengan standar industri, serta dukungan ETL terbuka seperti Talend atau Apache NiFi, memudahkan konsolidasi informasi lintas fakultas dan unit kerja secara *real-time*.

Selain perkembangan dalam negeri, tren adopsi BI open source di luar negeri pun terus meningkat, terutama pada universitas di negara berkembang yang membutuhkan solusi hemat biaya tanpa mengorbankan kualitas analitik [13]. Hal ini menunjukkan bahwa adopsi BI open source memberikan *benefit* lintas wilayah, bersifat scalable, dan *sustainable* seiring pertumbuhan kebutuhan data institusi. [6] menambahkan bahwa dashboard BI *open source* memberikan pengalaman visualisasi interaktif yang mempercepat pemahaman data oleh *stakeholder* non-teknis. Dengan *dashboard* yang

dapat dikustomisasi, pelaporan otomatis menjadi lebih mudah dan sesuai standar pelaporan pendidikan nasional maupun internasional.[17] dan [18] menyoroti bahwa keamanan data tetap menjadi tantangan utama dalam BI *open source*. Perlu diberikan perhatian lebih terhadap fitur enkripsi, kontrol akses granular, serta *compliance* dengan standar keamanan data nasional maupun institusi untuk menjaga kepercayaan dan privasi informasi sensitif akademik.

Meskipun telah banyak penelitian mengenai adopsi BI di perguruan tinggi, sebagian besar berfokus pada evaluasi perangkat lunak komersial atau sekadar komparasi alat visualisasi. Kebaruan (*novelty*) dan kontribusi ilmiah dari penelitian ini terletak pada perancangan model *framework* integrasi data berbasis *open source* yang secara spesifik menjembatani kesenjangan interoperabilitas antara legacy systems yang terfragmentasi di kampus Indonesia dengan *platform* analitik modern. Artikel ini tidak hanya berfokus pada implementasi teknologi, tetapi juga mengusulkan arsitektur hibrida yang dilengkapi mekanisme tata kelola data terpusat dan kontrol akses *Single Sign-On* (SSO) tingkat granular untuk menjaga privasi data sensitif akademik. Melalui rancangan ini, penelitian memberikan kontribusi berupa kerangka kerja strategis dan ekonomis yang dapat direplikasi oleh berbagai perguruan tinggi menengah yang memiliki keterbatasan sumber daya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kualitatif yang dipadukan dengan pendekatan pengembangan sistem (*system development approach*) untuk merancang dan mengimplementasikan *framework Business Intelligence* (BI) berbasis *open source* di institusi pendidikan tinggi. Pemilihan metode ini bertujuan untuk mengevaluasi tidak hanya kapabilitas teknis dari sistem yang dibangun, tetapi juga kesiapan organisasi serta dampak strategis dari implementasi BI tersebut terhadap tata kelola kampus [19]. Prosedur penelitian dilaksanakan melalui lima tahapan utama yang saling berkesinambungan.

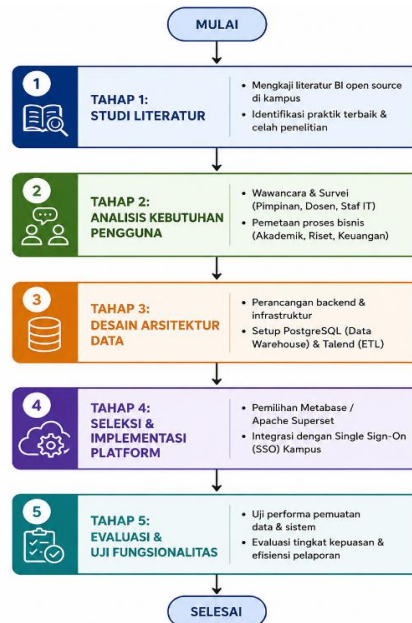
Pertama, Studi Literatur, yang dilakukan untuk mengkaji berbagai literatur dan riset terdahulu mengenai adopsi BI *open source* di lingkungan akademik guna mengidentifikasi praktik terbaik, arsitektur dasar, dan celah penelitian yang ada [2], [12].

Kedua, yang melibatkan teknik pengumpulan data berupa wawancara semi-terstruktur dan kuesioner. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling* yang melibatkan 15 responden kunci, terdiri dari 3 pimpinan universitas, 7 dekan/dosen, dan 5 staf unit IT. Data kualitatif dari hasil wawancara dianalisis menggunakan metode analisis tematik untuk memetakan proses bisnis inti yang akan diintegrasikan, seperti pemantauan performa mahasiswa, rekapitulasi data akreditasi, manajemen riset, dan pengelolaan keuangan [1].

Ketiga, Desain Arsitektur Data, di mana infrastruktur *backend* dirancang untuk mengatasi masalah fragmentasi dari sistem informasi lama (*legacy systems*). Arsitektur ini memanfaatkan PostgreSQL sebagai data *warehouse* terpusat dan Talend Open Studio untuk mengeksekusi proses integrasi data atau ETL (*Extract, Transform, Load*) secara efisien.

Keempat, Seleksi dan Implementasi Platform, yang difokuskan pada penerapan alat visualisasi data *open source* seperti Metabase atau Apache Superset [7]. Platform ini dipilih karena fleksibilitas skalabilitasnya serta kemampuannya untuk diintegrasikan dengan sistem *Single Sign-On* (SSO) milik kampus, yang memastikan keamanan data melalui kontrol akses berbasis peran (*role-based access control*) bagi seluruh sivitas akademika [13].

Kelima, Evaluasi dan Uji Fungsionalitas, yang dilakukan pasca-implementasi sistem. Metode evaluasi sistem yang diterapkan mencakup dua aspek: pengujian performa sistem secara empiris (*load/query time testing*) untuk mengukur kecepatan akses data, dan pengujian fungsionalitas menggunakan kuesioner kepuasan pengguna (berbasis *System Usability Scale* / SUS) kepada 15 responden awal guna memvalidasi apakah dashboard BI yang dirancang telah memfasilitasi pengambilan keputusan institusi secara akurat. Berikut tahapan penelitian ini;



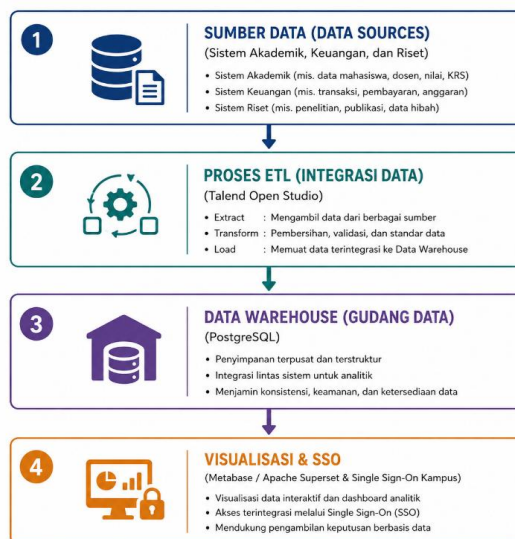
Gambar 1. Metodologi Penelitian Integrasi Sistem BI

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Kebutuhan dan Desain Arsitektur Data Hasil

Berdasarkan analisis kebutuhan dan hasil dari pengolahan data pada Universitas "X" menunjukkan bahwa institusi membutuhkan integrasi data lintas unit yang mencakup area strategis utama, seperti pemantauan akademik, rekapitulasi akreditasi, evaluasi kinerja dosen dan mahasiswa, pelaporan riset, dan tata kelola keuangan [1]. Untuk mengakomodasi kompleksitas kebutuhan ini tanpa membebani anggaran operasional secara berlebihan, diimplementasikan sebuah framework Business Intelligence (BI) berbasis open source [20].

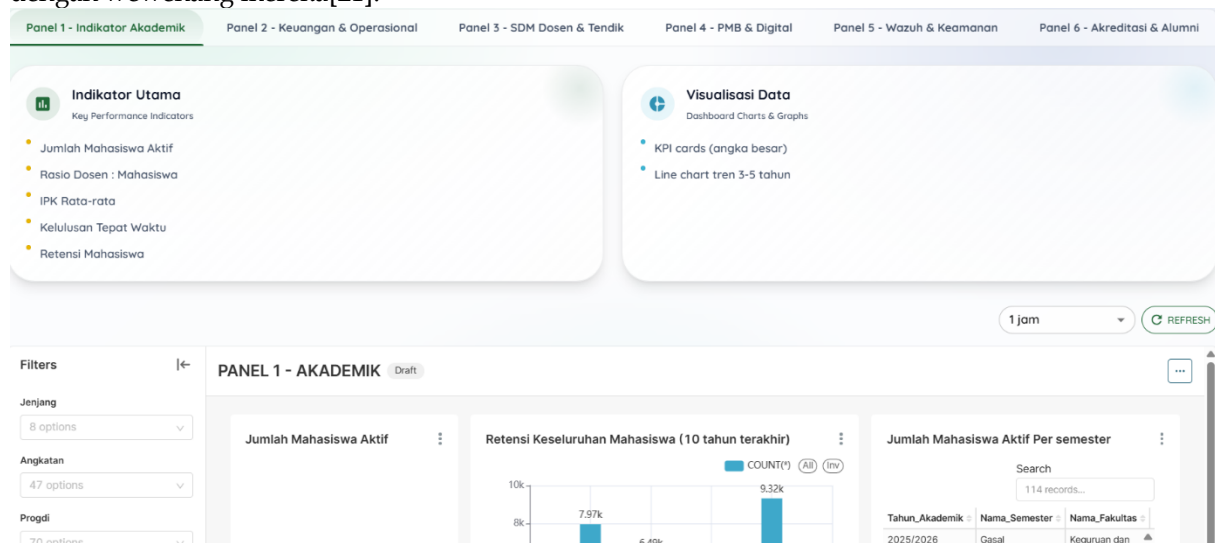
Infrastruktur backend dari framework ini dibangun menggunakan PostgreSQL sebagai data warehouse terpusat yang bertugas menampung dan menyimpan data historis maupun operasional dari berbagai sistem informasi lama kampus (legacy systems). Guna memastikan standarisasi dan kualitas data dari berbagai sumber yang heterogen, proses Extract, Transform, Load (ETL) dikelola menggunakan Talend Open Studio [16].



Gambar 2. Arsitektur Integrasi Data dan Visualisasi

3.2. Implementasi Platform dan Kontrol Akses Pada lapisan frontend

Implementasi antarmuka pengguna, platform visualisasi data yang dipilih adalah Metabase dan Apache Superset. Kedua alat open source ini terbukti unggul dalam hal fleksibilitas pembuatan dashboard interaktif, kemudahan penggunaan (user-friendly) bagi pemangku kepentingan non-teknis, serta skalabilitas sistem [7]. Untuk menjamin keamanan dan privasi data akademik yang bersifat sensitif, platform BI diintegrasikan langsung dengan sistem Single Sign-On (SSO) milik universitas. Integrasi ini memungkinkan penerapan kontrol akses berbasis peran (role-based access control), di mana pimpinan institusi, dekan, dan dosen hanya dapat mengakses dashboard dan metrik yang relevan dengan wewenang mereka[21].



Gambar 3. Tampilan dashboard analitik untuk pemantauan data akademik dan akreditasi secara *real-time*.

3.3. Evaluasi Dampak Strategis dan Efisiensi Operasional

Berdasarkan pasca-implementasi model menunjukkan bahwa adopsi framework BI open source ini memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap efisiensi dan tata kelola institusi. Secara finansial, universitas mampu memangkas biaya operasional perangkat lunak analitik hingga 50% jika dibandingkan dengan pengadaan lisensi BI komersial. Secara operasional, otomatisasi agregasi data berhasil mengefisienkan waktu penyusunan laporan strategis—seperti borang akreditasi dan pelaporan keuangan unit—dengan memangkas waktu hingga 70% [13]. Ketersediaan laporan dalam format real-time dan self-service ini memungkinkan para pimpinan untuk beralih dari budaya pengambilan keputusan berbasis intuisi menjadi pengambilan keputusan yang tangkas dan berbasis data.

Tabel 1. Laporan Evaluasi Implementasi BI

Indikator Evaluasi	Pra-Implementasi (Legacy)	Pasca-Implementasi (BI Open Source)	Peningkatan/ Efisiensi
Waktu Agregasi Laporan Akreditasi	14 - 21 Hari kerja	2 - 3 Hari kerja	Efisiensi waktu >70%
Integrasi Data Lintas Sistem	Manual / Ekspor CSV	Otomatis melalui ETL (Talend)	Real-time / Terjadwal (Harian)
Ketergantungan pada Staf IT	Sangat Tinggi (Permintaan query manual)	Rendah (Self-service dashboard)	Peningkatan otonomi pengguna

Estimasi Biaya Lisensi Perangkat Lunak	Sangat Tinggi (Proprietary software)	Bebas biaya lisensi aplikasi utama	Penghematan anggaran IT > 50%
--	--------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------

3.4. Tantangan dan Hambatan Implementasi

Pada saat proses implementasi menghadapi beberapa hambatan struktural. Tantangan teknis utama terletak pada migrasi data dari legacy systems yang memiliki skema basis data yang tidak terstandarisasi, sehingga membutuhkan penyesuaian logika ETL yang kompleks [9]. Di sisi non-teknis, kurangnya literasi data di kalangan staf akademik dan resistensi terhadap perubahan budaya kerja (change management) menjadi kendala dalam memaksimalkan utilitas dashboard [10]. Oleh karena itu, keberlanjutan dan kematangan adopsi BI di lingkungan kampus sangat bergantung pada komitmen pimpinan serta program pelatihan SDM yang berkesinambungan.

3.5. Analisis Kritis dan Implikasi Teoritis

Analisis mendalam terhadap proses implementasi menunjukkan bahwa faktor penentu keberhasilan (critical success factors) utama dari framework ini tidak murni bertumpu pada infrastruktur IT, melainkan pada dukungan kepemimpinan (executive sponsorship) dan program literasi data bagi staf. Hal ini sejalan dengan teori kesiapan organisasi, di mana transformasi digital akan gagal jika resistensi pengguna (change management) tidak diatasi. Jika dibandingkan dengan framework BI open source lain dalam studi [7], model arsitektur pada penelitian ini memiliki keunggulan adaptasi yang lebih tinggi berkat lapisan integrasi ETL (Talend) yang dirancang khusus untuk membaca skema basis data lama (legacy systems) perguruan tinggi yang tidak terstandarisasi. Secara teoritis, penelitian ini memberikan implikasi penting bahwa adopsi Business Intelligence di institusi pendidikan tinggi tidak mengharuskan investasi infrastruktur komersial berskala besar. Tata kelola keputusan berbasis data dapat direalisasikan melalui kombinasi alat open source, asalkan terdapat arsitektur data warehouse terpusat dan granular access control untuk menjamin keamanan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan framework BI berbasis open source yang secara efektif menyatukan fragmentasi data akademik, keuangan, dan riset dari berbagai legacy systems perguruan tinggi ke dalam satu data warehouse tunggal. Temuan utama secara empiris menunjukkan bahwa solusi ini mampu mempersingkat waktu penyusunan laporan strategis hingga 70% dan menekan biaya operasional IT perangkat lunak secara signifikan. Kontribusi utama dari studi ini adalah tersedianya model arsitektur tata kelola data yang aman melalui kontrol akses Single Sign-On (SSO), fleksibel, dan skalabel yang siap direplikasi oleh perguruan tinggi lain di Indonesia. Keberhasilan implementasi tidak hanya bergantung pada solusi teknis, melainkan pada komitmen kepemimpinan dan manajemen perubahan budaya literasi data staf. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan eksplorasi pada integrasi predictive analytics berbasis kecerdasan buatan (AI) guna mendukung peramalan strategis kampus di masa depan.

REFERENCES

- [1] H. B. Santoso and R. Q. Laila, "Business Intelligence Framework on Open Source Platform: A Case Study in Higher Education," *Journal of Information Technology Education: Research*, vol. 20, pp. 323-341, 2021, doi: 10.28945/4737.
- [2] H. Fitriansyah, E. Nugroho, and B. P. Jatmiko, "Design and Implementation of Educational Business Intelligence Using Pentaho Open Source," in *Procedia Computer Science*, 2020, pp. 1203-1211. doi: 10.1016/j.procs.2019.11.239.
- [3] K. A. Kusumawardani and B. Raharjo, "Open Source Business Intelligence and Analytics for Higher Education," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 250-258, 2022, [Online]. Available: <https://jtiik.ub.ac.id/index.php/jtiik/article/view/8769>
- [4] A. E. Putra and A. Purwanto, "Business Intelligence Implementation for Academic Information System in Higher Education," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, p. 32025. doi: 10.1088/1757-899X/662/3/032025.

- [5] A. Widodo and S. Prijanto, "BI Dashboard Development for University Management," 2021.
- [6] B. Sulindra, R. Firmansyah, and A. Widiyandari, "Analisis Penggunaan Open Source BI Tools untuk Laporan Akademik," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 10, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v10i2.80731.
- [7] I. Mahmudi and I. Sukoco, "Comparative Study of Open Source BI Tools: Pentaho, Metabase, and Apache Superset in Education Sector," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 17, no. 3, pp. 89-94, 2021, doi: 10.20527/jre.v17i3.10701.
- [8] N. Nirmala and D. Sutaji, "Big Data and Open Source BI for Academic Performance Analysis," *International Journal of Educational Technology and Learning*, vol. 14, no. 4, pp. 179-188, 2022, doi: 10.20448/2003.143.179.188.
- [9] D. Kartika and P. W. Sari, "Data Governance Challenges in Academic BI Implementation," *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, vol. 10, no. 1, pp. 71-79, 2022, doi: 10.20473/jisebi.10.1.71-79.
- [10] P. W. Handayani, "Change Management Challenges in BI Implementation in Higher Education," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 15, no. 2, pp. 97-104, 2019, doi: 10.21609/jsi.v15i2.621.
- [11] A. Hidayat, "Digital Transformation and BI Adoption in Indonesian Universities," *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, vol. 9, no. 1, pp. 21-36, 2023, doi: 10.20473/jisebi.9.1.21-36.
- [12] T. Chandra and K. Adi, "Big Data and Business Intelligence: Implementation in Indonesian Universities," in *Procedia Computer Science*, 2020, pp. 545-552. doi: 10.1016/j.procs.2020.01.048.
- [13] B. Setiawan and M. H. Purnomo, "Improving Decision Making Using Open Source BI in Higher Education: Case Study," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing, 2021, pp. 30088-30088. doi: 10.1088/1757-899X/1098/3/030088.
- [14] J. Willinsky, "The access principle: the case for open access to research and scholarship," *Choice Reviews Online*, vol. 43, no. 10, pp. 43-5607, Jun. 2006, doi: 10.5860/choice.43-5607.
- [15] C. W. Butler, "Software Analytics of Open Source Business Software," *Journal of Software Engineering and Applications*, vol. 15, no. 5, pp. 150-164, Jan. 2022, doi: 10.4236/jsea.2022.155008.
- [16] Y. N. Sari and A. Wulandari, "Enterprise Data Integration for Academic BI Implementation," *Jurnal RESTI*, vol. 4, no. 1, pp. 39-46, 2020, doi: 10.29207/resti.v4i1.1566.
- [17] S. A. Nugroho, "The Role of Data Warehouse in Supporting Business Intelligence at Private Universities," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 14, no. 5, pp. 150-161, 2020, doi: 10.3991/ijim.v14i05.12605.
- [18] A. R. Aziz and A. Alwi, "Implementasi Dashboard BI Open Source Untuk Pelaporan Akademik," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 10, no. 1, pp. 1-6, 2022, doi: 10.14710/jtsiskom.2022.10899.
- [19] I. Igun, "Implementing Business Intelligence Tools in SMES: Challenges and benefits for strategic planning," *Research at York St John (York St John University)*. York St John University, Aug. 31, 2025. Accessed: Feb. 2026. [Online]. Available: <https://ray.yorks.ac.uk/id/eprint/13742/2/Implementing%20Business%20Intelligence%20tools%20in%20SMES%20Challenges%20and%20benefits%20for%20strategic%20planning.docx>
- [20] D. Delen, R. Sharda, E. Turban, J. E. Aronson, and D. R. King, *Business Intelligence*. 2007. Accessed: Oct. 2025. [Online]. Available: https://openlibrary.org/books/OL7339775M/Business_Intelligence
- [21] M. Arnaboldi, A. Robbiani, and P. Carlucci, "On the relevance of self-service business intelligence to university management," *Journal of Accounting & Organizational Change*, vol. 17, no. 1, pp. 5-22, Dec. 2020, doi: 10.1108/jaoc-09-2020-0131.