



Pemanfaatan Software Axiom dalam Komputasi: Tinjauan Literatur

Rani Nurfadillah¹, Yahfizham²

Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan,
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara^{1,2}

*Email Korespodensi: raninurfadillah440@gmail.com

Diterima: 21-06-2025 | Disetujui: 22-06-2025 | Diterbitkan: 25-06-2025

ABSTRACT

This study examines the use of Axiom software as a Computer Algebra System (CAS) in the realm of symbolic computation. As the complexity of problems in various disciplines increases, the need for tools that are able to manipulate mathematical expressions exactly and symbolically becomes crucial. Axiom, with its strongly-typed architecture and strong mathematical domain hierarchy, offers unique capabilities that differentiate it from other CASs. This study uses a qualitative approach with case studies and functional demonstrations to explore Axiom's capabilities in handling complex symbolic computation problems, including abstract algebraic operations, polynomial manipulation, linear algebra, and calculus. The results show that Axiom is very effective in providing precise and consistent solutions, significantly reducing the risk of errors compared to manual methods, and allowing for handling more complex expressions. Its flexibility in defining new mathematical structures makes it a powerful tool for exploration and research. In addition, this study identifies the great potential of Axiom to support research and learning activities in the fields of mathematics and computational science, offering a reliable platform for verification, experimentation, and understanding of abstract concepts. Despite the learning curve, Axiom's advantages in accuracy and abstraction capabilities make it a valuable asset for academics and researchers.

Keywords: Axiom, Computer Algebra System (CAS), Symbolic Computation, Abstract Algebra, Computational Mathematics.

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji pemanfaatan software Axiom sebagai Sistem Aljabar Komputer (CAS) dalam ranah komputasi simbolik. Seiring dengan peningkatan kompleksitas permasalahan di berbagai disiplin ilmu, kebutuhan akan alat yang mampu memanipulasi ekspresi matematika secara eksak dan simbolik menjadi krusial. Axiom, dengan arsitektur strongly-typed dan hierarki domain matematika yang kuat, menawarkan kapabilitas unik yang membedakannya dari CAS lainnya. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan studi kasus dan demonstrasi fungsionalitas untuk mengeksplorasi kemampuan Axiom dalam menangani masalah komputasi simbolik yang kompleks, termasuk operasi aljabar abstrak, manipulasi polinomial, aljabar linear, dan kalkulus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Axiom sangat efektif dalam memberikan solusi yang presisi dan konsisten, secara signifikan mengurangi risiko kesalahan dibandingkan metode manual, dan memungkinkan penanganan ekspresi yang lebih rumit. Fleksibilitasnya dalam mendefinisikan struktur matematika baru menjadikannya alat yang powerful untuk eksplorasi dan penelitian. Selain itu, penelitian ini mengidentifikasi potensi besar Axiom untuk mendukung kegiatan riset dan pembelajaran di bidang matematika dan ilmu komputasi, menawarkan platform yang andal untuk verifikasi, eksperimen, dan pemahaman konsep-konsep abstrak. Meskipun memiliki kurva pembelajaran, keunggulan Axiom dalam akurasi dan kemampuan abstraksi menjadikannya aset berharga bagi para akademisi dan peneliti.

Kata Kunci: Axiom, Sistem Aljabar Komputer (CAS), Komputasi Simbolik, Aljabar Abstrak, Matematika Komputasi.

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Rani Nurfadillah, & Yahfizham. (2025). Pemanfaatan Software Axiom dalam Komputasi: Tinjauan Literatur. *Journal of Literature Review*, 1(1), 113-119. <https://doi.org/10.63822/ahnsqb30>

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komputasi telah membawa dampak revolusioner dalam berbagai bidang ilmu, termasuk matematika dan sains. Seiring dengan peningkatan kompleksitas permasalahan yang dihadapi, kebutuhan akan alat komputasi yang mampu menangani perhitungan simbolik menjadi semakin mendesak. Komputasi numerik, meskipun penting, seringkali tidak cukup untuk memahami struktur intrinsik atau hubungan matematis yang mendasari suatu fenomena. Di sinilah peran Sistem Aljabar Komputer (CAS) menjadi krusial. CAS memungkinkan pengguna untuk melakukan manipulasi ekspresi matematika secara simbolik, seperti diferensiasi, integrasi, penyelesaian persamaan, dan faktorisasi polinomial, tanpa harus kehilangan presisi atau bentuk analitis.

Salah satu CAS yang menonjol dan memiliki sejarah panjang dalam pengembangan adalah Axiom. Axiom, yang awalnya dikembangkan oleh Richard D. Jenks di IBM pada tahun 1970-an dengan nama Scratchpad, telah berevolusi menjadi sistem yang sangat canggih dengan arsitektur yang kuat dan kerangka kerja matematika yang terstruktur dengan baik. Fitur khas Axiom, seperti sistem pengetikan yang kuat (strongly-typed system), kemampuan untuk mendefinisikan domain matematika baru, dan fokus pada kebenaran matematis melalui integrasi dengan konsep pembuktian teorema, menjadikannya alat yang powerful untuk penelitian dan pengembangan. Berbeda dengan beberapa CAS lain yang mungkin lebih berorientasi pada komputasi numerik, Axiom secara inheren dirancang untuk menangani struktur aljabar yang kompleks dan abstraksi matematis tingkat tinggi.

Meskipun potensi Axiom sangat besar, pemanfaatannya di kalangan akademisi dan peneliti, khususnya di Indonesia, masih relatif terbatas dibandingkan dengan CAS komersial lainnya. Hal ini mungkin disebabkan oleh kurva pembelajaran yang lebih curam, kurangnya sumber daya yang terdistribusi luas, atau belum optimalnya sosialisasi kapabilitas unik yang ditawarkan oleh Axiom. Oleh karena itu, penelitian mengenai pemanfaatan Axiom menjadi relevan dan penting untuk menggali lebih dalam potensi yang dimilikinya dalam berbagai aplikasi komputasi.

METODE

Penelitian ini akan menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) dengan fokus pada studi kasus dan demonstrasi fungsionalitas. Pendekatan Systematic Literature Review (SLR) dipilih karena tujuan utama penelitian adalah untuk memahami secara mendalam kapabilitas, keefektifan, dan potensi pemanfaatan software Axiom dalam konteks komputasi simbolik yang kompleks, bukan untuk mengukur hubungan antar variabel secara statistik. Studi kasus memungkinkan eksplorasi terperinci terhadap implementasi Axiom dalam berbagai skenario komputasi yang spesifik.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen komputasi atau penelitian berbasis demonstrasi. Peneliti mengimplementasikan Axiom untuk menyelesaikan serangkaian masalah komputasi simbolik. Hasil dari implementasi ini kemudian akan dianalisis untuk mengevaluasi kemampuan Axiom, membandingkan efisiensinya (dalam konteks waktu komputasi atau langkah-langkah penyelesaian), dan mengidentifikasi area pemanfaatannya. Penelitian ini akan dilakukan melalui beberapa tahapan utama sebagai berikut:

1. Mengkaji literatur terkait Sistem Aljabar Komputer (CAS) secara umum dan software Axiom secara khusus, termasuk arsitektur, fitur, dan riwayat pengembangannya.
2. Mempelajari sintaks dasar, struktur data, dan fungsi-fungsi kunci Axiom

3. Mengidentifikasi dan memilih serangkaian masalah komputasi simbolik dari berbagai bidang (aljabar abstrak, kalkulus, aljabar linear, polinomial) yang relevan dan representatif untuk demonstrasi kapabilitas Axiom.
4. Merangkum temuan-temuan penting dari analisis.
5. Menyusun rekomendasi mengenai pemanfaatan Axiom untuk tujuan penelitian dan pendidikan.
6. Menyusun laporan akhir berupa jurnal ilmiah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini secara komprehensif mendemonstrasikan kapabilitas superior software AXIOM dalam memfasilitasi komputasi simbolik dan numeric yang kompleks, menjadikannya alat yang sangat berharga dalam berbagai disiplin ilmu.

Dengan demikian bisa mengamati beberapa temuan kunci yang menggarisbawahi keunggulan Axiom:

1. Kemampuan Kalkulus Simbolik yang luar biasa: AXIOM terbukti jago dalam memanipulasi ekspresi aljabar yang ruwet, seperti saat melakukan turunan (diferensiasi) atau integral secara simbolis. Bahkan untuk fungsi dengan banyak variabel atau integral lipat, AXIOM memberikan hasil yang akurat, ringkas dan seringkali dalam bentuk paling sederhana. AXIOM mampu menyelesaikan persamaan aljabar dan persamaan diferensial secara simbolis, bahkan untuk sistem non-linear atau persamaan diferensial (PDP) yang sederhana. Fitur-fitur seperti ekspansi deret Taylor, transformasi Laplace, dan transformasi Fourier juga berjalan mulus, menegaskan manfaat AXIOM yang tidak terbantahkan dalam analisis matematika tingkat lanjut, rekayasa dan fisika teoritis.
2. Efisiensi Terintegrasi dalam Perhitungan Numerik: Walaupun AXIOM memang dirancang untuk kalkulus simbolik, kemampuan numeriknya juga patut diacungi jempol. Dalam aljabar linear, perhitungan matriks numerik seperti invers, determinan, nilai eigen, dan vector eigen dieksekusi dengan sangat efisien, bahkan untuk matriks berukuran besar. Ini menunjukkan betapa relevannya AXIOM dalam bidang optimasi, simulasi, dan analisis data kuantitatif.
3. Dukungan Penuh untuk Struktur Matematika Abstrak: Salah satu keunggulan terbesar AXIOM adalah kemampuannya untuk bekerja langsung dengan berbagai struktur matematika abstrak seperti grup, gelanggang dan lapangan. Ini karena arsitektur AXIOM yang dibangun di atas konsep domain dan kategori. Pengguna bisa langsung memanipulasi objek-objek matematika ini tanpa perlu repot membangun representasi manual yang sering kali rawan kesalahan. Ini membuka jalan bagi para peneliti untuk menggali konsep-konsep matematika murni, mengembangkan algoritma yang beroperasi langsung pada struktur ini, dan memvalidasi hipotesis dalam bidang aljabar computer, teori bilangan atau bahkan kriptografi. Sistem tipe data yang tepat juga menjamin konsistensi matematis dan meminimalkan kesalahan logis.
4. Fleksibilitas Pemrograman Tingkat Tinggi melalui Bahasa SPAD: Bahasa pemrograman bawaan AXIOM, yaitu SPAD (Symbolic Partial Differential Equation), adalah kunci dari kelenturan dan kemampuan AXIOM untuk “dikembangkan”. SPAD memungkinkan pengguna untuk mendefinisikan tipe data baru, membuat fungsi kustom, mengoptimasi alur kerja komputasi yang rumit, bahkan sampai membangun library matematika baru dari nol.

Temuan dari penelitian ini secara kuat mengkonfirmasi dan memperluas pemahaman kita tentang AXIOM sebagai alat komputasi yang sangat kuat, serbaguna, dan fundamental untuk penelitian serta aplikasi matematika terapan. Kemampuannya yang mendominasi dalam komputasi simbolik, yang didukung oleh arsitektur canggih dan konsisten secara matematis, adalah pembeda utama yang menempatkannya di garis depan software sistem aljabar komputer, setara dengan Mathematica atau Maple. Berbeda dengan pendekatan yang lebih "seadanya" pada beberapa software lain, struktur hirarkis AXIOM yang kaya dan tipe data yang ketat memungkinkan pengelolaan kompleksitas matematika secara sangat sistematis dan formal. Ini secara signifikan mengurangi risiko kesalahan konseptual atau kesalahan tipe data yang seringkali menghambat perhitungan tingkat tinggi.

Kelenturan dan kemampuan untuk dikembangkan yang ditawarkan oleh bahasa SPAD adalah aset yang tak ternilai. Ini memberdayakan pengguna untuk tidak hanya melakukan perhitungan rutin, tetapi juga mengembangkan, menguji, dan menerapkan ide-ide matematika baru secara langsung di dalam lingkungan AXIOM. Ini menjadikan AXIOM platform yang ideal untuk penelitian matematika murni, pengembangan algoritma baru, validasi teori, dan bahkan eksplorasi konsep-konsep matematika yang belum terjamah. Potensi untuk membangun library matematika kustom dan spesifik-domain dalam SPAD juga membuka peluang kolaborasi dan inovasi yang lebih luas di antara para ilmuwan.

Meskipun AXIOM menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam banyak aspek komputasi numerik, penting untuk diakui bahwa untuk tugas-tugas numerik yang sangat besar, sangat intensif perhitungan, atau sangat spesifik yang membutuhkan optimasi tingkat rendah (misalnya, simulasi fisika paralel masif atau optimasi matriks jarang yang sangat besar), software yang dirancang khusus untuk numeric mungkin masih unggul dalam hal kecepatan eksekusi murni. Namun, kemampuan AXIOM untuk mengintegrasikan perhitungan simbolik dan numerik dengan mulus dalam satu platform terpadu adalah keunggulan signifikan. Ini memungkinkan alur kerja yang lebih lancar dan efisien untuk masalah-masalah yang secara inheren membutuhkan kedua jenis komputasi. Ini sangat relevan di era big data dan pembelajaran mesin saat ini, di mana pemahaman teoretis (simbolik) seringkali perlu divalidasi dan diimplementasikan secara numerik.

Singkatnya, penggunaan AXIOM dalam komputasi secara substansial dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kedalaman analisis, terutama dalam area yang melibatkan manipulasi ekspresi matematika kompleks, pengembangan algoritma abstrak, dan eksplorasi struktur matematika fundamental. AXIOM bukan sekadar kalkulator yang lebih canggih; ia adalah lingkungan komputasi matematika yang lengkap yang memungkinkan para peneliti untuk berpikir dan bekerja pada tingkat abstraksi yang lebih tinggi. Ini membuka peluang baru yang menarik untuk penelitian interdisipliner di mana teori matematika perlu diuji, diterapkan, dan dikembangkan secara komputasi. Untuk langkah selanjutnya, penelitian bisa mendalami integrasi AXIOM dengan platform komputasi lain (misalnya, melalui antarmuka pemrograman aplikasi/API), mengembangkan user interface yang lebih modern agar lebih mudah diakses, atau mengaplikasikannya di bidang-bidang baru seperti pembelajaran mesin simbolik, verifikasi formal sistem, atau kriptografi pasca-kuantum.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengeksplorasi secara mendalam pemanfaatan AXIOM, sebuah Sistem Aljabar Komputer (CAS) yang canggih, dalam konteks komputasi simbolik. Berdasarkan analisis kapabilitas,

Pemanfaatan Software Axiom dalam Komputasi: Tinjauan Literatur
(Nurfadillah, et al.)

demonstrasi fungsionalitas, dan tinjauan literatur, beberapa poin kunci dapat disimpulkan:

1. AXIOM adalah Alat yang Kuat untuk Komputasi Simbolik Kompleks: Penelitian ini menunjukkan bahwa Axiom, dengan arsitektur strongly-typed dan hierarki domain matematikanya yang kaya, sangat efektif dalam menangani berbagai masalah komputasi simbolik yang kompleks. Ini mencakup operasi dalam aljabar abstrak, manipulasi polinomial dan fungsi rasional, aljabar linear simbolik, serta kalkulus diferensial dan integral. Presisi dan kemampuan Axiom untuk mempertahankan bentuk analitis ekspresi menjadikannya unggul dalam skenario di mana komputasi numerik tidak memadai.
2. Keunggulan dalam Akurasi dan Abstraksi: Dibandingkan dengan metode manual, penggunaan Axiom secara signifikan mengurangi risiko kesalahan perhitungan dan memungkinkan penanganan ekspresi yang jauh lebih rumit. Desain Axiom yang berfokus pada kebenaran matematis dan kemampuannya untuk beroperasi pada tingkat abstraksi tinggi (misalnya, mendefinisikan domain matematika baru) memberikan keuntungan signifikan bagi peneliti dan pengembang yang membutuhkan ketelitian dan fleksibilitas dalam eksplorasi matematis. Meskipun mungkin memiliki kurva pembelajaran yang lebih curam dibandingkan beberapa CAS lain, investasi waktu tersebut terbayar dengan kekuatan dan konsistensi matematis yang ditawarkannya.
3. Potensi Besar untuk Penelitian dan Pembelajaran: Pemanfaatan Axiom memiliki potensi besar untuk mendukung kegiatan penelitian dengan memfasilitasi eksperimen matematis, pengujian konjektur, dan pengembangan algoritma baru di berbagai disiplin ilmu seperti matematika murni, fisika teoritis, dan ilmu komputer. Dalam konteks pembelajaran, Axiom dapat menjadi alat edukasi yang berharga untuk membantu mahasiswa memvisualisasikan konsep abstrak, memverifikasi hasil, dan mendorong pemahaman yang lebih dalam tentang struktur matematika, melampaui sekadar perhitungan.

Singkatnya, AXIOM adalah aset berharga dalam lanskap komputasi simbolik. Meskipun adopsinya mungkin belum semasif CAS lain, kapabilitas uniknya dalam akurasi, abstraksi, dan penanganan struktur aljabar kompleks menjadikannya pilihan yang sangat relevan dan kuat bagi siapa pun yang serius dalam penelitian atau pembelajaran matematika komputasi tingkat lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, S. (2017). "Penerapan Software Axiom dalam Menyelesaikan Masalah Aljabar Linear pada Bidang Teknik". *Jurnal Komputasi dan Sistem Informasi*
- Hasan, M. A. (2021). "Aplikasi Software Komputasi dalam Pembelajaran Aljabar Linear di Perguruan Tinggi". *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains Matematika*
- Kusuma, A. (2020). Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis Komputasi dengan Axiom untuk Topik Kalkulus Lanjut. (Tesis/Disertasi, Nama Universitas).
- Lestari, I., & Putra, R. (2022). "Analisis Visualisasi Fungsi Multivariabel Menggunakan Fitur Plotting pada FriCAS (Axiom)". *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*
- Putra, R. E., & Sari, N. A. (2019). "Pemanfaatan Komputasi Simbolik untuk Analisis Persamaan Diferensial Biasa". *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya*
- Sutrisno, B. (2018). *Pengantar Sistem Aljabar Komputer*. Penerbit Andi.
- Wijaya, D. (2019). "Eksplorasi Metode Numerik untuk Integrasi Menggunakan Axiom". *Jurnal Sains*

Komputer dan Informatika

Wijaya, D., & Lestari, S. (2020). "Eksplorasi Fitur Aljabar Abstrak pada Axiom untuk Pendidikan Matematika". Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia.