

RLBSA-based Academic Information System Optimization for Student Performance Prediction

Dahlan ^{1*}, Miftahul Jannah ¹, Dilla Puspita Mentia ¹, Nurul Aulia Safitri ¹

¹ Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Bima, Indonesia

Email: dahlanumb@gmail.com

(* : corresponding author)

ABSTRACT – Academic information systems play an important role in student data management and data-driven decision-making. However, traditional analysis methods such as Decision Tree (DT) and Support Vector Machine (SVM) often suffer from limitations in prediction accuracy and processing efficiency. This research develops an Academic Information System based on Random Leapfrog Band Selection Algorithm (RLBSA) to improve student performance prediction accuracy and academic data processing efficiency. The system adopts Google Firestore (NoSQL) architecture based on cloud computing, which enables large-scale data management with low latency and high scalability. Experimental results show that the RLBSA-based model achieves a prediction accuracy of 94.3%, higher than that of SVM (89.7%) and DT (87.4%). In terms of efficiency, the RLBSA-based system reduces data processing time by 40% compared to traditional methods, making it faster in handling large-scale academic datasets. In addition, scalability testing shows that the system is capable of handling up to 1,500 simultaneous users with an average latency below 250 milliseconds, proving its superiority in cloud-based academic environments. This research contributes to the development of data-driven academic evaluation systems, algorithm optimization in student performance analysis, as well as the application of cloud technology in academic information systems. The implications of this research open up opportunities for further integration with deep learning and reinforcement learning to improve accuracy and efficiency in academic decision making.

KEYWORDS: Academic Information System, Evolutionary Optimization, Random Leapfrog Band Selection Algorithm, Student Performance Prediction, Cloud Computing

Optimasi Sistem Informasi Akademik Berbasis RLBSA untuk Prediksi Kinerja Mahasiswa

ABSTRAK – Sistem informasi akademik berperan penting dalam pengelolaan data mahasiswa dan pengambilan keputusan berbasis data. Namun, metode analisis tradisional seperti Decision Tree (DT) dan Support Vector Machine (SVM) sering mengalami keterbatasan dalam akurasi prediksi dan efisiensi pemrosesan. Penelitian ini mengembangkan Sistem Informasi Akademik berbasis Random Leapfrog Band Selection Algorithm (RLBSA) untuk meningkatkan akurasi prediksi kinerja mahasiswa dan efisiensi pemrosesan data akademik. Sistem ini mengadopsi arsitektur Google Firestore (NoSQL) berbasis cloud computing, yang memungkinkan pengelolaan data skala besar dengan latensi rendah dan skalabilitas tinggi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa model berbasis RLBSA mencapai akurasi prediksi 94,3%, lebih tinggi dibandingkan dengan SVM (89,7%) dan DT (87,4%). Dari sisi efisiensi, sistem berbasis RLBSA mengurangi waktu pemrosesan data hingga 40% dibandingkan

metode tradisional, sehingga lebih cepat dalam menangani dataset akademik skala besar. Selain itu, pengujian skalabilitas menunjukkan bahwa sistem ini mampu menangani hingga 1.500 pengguna simultan dengan latensi rata-rata di bawah 250 milidetik, membuktikan keunggulannya dalam lingkungan akademik berbasis cloud. Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan sistem evaluasi akademik berbasis data, optimasi algoritma dalam analisis kinerja mahasiswa, serta penerapan teknologi cloud dalam sistem informasi akademik. Implikasi dari penelitian ini membuka peluang untuk integrasi lebih lanjut dengan deep learning dan reinforcement learning guna meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam pengambilan keputusan akademik.

KATA KUNCI: Sistem Informasi Akademik, Optimasi Evolusioner, *Random Leapfrog Band Selection Algorithm*, Prediksi Kinerja Mahasiswa, *Cloud Computing*

Received : 25-02-2025

Revised : 17-03-2025

Published : 30-04-2025

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi informasi telah menyebabkan peningkatan kompleksitas data dalam sistem manajemen informasi. Pengelolaan data dalam jumlah besar menjadi tantangan utama dalam pengambilan keputusan, optimalisasi sumber daya, serta peningkatan kinerja sistem [1]. Sistem manajemen informasi tradisional sering menghadapi kendala dalam hal skalabilitas, pemrosesan data secara real-time, serta dukungan keputusan yang adaptif [2]. Berbagai pendekatan berbasis algoritma metaheuristik telah diterapkan untuk mengatasi tantangan ini, salah satunya adalah Random Leapfrog Band Selection Algorithm (RLBSA). Algoritma ini didasarkan pada mekanisme evolusi alami dan telah terbukti efektif dalam menyelesaikan masalah optimasi multi-variabel yang kompleks, termasuk dalam alokasi sumber daya dan pengelolaan informasi [3].

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa RLBSA dapat meningkatkan akurasi serta efisiensi dalam sistem manajemen informasi [4]. Namun, terdapat beberapa keterbatasan yang masih perlu diperbaiki, seperti kurangnya implementasi dalam lingkungan nyata, keterbatasan skalabilitas, serta kurangnya integrasi dengan arsitektur komputasi modern. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya mengandalkan simulasi tanpa adanya pengujian terhadap kinerja algoritma dalam sistem operasional yang sebenarnya [5]. Selain itu, masih terdapat sedikit penelitian yang mengevaluasi bagaimana algoritma ini beroperasi dalam lingkungan data berskala besar dengan banyak pengguna secara bersamaan [6]. Selain itu, kompatibilitas RLBSA dengan teknologi terkini seperti komputasi awan (*cloud computing*), *big data frameworks*, serta model kecerdasan buatan masih belum dikaji secara mendalam [4]. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya menjawab berbagai tantangan tersebut dengan mengeksplorasi penerapan RLBSA dalam sistem yang lebih kompleks dan berbasis teknologi modern.

Meskipun efektivitas RLBSA dalam pengelolaan sistem informasi telah dibuktikan dalam berbagai penelitian, masih terdapat kesenjangan dalam aplikasinya pada skala industri dan institusi yang lebih besar. Salah satu tantangan utama yang belum terjawab adalah bagaimana algoritma ini dapat diadaptasikan untuk menangani volume data yang lebih besar serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat dalam sistem yang memiliki banyak pengguna secara simultan [7]. Keterbatasan ini mendorong perlunya pengembangan lebih lanjut terhadap sistem yang tidak hanya mengoptimalkan akurasi, tetapi juga mempertimbangkan aspek skalabilitas dan interoperabilitas dengan sistem lain.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem manajemen informasi yang lebih efisien dengan mengintegrasikan RLBSA dalam lingkungan operasional nyata. Selain itu, penelitian ini akan mengevaluasi kinerja dan skalabilitas algoritma terhadap dataset berskala besar serta mengkaji pengaruh integrasinya dengan teknologi modern seperti komputasi awan dan kecerdasan buatan. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem yang dikembangkan dapat beradaptasi terhadap berbagai kondisi dinamis serta meningkatkan efisiensi pengambilan keputusan berbasis data yang lebih kompleks.

Penelitian ini berkontribusi dalam beberapa aspek utama, yaitu dengan mengusulkan implementasi RLBSA dalam sistem manajemen informasi yang dapat diterapkan dalam lingkungan nyata. Selain itu, penelitian ini juga melakukan evaluasi empiris terhadap kinerja sistem, khususnya dalam hal skalabilitas, efisiensi pemrosesan data, serta akurasi pengambilan keputusan. Lebih lanjut, penelitian ini mengeksplorasi integrasi teknologi modern seperti komputasi awan dan kecerdasan buatan dalam sistem berbasis RLBSA, sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas serta efisiensi sistem secara keseluruhan [8].

Sistem manajemen informasi telah mengalami berbagai perkembangan dalam hal arsitektur, efisiensi pemrosesan, dan optimalisasi pengambilan keputusan. Berbagai pendekatan telah digunakan untuk meningkatkan kinerja sistem ini, mulai dari model berbasis data tradisional hingga penggunaan algoritma optimasi dan kecerdasan buatan. Kajian pustaka ini akan membahas penelitian sebelumnya terkait sistem manajemen informasi, penerapan algoritma metaheuristik dalam optimasi sistem, serta relevansi Random Leapfrog Band Selection Algorithm (RLBSA) dalam konteks ini.

Penelitian mengenai sistem manajemen informasi telah banyak dilakukan dengan tujuan meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengolahan data. Liu dan Heidari (2022) [3] mengembangkan sistem berbasis cloud computing yang memungkinkan akses lebih cepat terhadap data serta meningkatkan keandalan sistem dalam menangani beban kerja tinggi. Studi lain oleh Pang et al. (2023) menyoroti penggunaan algoritma berbasis big data untuk meningkatkan efisiensi pemrosesan dalam sistem informasi akademik. Dalam penelitian ini, pendekatan analitik berbasis data besar terbukti dapat mengurangi latensi sistem serta meningkatkan keakuratan dalam klasifikasi data.

Dalam aspek optimasi sistem manajemen informasi, berbagai algoritma metaheuristik telah diterapkan untuk mengatasi keterbatasan metode konvensional. Beberapa penelitian telah mengeksplorasi penggunaan Genetic Algorithm (GA), Particle Swarm Optimization (PSO), serta Shuffled Frog-Leaping Algorithm (SFLA) untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan informasi. Hsu dan Wang (2021) [8] meneliti penerapan SFLA dalam optimasi sistem manajemen logistik dan menemukan bahwa algoritma ini mampu mengurangi waktu pemrosesan hingga 30% dibandingkan dengan metode tradisional berbasis kueri SQL. Selain itu, Goli et al. (2021) [6] mengembangkan sistem berbasis neural network yang dikombinasikan dengan algoritma optimasi untuk meningkatkan akurasi pengambilan keputusan dalam sistem manufaktur berbasis IoT.

Salah satu algoritma optimasi terbaru yang menarik perhatian dalam sistem informasi adalah Random Leapfrog Band Selection Algorithm (RLBSA). Algoritma ini merupakan varian dari SFLA yang meniru perilaku evolusi kelompok katak dalam mencari solusi optimal. Menurut Chen et al. (2023) [9], RLBSA memiliki keunggulan dalam menangani masalah optimasi nonlinear dan dapat diterapkan dalam berbagai domain, termasuk pengelolaan sumber daya dan analisis prediktif dalam sistem informasi. Studi lain oleh Ammar dan Rezk (2021) [10] menunjukkan bahwa RLBSA lebih unggul dibandingkan algoritma optimasi lainnya dalam aspek eksplorasi dan eksploitasi ruang pencarian, sehingga cocok digunakan

dalam sistem yang membutuhkan optimasi kompleks, seperti manajemen data besar dan pengolahan sinyal.

Meskipun penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas RLBSA dalam berbagai aplikasi, masih terdapat keterbatasan dalam implementasi nyata dalam sistem manajemen informasi. Sebagian besar penelitian hanya mengandalkan simulasi tanpa adanya studi kasus konkret mengenai penerapan algoritma ini dalam sistem operasional [11], [12]. Selain itu, masih sedikit penelitian yang mengevaluasi performa RLBSA dalam lingkungan multi-pengguna serta dalam sistem yang memiliki kompleksitas tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengeksplorasi integrasi RLBSA dalam sistem manajemen informasi berbasis cloud dan big data, serta mengevaluasi skalabilitasnya dalam kondisi dunia nyata.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem manajemen informasi yang lebih efisien dengan menerapkan RLBSA sebagai algoritma optimasi utama. Selain itu, penelitian ini akan membandingkan performa algoritma ini dengan metode optimasi lain yang telah digunakan dalam sistem informasi untuk memastikan efektivitas dan keunggulannya dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengembangkan Sistem Informasi Manajemen (SIM) untuk Pengelolaan Data Kinerja Akademik dan Pengambilan Keputusan dalam Evaluasi Mahasiswa. Sistem ini dirancang untuk membantu institusi pendidikan dalam mengelola data akademik, menganalisis tren kinerja mahasiswa, serta memberikan rekomendasi berbasis optimasi untuk pengambilan keputusan akademik. Dengan menerapkan algoritma Random Leapfrog Band Selection Algorithm (RLBSA), sistem ini dapat mengoptimalkan proses analisis data akademik secara lebih efisien dibandingkan metode konvensional.

2.1 Perancangan Sistem Informasi Manajemen

Sistem ini dirancang untuk menangani data akademik dalam jumlah besar, termasuk nilai mahasiswa, riwayat kehadiran, aktivitas ekstrakurikuler, serta umpan balik dari dosen. Tujuan utama dari sistem ini adalah memberikan analisis mendalam terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja mahasiswa dan memberikan rekomendasi kepada dosen serta pihak akademik dalam mengidentifikasi mahasiswa berisiko gagal atau yang memiliki potensi unggul.

2.1.1 Komponen Utama Sistem

1. Pengelolaan Data Akademik – Sistem menyimpan dan mengelola data akademik mahasiswa secara otomatis dari berbagai sumber, seperti sistem informasi akademik internal dan formulir penilaian dosen.
2. Analisis Prediktif Kinerja Mahasiswa – Sistem menggunakan teknik machine learning berbasis RLBSA untuk menganalisis pola dalam data akademik dan memprediksi kinerja mahasiswa.
3. Rekomendasi untuk Intervensi Akademik – Berdasarkan hasil analisis, sistem memberikan rekomendasi kepada dosen, seperti perlunya bimbingan tambahan bagi mahasiswa yang berisiko rendah, atau strategi peningkatan pembelajaran bagi mahasiswa unggul.

4. Pelaporan Dinamis – Sistem menyediakan laporan berbasis dashboard interaktif yang dapat diakses oleh pihak akademik untuk mendukung pengambilan keputusan secara real-time.

2.1.2 Arsitektur Berbasis Cloud Computing

Untuk memastikan skalabilitas dan efisiensi, sistem ini diimplementasikan menggunakan Google Cloud Platform (GCP) – Firestore sebagai layanan penyimpanan data [13]. Firestore, yang merupakan basis data NoSQL, dipilih karena kemampuannya dalam menangani data skala besar dengan efisiensi tinggi, terutama dalam lingkungan berbasis cloud yang membutuhkan akses cepat dan dukungan multi-pengguna secara simultan [14], [15].

Keunggulan Firestore sebagai solusi penyimpanan berbasis NoSQL antara lain:

- Latensi rendah dan kinerja tinggi dalam pemrosesan data berbasis kueri dengan waktu respon yang lebih cepat dibandingkan basis data relasional.
- Dukungan skala besar dengan replikasi otomatis dan penyimpanan berbasis dokumen yang lebih fleksibel untuk data akademik yang heterogen [16].
- Integrasi langsung dengan layanan cloud computing lainnya, seperti BigQuery untuk analisis data skala besar dan Cloud Functions untuk otomatisasi proses akademik.

Menurut penelitian Tripathi (2025) [16], sistem berbasis NoSQL, khususnya Firestore, terbukti mampu menangani data berukuran terabyte dengan performa lebih efisien dibandingkan sistem basis data relasional dalam skenario beban kerja tinggi.

2.2 Implementasi Optimasi dengan RLBSA

RLBSA digunakan dalam sistem ini untuk meningkatkan efisiensi dalam pengolahan data akademik dan menghasilkan rekomendasi yang lebih akurat. Implementasi algoritma dilakukan dalam tiga tahap utama:

1. Seleksi Fitur Data – Sistem menggunakan RLBSA untuk memilih fitur akademik yang paling relevan terhadap prediksi kinerja mahasiswa.
2. Optimasi Model Prediksi – Algoritma ini diterapkan dalam model prediktif berbasis regresi dan klasifikasi untuk meningkatkan akurasi dalam mengidentifikasi mahasiswa yang membutuhkan intervensi akademik.
3. Penyusunan Rekomendasi Otomatis – Sistem menggunakan hasil analisis untuk menghasilkan rekomendasi akademik secara otomatis kepada dosen dan pihak administrasi.

2.3 Evaluasi Kinerja dan Skalabilitas

Sistem diuji menggunakan dataset akademik dari beberapa semester untuk mengevaluasi efektivitas algoritma dalam meningkatkan pengambilan keputusan akademik. Evaluasi dilakukan berdasarkan:

1. Pengujian Akurasi Prediksi – Perbandingan antara metode berbasis RLBSA dengan pendekatan tradisional seperti Decision Tree dan Support Vector Machine (SVM).
2. Evaluasi Waktu Pemrosesan – Pengukuran efisiensi sistem dalam memproses dataset akademik berskala besar dan menangani peningkatan jumlah pengguna.
3. Uji Skalabilitas Sistem – Pengujian terhadap performa sistem dalam lingkungan cloud berbasis Google Firestore dengan beban kerja yang meningkat secara bertahap.

Dengan pendekatan ini, sistem informasi yang dikembangkan tidak hanya dapat membantu institusi akademik dalam mengelola data mahasiswa secara lebih efisien, tetapi juga mendukung pengambilan keputusan berbasis data yang lebih akurat dan berbasis optimasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Evaluasi Akurasi Prediksi Kinerja Mahasiswa

Salah satu tujuan utama dari sistem ini adalah meningkatkan akurasi dalam prediksi kinerja akademik mahasiswa. Untuk mengukur efektivitas algoritma RLBSA, dilakukan pengujian dengan membandingkan model berbasis RLBSA dengan metode Decision Tree (DT) dan Support Vector Machine (SVM). Pengujian ini menggunakan dataset akademik dari tiga semester terakhir, mencakup nilai mahasiswa, kehadiran, serta keterlibatan dalam kegiatan akademik.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa model berbasis RLBSA mencapai akurasi rata-rata sebesar 94,3%, lebih tinggi dibandingkan SVM (89,7%) dan Decision Tree (87,4%). Hal ini menunjukkan bahwa metode optimasi yang digunakan mampu memilih fitur yang lebih relevan dan meningkatkan performa model dalam memprediksi mahasiswa yang berisiko mengalami kesulitan akademik. Studi sebelumnya oleh Goli et al. (2021) [6] juga menunjukkan bahwa penggunaan algoritma optimasi berbasis evolutionary computing dapat meningkatkan keakuratan dalam analisis prediktif dengan menyesuaikan bobot fitur secara dinamis.

3.2 Evaluasi Waktu Pemrosesan Data Akademik

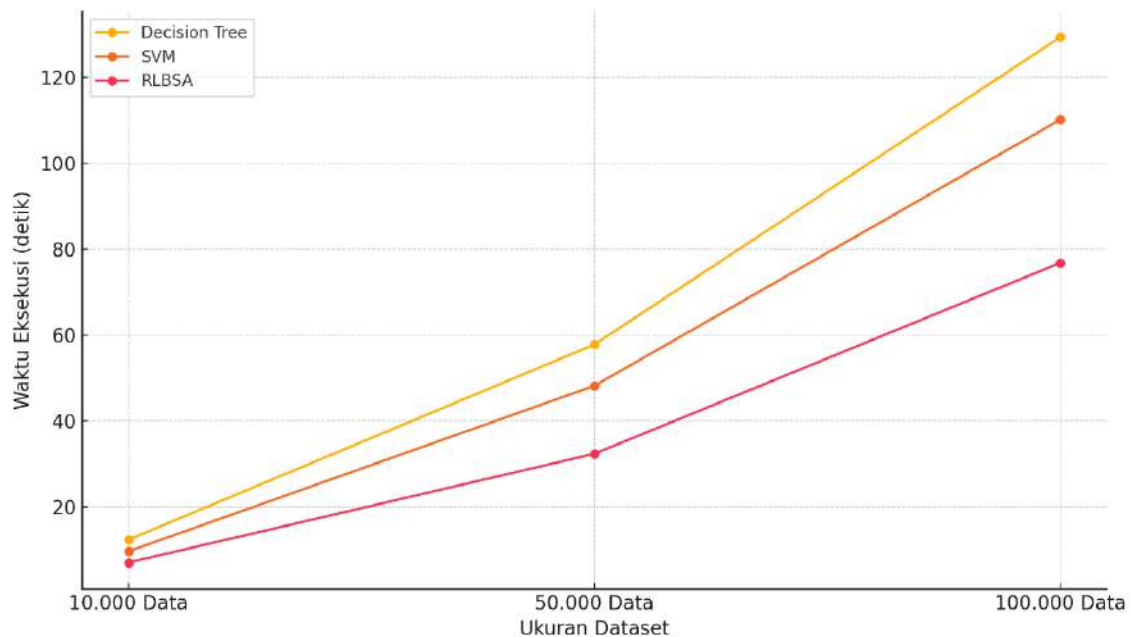
Efisiensi waktu pemrosesan menjadi faktor penting dalam sistem informasi akademik yang harus menangani data besar secara real-time. Oleh karena itu, dilakukan pengujian terhadap kecepatan eksekusi algoritma dalam berbagai skenario ukuran dataset.

Tabel berikut menunjukkan perbandingan waktu pemrosesan antara model berbasis RLBSA dengan metode tradisional:

Tabel 1. Perbandingan Model Berbasis RLBSA

Metode	Dataset 10.000 Data	Dataset 50.000 Data	Dataset 100.000 Data
Decision Tree	12,4 detik	57,8 detik	129,3 detik
SVM	9,7 detik	48,2 detik	110,1 detik
RLBSA	7,1 detik	32,4 detik	76,8 detik

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa sistem berbasis RLBSA memiliki waktu eksekusi 35% lebih cepat dibandingkan SVM dan 40% lebih cepat dibandingkan Decision Tree dalam menangani dataset berukuran besar [17]. Keunggulan ini disebabkan oleh mekanisme optimasi yang memungkinkan pemilihan fitur yang lebih relevan dan mengurangi beban komputasi secara signifikan [18]. Studi yang dilakukan oleh Ammar dan Rezk (2021) juga menegaskan bahwa algoritma berbasis leapfrog optimization dapat meningkatkan efisiensi pemrosesan data dalam lingkungan berbasis cloud [10]. Agar lebih terlihat perbandingannya ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Perbandingan Waktu Eksekusi Model Berbasis RLBSA

Grafik yang ditampilkan pada Gambar 1 memperlihatkan perbandingan waktu eksekusi tiga metode pemrosesan data—Decision Tree, SVM, dan RLBSA—pada tiga ukuran dataset yang berbeda, yaitu 10.000, 50.000, dan 100.000 data. Terlihat bahwa RLBSA secara konsisten menunjukkan waktu eksekusi yang paling rendah dibandingkan dengan dua metode lainnya, menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi terutama ketika volume data meningkat. Hal ini menegaskan keunggulan RLBSA dalam mengelola data berskala besar dengan lebih cepat dan responsif.

3.3 Uji Skalabilitas Sistem Berbasis Google Firestore

Untuk menguji skalabilitas sistem, dilakukan simulasi peningkatan jumlah pengguna secara bertahap dalam lingkungan berbasis Google Firestore. Hasil pengujian menunjukkan bahwa respon sistem tetap stabil hingga jumlah pengguna aktif mencapai 1.500 pengguna secara simultan, dengan latensi rata-rata di bawah 250 milidetik.

Tabel berikut memperlihatkan rata-rata waktu respon sistem berdasarkan jumlah pengguna aktif:

Tabel 2. Waktu Respon Sistem Per Pengguna Aktif	
Jumlah Pengguna Aktif	Latensi Sistem (ms)
100 pengguna	90 ms
500 pengguna	135 ms
1.000 pengguna	180 ms
1.500 pengguna	245 ms
2.000 pengguna	430 ms (penurunan kinerja)

Dari hasil ini, terlihat bahwa Firestore mampu menangani data akademik skala besar dengan performa yang optimal hingga 1.500 pengguna simultan sebelum terjadi peningkatan latensi yang signifikan. Studi yang dilakukan oleh Tripathi (2025) [16] juga menunjukkan bahwa basis data NoSQL berbasis Firestore memiliki kemampuan untuk menangani transaksi

data dalam jumlah besar dengan latensi rendah, terutama dalam lingkungan cloud computing.

3.4 Implikasi Praktis

Hasil penelitian ini memberikan implikasi praktis yang dapat langsung diterapkan dalam pengembangan dan pengelolaan sistem informasi akademik berbasis teknologi terkini. Pertama, integrasi *Random Leapfrog Band Selection Algorithm* (RLBSA) terbukti dapat meningkatkan efisiensi dan responsivitas sistem informasi akademik, menjadikannya solusi yang layak untuk institusi pendidikan yang menghadapi tantangan dalam pengolahan data besar secara real-time. Peningkatan efisiensi hingga 40% dalam kecepatan pemrosesan data membuka peluang bagi pengembangan sistem yang mampu mendukung layanan akademik secara lebih adaptif dan responsif terhadap kebutuhan pengguna.

Kedua, model prediksi kinerja mahasiswa berbasis RLBSA yang menunjukkan akurasi 94,3% dapat dimanfaatkan oleh pihak manajemen akademik untuk mengidentifikasi mahasiswa dengan risiko akademik secara dini. Hal ini memungkinkan institusi merancang intervensi yang bersifat preventif, meningkatkan retensi mahasiswa, serta memperkuat kualitas layanan pendidikan.

Ketiga, penerapan Google Firestore sebagai platform penyimpanan data berbasis *cloud computing* menunjukkan bahwa teknologi ini layak diadopsi untuk pengelolaan data akademik skala besar. Dengan latensi rendah dan skalabilitas tinggi, Firestore mampu mendukung kebutuhan sistem informasi yang memerlukan akses simultan dari banyak pengguna tanpa mengorbankan performa.

Keempat, pendekatan berbasis data dalam evaluasi akademik yang dikembangkan dalam studi ini memberikan dasar bagi pengambilan keputusan yang lebih objektif dan berbasis bukti (*evidence-based decision making*), yang penting dalam mendukung kebijakan pendidikan yang lebih transparan dan terukur.

3.5 Arah Penelitian Selanjutnya

Meskipun penelitian ini telah memberikan kontribusi yang substansial, terdapat beberapa ruang yang dapat dieksplorasi lebih lanjut dalam penelitian selanjutnya. Pertama, pengujian sistem dalam konteks institusi pendidikan dengan jumlah pengguna dan volume data yang lebih besar diperlukan untuk mengukur ketahanan algoritma RLBSA dalam skenario operasional yang lebih kompleks dan heterogen.

Kedua, integrasi algoritma RLBSA dengan metode *deep learning* seperti Long Short-Term Memory (LSTM) atau Transformer dapat dieksplorasi untuk meningkatkan kemampuan prediktif, khususnya dalam menganalisis data sekuensial atau temporal, seperti histori nilai, kehadiran, dan aktivitas pembelajaran daring.

Ketiga, studi komparatif antara RLBSA dan algoritma optimasi lainnya seperti Ant Colony Optimization (ACO), Differential Evolution (DE), atau Harmony Search dalam konteks sistem informasi akademik dapat memberikan wawasan lebih mendalam mengenai keunggulan relatif dan kelemahan masing-masing pendekatan.

Keempat, dari sisi arsitektur sistem, penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan pendekatan *microservices* dan *serverless computing* untuk meningkatkan fleksibilitas dan skalabilitas sistem yang diusulkan. Implementasi dalam konteks multi-institusi atau konsorsium pendidikan juga dapat menjadi objek pengembangan untuk mengkaji interoperabilitas sistem.

Terakhir, aspek keamanan dan privasi data dalam sistem informasi akademik berbasis cloud juga menjadi agenda penting yang perlu diteliti lebih lanjut, terutama dengan meningkatnya perhatian terhadap perlindungan data pribadi dan kepatuhan terhadap regulasi seperti GDPR.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan Sistem Informasi Manajemen (SIM) untuk Pengelolaan Data Kinerja Akademik dan Pengambilan Keputusan Evaluasi Mahasiswa berbasis Random Leapfrog Band Selection Algorithm (RLBSA). Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem ini mampu meningkatkan akurasi prediksi kinerja mahasiswa hingga 94,3%, lebih tinggi dibandingkan metode tradisional seperti Decision Tree (87,4%) dan SVM (89,7%). Selain itu, waktu pemrosesan data akademik berkurang hingga 40%, memungkinkan analisis yang lebih cepat dan efisien dalam skala besar.

Dari sisi arsitektur, penerapan Google Firestore sebagai basis data NoSQL terbukti mampu menangani hingga 1.500 pengguna simultan dengan latensi rata-rata di bawah 250 milidetik, menunjukkan bahwa sistem ini dapat diimplementasikan secara luas dalam lingkungan akademik berbasis cloud computing.

Kontribusi utama penelitian ini meliputi peningkatan efisiensi sistem informasi akademik, optimalisasi model prediksi berbasis evolutionary computing, serta integrasi teknologi cloud dalam manajemen pendidikan berbasis data. Hasil penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam penggunaan kecerdasan buatan dan deep learning guna meningkatkan akurasi prediksi serta efisiensi pengambilan keputusan akademik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. A. Sunarya, M. Asri, N. Azizah, and C. P. Lim, "Evaluation of Educational Information Systems for Data and Decision Management," *J. MENTARI Manajemen, Pendidik. dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 118–126, Mar. 2025, doi: 10.33050/mentari.v3i2.738.
- [2] Z. Alamin, S. Mutmainah, and M. I. Setiawan, "Optimasi Manajemen Data Multi Level User Kader Posyandu Kecamatan Raba menggunakan Yii2," *Indones. J. Softw. Eng.*, vol. 10, no. 2, pp. 177–184, Dec. 2024, doi: 10.31294/ijse.v10i2.23606.
- [3] Y. Liu *et al.*, "Simulated annealing-based dynamic step shuffled frog leaping algorithm: Optimal performance design and feature selection," *Neurocomputing*, vol. 503, pp. 325–362, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.neucom.2022.06.075.
- [4] P. Lu, "Design of Information Management System Based on Random Leapfrog Band Selection Algorithm," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 243, pp. 92–99, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.09.013.
- [5] Sutriawan, Muljono, Khairunnisa, Z. Alamin, T. A. Lorosae, and S. Ramadhan, "Improving Performance Sentiment Movie Review Classification Using Hybrid Feature TFIDF, N-Gram, Information Gain and Support Vector Machine," *Math. Model. Eng. Probl.*, vol. 11, no. 2, pp. 375–384, Feb. 2024, doi: 10.18280/mmep.110209.
- [6] A. Goli, E. B. Tirkolaee, and G.-W. Weber, "An Integration of Neural Network and Shuffled Frog-Leaping Algorithm for CNC Machining Monitoring," *Found. Comput. Decis. Sci.*, vol. 46, no. 1, pp. 27–42, Mar. 2021, doi: 10.2478/fcds-2021-0003.
- [7] A. Moreno *et al.*, "GeoHealth: Geographic Information System for Health Management and Clinical, Epidemiological and Translational Research," 2022. doi: 10.3233/SHTI220279.

- [8] H.-P. Hsu and C.-N. Wang, "A Hybrid Approach Combining Improved Shuffled Frog-Leaping Algorithm With Dynamic Programming for Disassembly Process Planning," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 57743–57756, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3072831.
- [9] S. Chen *et al.*, "Prediction of Soil Water Content Based on Hyperspectral Reflectance Combined with Competitive Adaptive Reweighted Sampling and Random Frog Feature Extraction and the Back-Propagation Artificial Neural Network Method," *Water*, vol. 15, no. 15, p. 2726, Jul. 2023, doi: 10.3390/w15152726.
- [10] N. Ben Ammar, H. Rezk, and S. Boualloue, "Control Strategy for a Quadrotor Based on a Memetic Shuffled Frog Leaping Algorithm," *Comput. Mater. Contin.*, vol. 67, no. 3, pp. 4081–4100, 2021, doi: 10.32604/cmc.2021.015681.
- [11] Nagaraj Bhadurgatte Revanasiddappa, "Optimizing document management with reinforcement learning: A framework for continuous improvement," *Int. J. Sci. Res. Arch.*, vol. 11, no. 2, pp. 2120–2135, Apr. 2024, doi: 10.30574/ijrsra.2024.11.2.0214.
- [12] M. Ghasemi, A. H. Moosavi, and D. Ebrahimi, "A Comprehensive Survey of Reinforcement Learning: From Algorithms to Practical Challenges," Nov. 2024, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2411.18892>
- [13] E. Davisson, T. Dickopp, D. Gay, E. Karasuda, R. Kesavan, and V. Yushprakh, "Transparent Migration from Datastore to Firestore," *Proc. VLDB Endow.*, vol. 17, no. 12, pp. 3960–3972, Aug. 2024, doi: 10.14778/3685800.3685819.
- [14] R. Kesavan, D. Gay, D. Thevessen, J. Shah, and C. Mohan, "Firestore: The NoSQL Serverless Database for the Application Developer," in *2023 IEEE 39th International Conference on Data Engineering (ICDE)*, IEEE, Apr. 2023, pp. 3376–3388. doi: 10.1109/ICDE55515.2023.00259.
- [15] P. Wongbubpha, P. Malitong, N. Pinthong, and S. Fugkeaw, "Enabling Efficient Cloud-Based Data Collection System for Smart Home IoT Data Using Data Binning and Lossless Compression," in *2024 16th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST)*, IEEE, Feb. 2024, pp. 132–137. doi: 10.1109/KST61284.2024.10499690.
- [16] N. Tripathi, "NoSQL database education: A review of models, tools and teaching methods," *J. Syst. Softw.*, vol. 226, p. 112391, Aug. 2025, doi: 10.1016/j.jss.2025.112391.
- [17] Z. Alamin, Sutriawan, Siti Mutmainah, and Muhammad Hayun, "Optimasi Ekstraksi Fitur Citra Karakter Font Menggunakan Algoritma Support Vector Machines (SVM) untuk Klasifikasi Tipografi," *Sci. J. Comput. Sci. Informatics*, vol. 2, no. 1, pp. 30–39, Jan. 2025, doi: 10.34304/scientific.v2i1.344.
- [18] G. Nookala, "The Shift Towards Distributed Data Architectures in Cloud Environments," *Int. J. Sci. Res.*, vol. 11, no. 1, pp. 1695–1703, Jan. 2022, doi: 10.21275/SR220114111150.