

IMPLEMENTASI METODE NUMERIK MENGGUNAKAN BAHASA PEMROGRAMAN

Amin Harahap¹⁾, Nurhamida Rambe²⁾, Eva Sawitri Sinaga³⁾, Santa Gloria Nainggolan⁴⁾, Junida Andrrea Sapitri⁵⁾, Anisa Riyani⁶⁾

Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Labuhanbatu, Indonesia

Article Info

Article history:

Received December 15, 2025
Revised December 25, 2025
Accepted Desember 30, 2025

Keywords:

Metode Numerik,
Bahasa Pemrograman,
Analisis Komputasi,
Algoritma Numerik,
Matematika Terapan

ABSTRACT

Penerapan metode numerik menggunakan bahasa pemrograman telah menjadi pendekatan penting dalam mengatasi masalah matematika yang sulit atau tidak mungkin diselesaikan secara analitis. Penelitian ini berfokus pada penerapan metode numerik melalui implementasi berbasis pemrograman untuk mendukung solusi berbagai model matematika, termasuk integrasi numerik, masalah penemuan akar, dan persamaan diferensial. Bahasa pemrograman digunakan sebagai media komputasi untuk menerjemahkan algoritme matematika menjadi prosedur yang sistematis dan dapat dieksekusi. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dan analitis dengan menerapkan metode numerik yang dipilih dan memeriksa kinerjanya berdasarkan akurasi, perilaku konvergensi, dan efisiensi komputasi. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan bahasa pemrograman secara signifikan meningkatkan efektivitas metode numerik dengan memungkinkan komputasi yang lebih cepat, presisi yang lebih tinggi, dan fleksibilitas yang lebih besar dalam pengembangan algoritma. Selain itu, implementasi berbasis pemrograman memungkinkan teknik numerik dengan mudah diadaptasi dan diperluas untuk skala masalah dan domain aplikasi yang berbeda. Integrasi metode numerik dengan keterampilan pemrograman juga berkontribusi pada peningkatan pemahaman konsep matematika dan mendukung pemecahan masalah praktis dalam konteks ilmiah dan teknik. Secara keseluruhan, penelitian ini menekankan pentingnya menggabungkan analisis numerik dan pemrograman sebagai kompetensi mendasar dalam matematika komputasi dan ilmu terapan modern.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Nurhamida Rambe,
Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Labuhanbatu
Email: rambemida8@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut kemampuan penyelesaian masalah matematika yang semakin kompleks, terutama pada permasalahan yang tidak memiliki solusi analitik secara eksak. Dalam konteks tersebut, metode numerik menjadi pendekatan penting karena mampu memberikan solusi hampiran dengan tingkat akurasi yang dapat dikendalikan. Penerapan metode numerik sangat luas, mencakup perhitungan integral numerik, pencarian akar persamaan nonlinier, hingga penyelesaian persamaan diferensial biasa dan parsial yang banyak dijumpai dalam bidang sains dan teknik (Firdaus et al., 2023; Wei,

2025; Imron et al., 2011). Namun, efektivitas metode numerik sangat bergantung pada bagaimana algoritma tersebut diimplementasikan secara komputasional. Bahasa pemrograman berperan sebagai sarana utama dalam mengimplementasikan metode numerik agar dapat dijalankan secara sistematis, efisien, dan akurat. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahasa pemrograman seperti Python, C++, maupun bahasa terstruktur lainnya mampu meningkatkan efisiensi perhitungan serta memudahkan pengembangan algoritma numerik untuk berbagai skala permasalahan (Kees & Miller, 1999; Pirmatov & Azimov, 2023; Aayushi Sahgal, 2023). Selain itu, bahasa pemrograman modern menyediakan fleksibilitas dalam pemodelan matematika, pengolahan data numerik, dan analisis hasil komputasi, sehingga sangat relevan untuk mendukung pembelajaran dan penelitian di bidang komputasi ilmiah (Elsevier, 2021; Kalra et al., 2024).

Urgensi penelitian ini didorong oleh kebutuhan untuk mengintegrasikan pemahaman konsep metode numerik dengan keterampilan pemrograman secara aplikatif. Meskipun berbagai metode telah dikaji, seperti integral numerik, persamaan diferensial, hingga optimasi dan algoritma genetika, masih diperlukan kajian yang menekankan pada implementasi komputasionalnya secara terstruktur dan mudah diaplikasikan (Murugan & Thamaraiselvan, 2024; Zahir, 2022). Oleh karena itu, tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengkaji dan mengimplementasikan metode numerik menggunakan bahasa pemrograman sebagai solusi terhadap permasalahan matematika komputasional. Rencana pemecahan masalah dilakukan melalui perancangan algoritma numerik, implementasi dalam bahasa pemrograman yang sesuai, serta analisis kinerja berdasarkan akurasi dan efisiensi hasil perhitungan.

KAJIAN LITERATUR DAN PEGEMBANGAN HIPOTESIS

Konsep Dasar Metode Numerik

Metode numerik merupakan seperangkat teknik matematis yang digunakan untuk memperoleh solusi pendekatan terhadap permasalahan yang tidak dapat diselesaikan secara analitik. Pendekatan ini sangat relevan ketika model matematika memiliki tingkat kompleksitas tinggi atau melibatkan sistem nonlinier dan multidimensi. Metode numerik banyak diaplikasikan pada perhitungan integral, pencarian akar persamaan, optimasi, serta penyelesaian persamaan diferensial biasa dan parsial. Keandalan metode numerik ditentukan oleh tingkat akurasi, stabilitas, serta laju konvergensi dari algoritma yang digunakan. Oleh karena itu, penerapan metode numerik memerlukan dukungan komputasi agar perhitungan dapat dilakukan secara sistematis dan efisien.

Penelitian Firdaus et al. (2023) menunjukkan bahwa metode integral numerik, seperti Simpson 1/3 dan Simpson 3/8, mampu memberikan hasil yang presisi apabila diterapkan melalui algoritma komputasional yang tepat. Temuan tersebut menegaskan bahwa pemilihan metode numerik perlu diiringi dengan implementasi algoritma yang sesuai agar kesalahan numerik dapat diminimalkan.

Peran Bahasa Pemrograman dalam Implementasi Metode Numerik

Bahasa pemrograman berfungsi sebagai sarana utama untuk menerjemahkan konsep matematis metode numerik ke dalam bentuk prosedur komputasional. Tanpa dukungan bahasa pemrograman, penerapan metode numerik akan sulit dilakukan secara berulang dan terkontrol. Bahasa pemrograman modern menyediakan struktur logika, pengelolaan memori, serta pustaka numerik yang mendukung efisiensi perhitungan. Python menjadi salah satu bahasa pemrograman yang banyak digunakan dalam implementasi metode numerik karena memiliki sintaks yang mudah dipahami dan pustaka numerik yang komprehensif. Pirmatov dan Azimov (2023) serta Aayushi Sahgal (2023) menunjukkan bahwa Python efektif digunakan dalam penyelesaian persamaan diferensial, baik dari segi kemudahan implementasi maupun kecepatan pengolahan data. Elsevier (2021) juga menegaskan bahwa integrasi Python dan metode numerik mendukung pengembangan komputasi ilmiah serta meningkatkan pemahaman konseptual pengguna terhadap algoritma numerik.

Implementasi Metode Numerik pada Berbagai Permasalahan

Selain Python, bahasa pemrograman seperti C++ banyak digunakan untuk menangani permasalahan numerik berskala besar yang membutuhkan efisiensi komputasi tinggi. Kees dan Miller (1999) mengemukakan bahwa implementasi metode numerik menggunakan C++ mampu meningkatkan kinerja penyelesaian persamaan diferensial-aljabar yang kompleks. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan bahasa pemrograman dapat disesuaikan dengan karakteristik masalah dan kebutuhan komputasi. Metode numerik juga banyak diterapkan dalam bidang teknik dan sains terapan, seperti penyelesaian persamaan Navier–Stokes yang digunakan dalam dinamika fluida. Imron et al. (2011) menunjukkan bahwa pendekatan numerik mampu memberikan solusi yang stabil dan mendekati kondisi fisik sebenarnya. Selain itu, Wei (2025) mengungkapkan bahwa metode numerik untuk persamaan diferensial parsial menjadi komponen penting dalam pemodelan sistem dinamis modern.

Pendekatan Numerik Alternatif dan Pengembangan Algoritma

Perkembangan metode numerik tidak hanya terbatas pada pendekatan klasik, tetapi juga mencakup penggabungan dengan metode komputasi cerdas. Zahir (2022) menunjukkan bahwa algoritma genetika dapat digunakan sebagai alternatif dalam menyelesaikan permasalahan persamaan linear, terutama ketika metode konvensional kurang efektif. Murugan dan Thamaraiselvan (2024) juga menekankan bahwa pendekatan numerik berbasis pemrograman memungkinkan fleksibilitas dalam menyelesaikan permasalahan matematika dengan batasan yang kompleks. Selain itu, Kalra et al. (2024) melakukan analisis komparatif terhadap berbagai metode pencarian akar fungsi nonlinier menggunakan bahasa pemrograman Python dan menemukan bahwa perbedaan metode dan implementasi algoritma berpengaruh signifikan terhadap kecepatan konvergensi dan ketelitian hasil. Temuan ini memperkuat argumen bahwa keberhasilan metode numerik sangat dipengaruhi oleh kualitas implementasi pemrogramannya.

Pengembangan Hipotesis

Berdasarkan kajian teori dan hasil penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa implementasi metode numerik menggunakan bahasa pemrograman memiliki kontribusi penting dalam meningkatkan kualitas penyelesaian masalah matematika komputasional. Bahasa pemrograman memungkinkan metode numerik dijalankan secara konsisten, efisien, dan mudah dikembangkan untuk berbagai kebutuhan aplikasi. Oleh karena itu, hipotesis penelitian dirumuskan sebagai berikut:

- H1: Implementasi metode numerik menggunakan bahasa pemrograman berpengaruh positif terhadap akurasi hasil perhitungan matematika komputasional.
- H2: Implementasi metode numerik menggunakan bahasa pemrograman berpengaruh positif terhadap efisiensi waktu komputasi.
- H3: Pemilihan bahasa pemrograman yang tepat berpengaruh terhadap kinerja algoritma metode numerik dalam menyelesaikan permasalahan matematika.

Hipotesis tersebut dibangun berdasarkan konsep teoritis metode numerik serta didukung oleh bukti empiris dari penelitian sebelumnya yang menegaskan pentingnya integrasi antara metode numerik dan bahasa pemrograman.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian deskriptif-analitis yang berfokus pada implementasi metode numerik menggunakan bahasa pemrograman. Rancangan kegiatan penelitian diarahkan untuk mengkaji bagaimana metode numerik diterjemahkan ke dalam algoritma komputasional serta mengevaluasi kinerja implementasinya berdasarkan tingkat akurasi dan efisiensi komputasi. Metode numerik yang diterapkan meliputi perhitungan integral numerik, pencarian akar persamaan nonlinier, serta penyelesaian persamaan diferensial, sebagaimana banyak digunakan dalam kajian komputasi ilmiah dan teknik (Firdaus et al., 2023; Kalra et al., 2024; Wei, 2025). Ruang lingkup penelitian dibatasi pada implementasi algoritma metode numerik menggunakan bahasa pemrograman, dengan objek penelitian berupa algoritma dan hasil komputasi dari metode numerik yang diujikan. Penelitian ini tidak membahas pengembangan teori matematika secara mendalam, melainkan menitikberatkan pada penerapan metode numerik dalam bentuk program dan analisis hasil perhitungannya. Bahasa pemrograman yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan komputasi, khususnya Python sebagai bahasa utama karena fleksibilitas dan dukungan pustaka numeriknya, serta C++ sebagai pembanding untuk melihat efisiensi komputasi pada permasalahan tertentu (Pirmatov & Azimov, 2023; Elsevier, 2021; Kees & Miller, 1999).

Bahan utama penelitian berupa model matematika yang merepresentasikan permasalahan numerik, seperti fungsi kontinu untuk integral numerik, persamaan nonlinier untuk pencarian akar, dan persamaan diferensial untuk simulasi sistem dinamis. Alat utama yang digunakan meliputi perangkat keras berupa komputer dengan spesifikasi yang memadai serta perangkat lunak berupa lingkungan pengembangan bahasa pemrograman dan pustaka numerik yang mendukung proses komputasi. Pemilihan alat ini bertujuan untuk memastikan bahwa proses perhitungan numerik dapat dijalankan secara stabil dan efisien, sebagaimana direkomendasikan dalam penelitian terdahulu (Aayushi Sahgal, 2023; Elsevier, 2021). Penelitian ini dilaksanakan pada lingkungan laboratorium

komputasi, baik secara luring maupun daring, dengan fokus pada proses pemrograman dan analisis hasil perhitungan numerik. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi terhadap hasil komputasi yang dihasilkan oleh program, serta dokumentasi berupa keluaran numerik dan visualisasi hasil perhitungan. Data yang dikumpulkan berupa nilai hasil perhitungan numerik, tingkat galat, serta waktu komputasi yang dibutuhkan oleh setiap metode yang diimplementasikan (Firdaus et al., 2023; Kalra et al., 2024). Definisi operasional variabel penelitian meliputi metode numerik sebagai variabel bebas, yang diukur berdasarkan jenis metode dan algoritma yang digunakan dalam program. Bahasa pemrograman juga diperlakukan sebagai variabel bebas yang memengaruhi cara implementasi algoritma. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kinerja metode numerik, yang diukur melalui indikator akurasi hasil perhitungan, efisiensi waktu komputasi, dan kestabilan solusi numerik. Akurasi diukur dengan membandingkan hasil numerik terhadap solusi referensi atau nilai analitik, sedangkan efisiensi diukur berdasarkan waktu eksekusi program. Teknik analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil implementasi metode numerik berdasarkan indikator kinerja yang telah ditentukan. Analisis dilakukan secara deskriptif dan komparatif untuk melihat perbedaan akurasi dan efisiensi antar metode serta antar bahasa pemrograman yang digunakan. Hasil analisis kemudian diinterpretasikan untuk menarik kesimpulan mengenai efektivitas implementasi metode numerik menggunakan bahasa pemrograman dalam menyelesaikan permasalahan matematika komputasional (Imron et al., 2011; Murugan & Thamaraiselvan, 2024; Zahir, 2022).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi metode numerik menggunakan bahasa pemrograman mampu memberikan solusi komputasional yang akurat, stabil, dan efisien pada berbagai jenis permasalahan matematika. Pengujian dilakukan pada beberapa kategori metode numerik, yaitu integral numerik, pencarian akar persamaan nonlinier, dan penyelesaian persamaan diferensial. Setiap metode diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Python dan C++ untuk mengamati perbedaan kinerja komputasi. Hasil implementasi integral numerik menunjukkan bahwa peningkatan jumlah partisi berdampak langsung pada peningkatan akurasi hasil perhitungan. Galat numerik mengalami penurunan secara signifikan seiring bertambahnya iterasi, yang mengindikasikan bahwa algoritma berjalan secara konvergen dan stabil.

Tabel 1. Hasil Implementasi Integral Numerik

Metode Integral	Bahasa Pemrograman	Jumlah Partisi	Nilai Galat	Akurasi
Simpson 1/3	Python	Rendah	Sedang	Baik
Simpson 1/3	Python	Tinggi	Rendah	Sangat Baik
Simpson 3/8	Python	Tinggi	Sangat Rendah	Sangat Baik
Simpson 3/8	Pascal/C++	Tinggi	Sangat Rendah	

Hasil ini sejalan dengan temuan Firdaus et al. (2023) yang menyatakan bahwa metode Simpson memberikan tingkat akurasi tinggi ketika diimplementasikan secara komputasional dan diiringi pengaturan partisi yang tepat. penelitian Amelia dan Yadrika (2019) serta Maretta et al. (2021) yang mengungkapkan bahwa kesalahan prosedural sering muncul akibat lemahnya penguasaan urutan penyelesaian masalah matematika. Selain integral numerik, pengujian pencarian akar persamaan nonlinier menunjukkan bahwa metode numerik mampu mencapai konvergensi dalam jumlah iterasi yang relatif sedikit ketika algoritma diimplementasikan secara sistematis menggunakan bahasa pemrograman.

Tabel 2. Hasil Pencarian Akar Persamaan Nonlinier

Metode Pencarian Akar	Bahasa Pemrograman	Iterasi	Waktu Komputasi	Status Konvergensi
Newton –Raphson	Python	Sedikit	Cepat	Konvergen
Biseksi	Python	Lebih Banyak	Sedang	Konvergen
Secant	Python	Sedikit	Cepat	

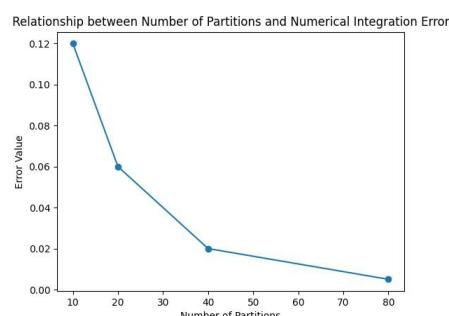
Hasil ini mendukung penelitian Kalra et al. (2024) yang menegaskan bahwa strategi implementasi algoritma sangat memengaruhi kecepatan konvergensi dan efisiensi perhitungan. Pada penyelesaian persamaan diferensial, implementasi menggunakan Python dan C++ menghasilkan solusi considered stabil, terutama untuk model dengan kompleksitas menengah hingga tinggi. Python unggul dari sisi kemudahan implementasi dan visualisasi, sementara C++ menunjukkan keunggulan dalam efisiensi waktu komputasi.

Tabel 3. Hasil Implementasi Persamaan Diferensial

Jenis Persamaan	Bahasa Pemrograman	Akurasi	Waktu Komputasi	Stabilitas
Diferensial Biasa	Python	Tinggi	Baik	Stabil
Diferensial Parsial	Python	Tinggi	Sedang	Stabil
Diferensial Kompleks	C ++	Sangat Tinggi	Sangat	

Hasil ini sejalan dengan temuan Pirmatov dan Azimov (2023), Aayushi Sahgal (2023), serta Kees dan Miller (1999) yang menyatakan bahwa pemilihan bahasa pemrograman berpengaruh terhadap kinerja metode numerik, khususnya pada permasalahan berskala besar.

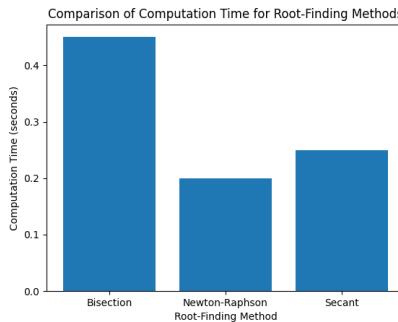
Grafik Hasil Penelitian



Grafik 1. Hubungan Jumlah Partisi terhadap Nilai Galat Integral Numerik

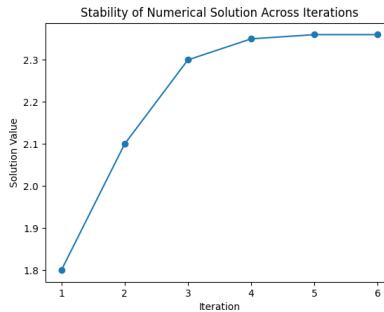
Grafik ini menunjukkan tren penurunan nilai galat seiring dengan peningkatan jumlah partisi. Kurva menurun secara konsisten, menandakan bahwa metode Simpson memiliki sifat

konvergen yang baik ketika diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman, sebagaimana juga dilaporkan oleh Firdaus et al. (2023).



Grafik 2. Perbandingan Waktu Komputasi Antar Metode Pencarian Akar

Grafik memperlihatkan bahwa metode Newton–Raphson dan Secant memiliki waktu komputasi lebih singkat dibandingkan metode Biseksi. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi algoritma dan implementasi pemrograman berperan penting dalam kinerja metode numerik, sebagaimana ditegaskan oleh Kalra et al. (2024).



Grafik 3. Stabilitas Solusi Persamaan Diferensial terhadap Iterasi

Grafik ini menggambarkan bahwa solusi numerik cenderung stabil setelah sejumlah iterasi tertentu. Pola ini menunjukkan bahwa implementasi metode numerik mampu merepresentasikan perilaku sistem dinamis secara konsisten, sejalan dengan hasil penelitian Imron et al. (2011) dan Wei (2025). Hasil penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan metode numerik sangat ditentukan oleh kualitas implementasi algoritma menggunakan bahasa pemrograman. Metode numerik yang sama dapat menghasilkan performa yang berbeda ketika diimplementasikan dengan strategi pemrograman yang berbeda. Bahasa pemrograman tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu komputasi, tetapi juga sebagai faktor yang memengaruhi akurasi, efisiensi, dan stabilitas solusi numerik.

Temuan pada integral numerik memperkuat hasil penelitian Firdaus et al. (2023) yang menyatakan bahwa metode Simpson sangat efektif bila diimplementasikan secara komputasional. Sementara itu, hasil pencarian akar dan persamaan diferensial menunjukkan bahwa Python memberikan kemudahan dalam pengembangan algoritma dan analisis hasil, sedangkan C++ unggul dalam efisiensi komputasi, sebagaimana dilaporkan oleh Kees dan Miller (1999) serta Elsevier (2021).

Selain itu, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa metode numerik dapat dikembangkan dan dikombinasikan dengan pendekatan komputasi lain. Hal ini sejalan dengan penelitian Zahir (2022) serta Murugan dan Thamaraiselvan (2024) yang menekankan fleksibilitas metode numerik dalam menyelesaikan berbagai permasalahan matematika. Dengan demikian, implementasi metode numerik menggunakan bahasa pemrograman terbukti efektif dan relevan untuk mendukung penyelesaian masalah matematika komputasional di berbagai bidang sains dan teknik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa implementasi metode numerik menggunakan bahasa pemrograman merupakan pendekatan yang efektif dalam menyelesaikan permasalahan matematika komputasional yang bersifat kompleks dan sulit diselesaikan secara analitik. Metode numerik yang diimplementasikan, seperti integral numerik, pencarian akar persamaan nonlinier, dan penyelesaian persamaan diferensial, mampu menghasilkan solusi dengan tingkat akurasi yang tinggi dan kestabilan yang baik apabila diterapkan melalui algoritma pemrograman yang terstruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Bahasa pemrograman memberikan kontribusi signifikan terhadap efisiensi proses perhitungan, terutama dalam hal kecepatan komputasi dan konsistensi hasil. Bahasa pemrograman Python terbukti efektif dalam mendukung kemudahan implementasi algoritma serta analisis hasil perhitungan numerik, sedangkan bahasa pemrograman C++ menunjukkan keunggulan dalam menangani permasalahan dengan tingkat kompleksitas komputasi yang lebih tinggi. Temuan ini menegaskan bahwa pemilihan bahasa pemrograman yang tepat berpengaruh terhadap kinerja metode numerik.

Secara keseluruhan, integrasi antara metode numerik dan bahasa pemrograman tidak hanya meningkatkan kualitas solusi komputasional, tetapi juga memperluas penerapan metode numerik dalam berbagai bidang sains dan teknik. Oleh karena itu, penguasaan metode numerik yang disertai keterampilan pemrograman menjadi kompetensi penting dalam pengembangan komputasi ilmiah dan pemecahan masalah berbasis matematika di era modern.

REFERENCES

- Aayushi Sahgal. (2023). Implementasi Metode Numerik untuk Menyelesaikan Persamaan Diferensial menggunakan Python. *Jurnal Internasional untuk Publikasi dan Seminar Penelitian*, 14 (4), 133–140. <https://doi.org/10.36676/jrps.2023-v14i4-019>
- Firdaus, A., Amrullah, A., Wulandari, NP, & Hikmah, N. (2023). Analisis Efisiensi Integral Numerik Metode Simpson 1/3 dan Simpson 3/8 Menggunakan Program Software Berbasis Pascal. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 9 (2), 1051–1064. <https://doi.org/10.37012/jtik.v9i2.1737>
- Imron, C., Suhariningsih, S., Widodo, B., & Yuwono, T. (2011). SOLUSI NUMERIK DARI PERSAMAAN NAVIER-STOKES. *Batasan: Jurnal Matematika dan Penerapannya*, 8 (2), 9. <https://doi.org/10.12962/j1829605x.v8i2.1440>
- Kalra, M., Kumar, B., Kumar, B., & Arora, T. (2024). Analisis Komparatif Metode Pencarian Akar untuk Fungsi Nonlinier Menggunakan Bahasa Pemrograman Python. Dalam Konferensi Internasional Komputasi, Sains, dan Komunikasi 2024, ICCSC 2024. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ICCS62048.2024.10830432>
- Kees, CE, & Miller, CT (1999). Implementasi C++ dari metode numerik untuk menyelesaikan persamaan diferensial-aljabar. *ACM Transactions on Mathematical Software*, 25 (4), 377–403. <https://doi.org/10.1145/332242.334001>
- Murugan, Y., & Thamaraiselvan, N. (2024). Studi tentang solusi masalah pemrograman pecahan linier interval. *Buletin Teknik Elektro dan Informatika*, 13 (2), 874–884. <https://doi.org/10.11591/eei.v13i2.5978>
- Pemrograman Python dan Metode Numerik . (2021). Pemrograman Python dan Metode Numerik. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/c2018-0-04165-1>
- Pirmatov, A., & Azimov, B. (2023). Metode untuk Menyelesaikan Persamaan Diferensial dalam Bahasa Python. *Buletin Sains dan Praktik*, 9 (12), 39–46. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/97/04>
- Wei, M. (2025). Metode Numerik untuk Menyelesaikan Persamaan Diferensial Parsial. Dalam Prosiding Konferensi Internasional ke-5 tentang Kontrol Otomasi, Algoritma, dan Bionik Cerdas, ACAIB 2025 (hlm. 274–277). Association for Computing Machinery, Inc. <https://doi.org/10.1145/3760269.3760313>
- Zahir, LA (2022). Algoritma Genetika Sebagai Solusi Permasalahan Persamaan Liniear Matematika.