

PERBANDINGAN METODE ADAPTIVE SIMPSON DAN METODE COMPOSITE BOOLE DALAM PENYELESAIAN INTEGRAL NUMERIK BERBASIS PHP

Dina Rizkya Sofiana¹, Amrullah², Nurul Hikmah³

¹. Mahasiswa Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Mataram, Mataram

^{2,3}Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Mataram, Mataram

[¹dinadinarizkia@gmail.com](mailto:dinadinarizkia@gmail.com)

ABSTRACT

The calculation of integrals for nonlinear functions is often difficult to solve analytically, making numerical integration methods necessary to produce approximate results with high accuracy and computational efficiency. This study aims to compare the performance of the Adaptive Simpson and Composite Boole methods in numerical integration through a PHP-based implementation. The research employed a true experimental method by applying both methods to polynomial, exponential, and trigonometric test functions with known exact integral values as benchmarks. The performance of the two methods was evaluated based on absolute error, relative error, and program execution time. The results indicate that both methods produce integral values that are very close to the exact values. The Adaptive Simpson method achieved an average error of 0.07495, which is lower than that of the Composite Boole method 0.07513, indicating higher accuracy. In contrast, the Composite Boole method recorded an average execution time of 0.00059 ms, which is faster than the Adaptive Simpson method with an average execution time of 0.20053 ms. Therefore, the Adaptive Simpson method is more suitable for functions with sharp variations, whereas the Composite Boole method is more effective for relatively smooth functions. Accordingly, the selection of a numerical integration method should be adjusted to the characteristics of the function being integrated as well as the required level of accuracy and computational efficiency.

Keywords: *Adaptive Simpson; Composite Boole; Numerical Integration; PHP; Integral.*

ABSTRAK

Perhitungan integral pada fungsi nonlinier sering sulit diselesaikan secara analitik sehingga diperlukan metode integrasi numerik yang mampu memberikan hasil hampiran dengan akurasi dan efisiensi komputasi yang baik. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja metode Adaptive Simpson dan Composite Boole dalam menghitung integral numerik melalui implementasi berbasis PHP. Penelitian menggunakan metode eksperimen murni dengan menerapkan kedua metode pada fungsi uji polinomial, eksponensial, dan trigonometri yang memiliki nilai integral eksak sebagai pembanding. Kinerja kedua metode dievaluasi berdasarkan galat absolut, galat relatif, dan waktu eksekusi program. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua metode menghasilkan nilai integral yang mendekati nilai eksak. Metode Adaptive Simpson memperoleh rata-rata nilai galat sebesar 0,07495, lebih kecil dibandingkan Composite Boole sebesar 0,07513 sehingga lebih unggul dalam ketepatan. Sebaliknya, Composite Boole memiliki rata-rata waktu eksekusi sebesar 0,00059 ms, lebih cepat dibandingkan Adaptive Simpson sebesar 0,20053 ms.

Dengan demikian, Adaptive Simpson lebih sesuai untuk fungsi dengan perubahan nilai yang tajam, sedangkan Composite Boole lebih efektif untuk fungsi yang relatif halus. Oleh karena itu, pemilihan metode integrasi numerik perlu disesuaikan dengan karakteristik fungsi yang diintegrasikan serta kebutuhan terhadap ketelitian hasil dan efisiensi komputasi.

Kata Kunci: Adaptive Simpson; Composite Boole; integrasi numerik; PHP; integral

A. Pendahuluan

Matematika memiliki peran yang sangat penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan rekayasa karena menyediakan dasar untuk memodelkan, menganalisis, dan menyelesaikan berbagai persoalan kuantitatif. Salah satu konsep yang banyak digunakan adalah integral, yang berfungsi untuk menghitung luas, volume, panjang kurva, serta akumulasi perubahan suatu besaran. Dalam penerapannya, banyak persoalan nyata misalnya perhitungan volume tampungan air, debit aliran, atau akumulasi energi yang melibatkan fungsi yang bersifat nonlinier dan berubah secara dinamis sehingga sulit diselesaikan secara analitik. Kondisi ini menjadikan integrasi numerik sebagai pendekatan yang efektif untuk memperoleh nilai hampiran integral dengan tingkat ketelitian yang memadai. Di antara metode integrasi numerik berbasis Newton–Cotes, Adaptive Simpson dan Composite Boole merupakan dua

metode yang menarik untuk dikaji karena memiliki karakteristik pendekatan yang berbeda dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi perhitungan.

Sejumlah penelitian terdahulu telah membahas metode integrasi numerik secara terpisah maupun dalam perbandingan terbatas. Firdaus, Amrullah, Wulandari & Hikmah, (2023) menunjukkan bahwa metode Simpson memiliki akurasi yang baik, tetapi kurang efisien ketika diterapkan pada fungsi yang mengalami perubahan nilai secara tajam karena menggunakan pembagian interval tetap. Nopriani, Ansar & Ekawati, (2021) mengembangkan metode Boole untuk meningkatkan fleksibilitas integrasi numerik pada fungsi tertentu, sedangkan Firmansyah, Amrullah, Junaidi & Prayitno, (2025) mengimplementasikan metode Simpson dan Boole berbasis PHP dan menemukan bahwa metode Boole menghasilkan galat yang lebih kecil

pada fungsi yang relatif halus. Selain itu, Rofikar (2022) membandingkan beberapa metode integrasi numerik dan menunjukkan bahwa Adaptive Simpson mampu memberikan hasil yang akurat dengan jumlah iterasi yang relatif sedikit. Temuan-temuan tersebut memperlihatkan bahwa masing-masing metode memiliki keunggulan tersendiri, namun belum ada kajian yang secara khusus membandingkan Adaptive Simpson dan Composite Boole secara langsung dalam satu sistem yang sama.

Berdasarkan uraian tersebut, masih terdapat kesenjangan penelitian berupa belum adanya studi yang secara komprehensif membandingkan Adaptive Simpson dan Composite Boole dalam satu aplikasi berbasis web, khususnya pada fungsi-fungsi nonlinier dengan mempertimbangkan dua aspek sekaligus, yaitu tingkat ketepatan hasil dan efisiensi waktu komputasi. Penelitian ini menawarkan kebaruan melalui implementasi kedua metode dalam aplikasi berbasis PHP sehingga proses perhitungan dapat dilakukan secara otomatis, terstruktur, dan mudah diakses melalui web. PHP sendiri merupakan bahasa

pemrograman skrip sisi server yang banyak digunakan untuk pengembangan aplikasi web karena bersifat open-source, mudah diintegrasikan dengan HTML, mendukung pemrosesan data secara dinamis, serta relatif sederhana untuk membangun antarmuka perhitungan yang interaktif. Dengan karakteristik tersebut, PHP menjadi pilihan yang tepat untuk mengimplementasikan algoritma numerik dalam bentuk aplikasi yang praktis dan dapat digunakan secara luas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode Adaptive Simpson dan Composite Boole dalam aplikasi berbasis PHP serta membandingkan tingkat ketepatan dan kecepatan kedua metode dalam menyelesaikan integral numerik pada fungsi nonlinier. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan referensi yang lebih jelas dalam memilih metode integrasi numerik yang paling efektif dan efisien sesuai karakteristik fungsi yang dihadapi. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan aplikasi komputasi ilmiah berbasis web yang bermanfaat sebagai media pembelajaran maupun alat bantu penyelesaian masalah

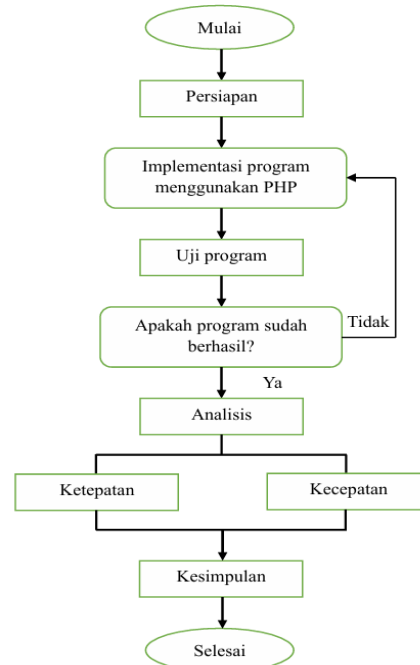
numerik di bidang matematika, teknik, dan sains.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen murni yang bertujuan membandingkan kinerja metode Adaptive Simpson dan Composite Boole dalam penyelesaian integral numerik melalui implementasi berbasis bahasa pemrograman PHP. Pengembangan sistem dilakukan dalam bentuk aplikasi web menggunakan PHP versi 8.2.12 sebagai media komputasi untuk menguji kedua metode secara terstruktur. Objek penelitian berupa algoritma Adaptive Simpson dan Composite Boole yang diterapkan pada fungsi-fungsi kontinu yang dapat diintegrasikan secara numerik, meliputi fungsi polinomial, eksponensial, dan trigonometri. Setiap fungsi uji dipilih karena memiliki nilai integral eksak sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam menilai tingkat akurasi metode berdasarkan galat yang dihasilkan.

Prosedur penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis, yaitu studi literatur, perumusan algoritma, implementasi metode ke dalam aplikasi berbasis PHP, pengujian

program, dan analisis hasil. Pada tahap pengujian, masing-masing fungsi dihitung menggunakan kedua metode, kemudian hasil aproksimasi dibandingkan dengan nilai eksaknya untuk memperoleh galat absolut dan galat relatif. Selain itu, efisiensi komputasi dianalisis berdasarkan waktu eksekusi pada berbagai variasi fungsi uji. Seluruh pengujian dilakukan dalam lingkungan yang terkontrol sehingga parameter seperti batas integral, toleransi galat, dan jumlah subinterval dapat ditetapkan secara konsisten untuk menjaga validitas hasil penelitian.



Gambar 1. Alur penelitian perbandingan metode Adaptive Simpson dan Composite Boole berbasis PHP.

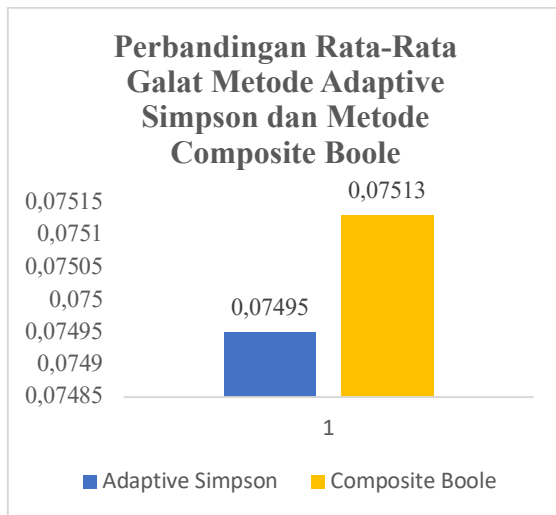
C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Program PHP yang berhasil dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa metode Adaptive Simpson dan metode Composite Boole dapat diimplementasikan dengan baik untuk menyelesaikan perhitungan integral numerik pada berbagai jenis fungsi nonlinier. Aplikasi yang dikembangkan mampu menerima masukan berupa fungsi, batas bawah dan batas atas integral, serta parameter perhitungan sesuai dengan metode yang dipilih, kemudian menghasilkan nilai integral numerik, galat absolut, galat relatif, dan waktu eksekusi secara otomatis. Implementasi ini menunjukkan bahwa algoritma kedua metode dapat diterapkan secara efektif dalam lingkungan pemrograman PHP sehingga proses perhitungan integral menjadi lebih mudah, cepat, dan interaktif.

Validitas program dibuktikan melalui pengujian terhadap beberapa fungsi uji yang nilai integral eksaknya telah diketahui dan dihimpun dari berbagai literatur. Hasil perhitungan yang diperoleh dari program kemudian dibandingkan dengan nilai integral eksak untuk menentukan galat absolut dan galat relatif sebagai

indikator ketepatan metode. Selain itu, waktu eksekusi program juga diukur untuk mengevaluasi efisiensi komputasi masing-masing metode. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, program mampu menghasilkan keluaran yang sesuai dengan algoritma Adaptive Simpson dan Composite Boole sehingga layak digunakan sebagai media untuk membandingkan tingkat ketepatan dan kecepatan kedua metode dalam penyelesaian integral numerik.

Hasil uji coba terhadap beberapa fungsi yang memiliki nilai integral eksak menunjukkan bahwa metode Adaptive Simpson dan Composite Boole mampu menghasilkan nilai hampiran yang sangat mendekati nilai eksak dengan galat relatif yang kecil. Rata-rata galat metode Adaptive Simpson sebesar 0,07495, sedangkan metode Composite Boole sebesar 0,07513. Hasil tersebut menunjukkan bahwa program telah bekerja sesuai dengan algoritma yang diterapkan sehingga layak digunakan untuk menghitung integral pada fungsi nonlinier lainnya.



Gambar 2. Perbandingan Rata-Rata Galat Metode Adaptive Simpson Dan Metode Composite Boole

Perhitungan ulang kemudian dilakukan pada beberapa fungsi yang berbeda untuk membandingkan tingkat kecepatan yang dihasilkan. Perhitungan ulang dilakukan dengan menggunakan berbagai fungsi polinomial, eksponensial dan trigonometri yang berbeda guna membandingkan hasil output program yang diperoleh dari masing-masing fungsi tersebut. Langkah ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan kecepatan kedua metode dalam menghitung integral berdasarkan toleransi error dan jumlah subinterval (n) dari masing-masing fungsi. Fungsi uji dibentuk dengan memvariasikan nilai koefisien sehingga diperoleh beberapa representasi fungsi polinomial, eksponensial, dan

trigonometri. Variasi koefisien digunakan untuk memastikan bahwa pengujian tidak bergantung pada satu bentuk fungsi tertentu. Ringkasan hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Waktu Eksekusi Metode Adaptive Simpson dan Metode Composite

Fungsi	Boole	
	Metode	Rata-Rata Waktu
Polinomial	Adaptive Simpson	0,13067 ms
	Composite Boole	0,00040 ms
Eksponensial	Adaptive Simpson	0,37668 ms
	Composite Boole	0,00101 ms
Trigonometri	Adaptive Simpson	0,09426 ms
	Composite Boole	0,00037 ms

Implementasi Metode Adaptive Simpson dan Metode Composite Boole dalam Bahasa Pemrograman PHP

Pada penelitian ini, metode Adaptive Simpson dan metode Composite Boole berhasil diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP. Aplikasi dirancang untuk mempermudah proses perhitungan integral numerik dengan menyediakan form input fungsi, batas bawah dan batas atas integral, serta parameter sesuai

metode yang dipilih. Setelah data dimasukkan, sistem secara otomatis menghitung nilai integral dan menampilkan hasil berupa nilai integral, galat absolut, galat relatif, waktu komputasi, serta grafik fungsi yang diintegrasikan sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan analisis.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh fitur aplikasi berjalan sesuai dengan algoritma kedua metode dan mampu menghasilkan keluaran yang sesuai dengan teori integral numerik. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa PHP dapat dimanfaatkan secara efektif untuk mengembangkan aplikasi komputasi matematika berbasis web. Temuan ini sejalan dengan penelitian Baska, Amrullah, Primajati & Arjudin, (2025) yang berhasil mengimplementasikan metode Steffensen dan Brent menggunakan PHP, di mana aplikasi yang dikembangkan mampu menerima input pengguna, menjalankan proses iterasi, menghitung hampiran akar, galat, dan jumlah iterasi secara otomatis, serta menghasilkan keluaran yang valid sesuai dengan hasil pada literatur. Selaras dengan itu Permatasari, Prabadhi & Trinata,

(2025) yang menyatakan bahwa PHP merupakan salah satu bahasa pemrograman yang banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi web karena memiliki fleksibilitas, kompatibilitas yang tinggi, dan kemudahan integrasi dengan berbagai teknologi pendukung.

Tingkat Ketepatan Metode Adaptive Simpson dan Metode Composite Boole

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua metode memiliki tingkat ketepatan yang tinggi dalam menyelesaikan integral numerik. Hal ini terlihat dari nilai hampiran integral yang sangat mendekati nilai eksak dengan galat yang relatif kecil, bahkan bernilai nol pada beberapa fungsi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa algoritma Adaptive Simpson maupun Composite Boole mampu mengaproksimasi nilai integral secara akurat. Temuan ini sejalan dengan penelitian Herfina, Amrullah & Junaidi, (2019) dan Nopriani et al. (2021) yang menyatakan bahwa implementasi metode numerik yang tepat dalam program komputer dapat menghasilkan perhitungan integral yang valid dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

Metode Adaptive Simpson menunjukkan tingkat ketelitian yang sedikit lebih baik dibandingkan metode Composite Boole. Hal ini disebabkan oleh mekanisme pembagian interval secara adaptif berdasarkan estimasi galat sehingga interval akan diperkecil pada bagian fungsi yang mengalami perubahan nilai yang signifikan dan diperbesar pada bagian yang relatif halus. Pendekatan tersebut memungkinkan metode mempertahankan galat sesuai batas toleransi yang ditentukan sekaligus meningkatkan akurasi hasil integrasi. Hasil penelitian ini sejalan dengan Plaskota, (2015) yang menjelaskan bahwa Adaptive Simpson meningkatkan ketelitian melalui pembagian subinterval secara adaptif. Temuan tersebut juga didukung oleh Asgedom & Kefela, (2026) yang menyatakan bahwa metode integrasi adaptif mengalokasikan proses komputasi secara dinamis pada daerah fungsi yang memiliki variasi lebih besar sehingga pengendalian galat menjadi lebih efektif.

Di sisi lain, metode Composite Boole juga menunjukkan tingkat ketepatan yang sangat baik dalam menghitung integral numerik. Metode

ini mampu menghasilkan nilai hampiran yang sangat dekat dengan nilai eksak, terutama pada fungsi yang halus dan kontinu, karena menggunakan pendekatan polinomial interpolasi berderajat empat. Ketelitian metode Composite Boole dipengaruhi oleh jumlah partisi yang digunakan, di mana semakin banyak partisi maka ukuran subinterval semakin kecil sehingga aproksimasi terhadap kurva fungsi menjadi lebih baik. Hal ini sejalan dengan penelitian Ermawati, Rahayu & Zuhairah, (2017) yang menyatakan bahwa penambahan jumlah partisi pada metode numerik akan meningkatkan ketelitian hasil perhitungan integral. Oleh karena itu, meskipun pada beberapa kasus nilai galat Composite Boole sedikit lebih besar dibandingkan Adaptive Simpson, metode ini tetap menjadi alternatif yang efektif untuk menyelesaikan integral numerik pada fungsi yang kontinu dan relatif halus.

Tingkat Kecepatan Metode Adaptive Simpson dan Metode Composite Boole

Selain ketepatan hasil, efisiensi suatu metode numerik juga ditentukan oleh waktu komputasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses integrasi. Dalam penelitian ini,

waktu eksekusi diukur menggunakan fungsi *microtime(true)* pada PHP sehingga dapat diketahui kecepatan masing-masing metode dalam menghasilkan nilai integral. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Composite Boole memiliki waktu komputasi yang lebih cepat dibandingkan metode Adaptive Simpson pada seluruh fungsi yang diuji. Temuan ini sejalan dengan Firdaus et al. (2023) yang menyatakan bahwa performa metode numerik tidak hanya diukur dari tingkat akurasi, tetapi juga dari efisiensi algoritma dalam menyelesaikan proses komputasi.

Metode Adaptive Simpson memerlukan waktu komputasi yang lebih lama karena menggunakan mekanisme pembagian interval secara adaptif berdasarkan estimasi galat. Apabila galat yang diperoleh masih melebihi batas toleransi, interval akan dibagi kembali secara rekursif hingga memenuhi tingkat ketelitian yang diinginkan. Proses ini menyebabkan jumlah evaluasi fungsi menjadi lebih banyak sehingga waktu eksekusi meningkat. Penjelasan tersebut sesuai dengan Galdino, (2012) yang menyatakan bahwa mekanisme rekursif pada Adaptive

Simpson meningkatkan jumlah operasi komputasi sebagai konsekuensi dari upaya memperoleh hasil yang lebih akurat.

Sebaliknya, metode Composite Boole menunjukkan efisiensi komputasi yang lebih tinggi karena menggunakan jumlah partisi yang telah ditentukan sebelum proses integrasi dilakukan. Dengan ukuran subinterval yang tetap, proses perhitungan berlangsung secara berurutan tanpa memerlukan evaluasi galat maupun pembagian interval secara berulang. Hasil ini sejalan dengan penelitian Darus et al., (2023) serta Rahman, Pervin & Azad, (2019) yang menjelaskan bahwa aturan Boole memiliki langkah komputasi yang lebih sederhana sehingga mampu menghasilkan waktu eksekusi yang lebih singkat dibandingkan metode integrasi adaptif.

Hasil penelitian ini memberikan implikasi bahwa pemilihan metode integrasi numerik perlu disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Metode Adaptive Simpson lebih sesuai digunakan apabila prioritas utama adalah memperoleh hasil dengan tingkat ketelitian yang tinggi, sedangkan metode Composite Boole lebih tepat diterapkan pada

perhitungan yang menuntut efisiensi waktu komputasi. Dengan demikian, kedua metode memiliki keunggulan yang saling melengkapi dan dapat dipilih sesuai karakteristik permasalahan integral numerik yang dihadapi.

D. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan metode Adaptive Simpson dan Composite Boole ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan PHP. Program yang dikembangkan dapat menerima fungsi, batas integral, serta parameter metode, dan menampilkan hasil perhitungan, galat absolut, galat relatif, waktu komputasi, serta grafik fungsi. Hasil program dapat diakses melalui <https://dina-adaptive-simpson.vercel.app/>.

Berdasarkan hasil pengujian, dari segi ketepatan menunjukkan bahwa metode Adaptive Simpson sedikit lebih unggul dibandingkan metode Composite Boole. Hal ini ditunjukkan oleh nilai ketepatan rata-rata galat yaitu 0,07495 untuk metode Adaptive Simpson dan 0,07513 untuk metode Composite. Meskipun demikian, kedua metode sama-sama memberikan hasil hampiran yang mendekati nilai eksak. Namun dari

segi kecepatan, metode Composite Boole lebih efisien dibandingkan metode Adaptive Simpson. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata waktu komputasi metode Composite Boole sebesar 0,00059 ms, sedangkan metode Adaptive Simpson sebesar 0,20053 ms. Dengan demikian, Composite Boole lebih cepat, sementara Adaptive Simpson lebih baik dalam ketepatan hasil.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa Adaptive Simpson lebih sesuai untuk fungsi dengan perubahan nilai yang tajam, sedangkan Composite Boole lebih efektif untuk fungsi yang relatif halus. Berdasarkan temuan tersebut, pemilihan metode integrasi numerik dapat disesuaikan dengan jenis dan karakteristik fungsi yang diintegrasikan, tujuan perhitungan dan kebutuhan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- Asgedom, A. A., & Kefela, Y. Y. (2026). *An Adaptive Hybrid Quadrature Scheme: Combining Simpson's Rule And Gaussian Quadrature For Enhanced Numerical Integration*. 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0335582>
- Baska, A. G. A., Amrullah, Primajati, G., & Arjudin. (2025). Perbandingan Metode Steffensen dan Metode Brent dalam penyelesaian masalah Break

- Even Point menggunakan PHP. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 5(2), 80–91.
- Darus, M. A., Huda, N., Aziz, A., Deraman, F., Salina, A., Anuar, M. S., & Zakaria, H. L. (2023). Numerical Approximation of Volterra Integro-Differential Equations of the Second Kind Using Boole ' s Quadrature Rule Method. *Mathematics and Statistics*, 11(3), 566–573. <https://doi.org/10.13189/ms.2023.110313>
- Ermawati, Rahayu, P., & Zuhairroh, F. (2017). Perbandingan Solusi Numerik Integral Lipat Dua Pada Fungsi Aljabar Dengan Metode Romberg Dan Simulasi Monte Carlo. *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 5(1), 46–57.
- Firdaus, A., Amrullah, Wulandari, N. P., & 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 MH. Thamrin*, 9(2), 1051–1064.
- Firmansyah, D., Amrullah, Junaidi, & Prayitno, S. (2025). Analisis Efektivitas Integral Numerik Metode Simpson 3/8 Dan Metode Boole Dalam Menentukan Luas Menggunakan PHP. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 5(2), 288–301.
- Galdino, S. (2012). Interval Integration Revisited. *Open Journal of Applied Sciences, Suppl*(2), 108–111.
- Herfina, N., Amrullah, & Junaidi. (2019). Efektivitas Metode Trapesium dan Simpson Dalam Penentuan Luas Menggunakan Pemrograman Pascal. *Mathematics and Educations Journal*, 1(1), 53–63.
- Nopriani, Ansar, A., & Ekawati, D. (2021). Pengintegralan Numerik untuk Interval Titik yang Tidak Sama menggunakan Aturan Boole. *JOMTA Journal of Mathematics: Theory and Applications*, 3(1), 8–13.
- Permatasari, D., Prabadi, I. A., & Trinata, C. (2025). Systematic Literature Review: Metodologi, Teknologi, Dan Bidang Implementasi Dalam Pengembangan Aplikasi Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(6), 9862–9866.
- Plaskota, L. (2015). Automatic Integration Using Asymptotically Optimal Adaptive Simpson Quadrature. *Numerische Mathematik*, 173–198. <https://doi.org/10.1007/s00211-014-0684-3>
- Rahman, S., Pervin, M., & Azad, A. K. (2019). *Comparison of the Methods for Numerical Integration*. 42(2), 63–78.
- Rofikar, D. C. (2022), Perbandingan metode adaptive simpson, trapesium, gauss-legendre dan integrasi boole menyelesaikan integral berdasarkan nilai galat. (Undergraduate degree Thesis) Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia.