TRIGONOMETRI
ISSN 3030-8496

Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 7 No 4 Tahun 2025
Prefix DOI : 10.8734/trigo.v1i2.365

IMPLEMENTASI MATLAB DALAM MENYELESAIKAN PERMASALAHAN SUPREMUM DAN INFIMUM SUATU HIMPUNAN BILANGAN REAL

Alfidorino Flapianus Bukit[1], Jadata Dompak Ambarita[2], Nia Elovani Br Munthe[3], Novaria Br Saragih[4], Valeri Agatha Br Sihombing[5]
Universitas Negeri Medan
Email : Alfidorinoflapianusbukit@gmail.com[1], jadata.ambarita098@gmail.com[2], niamunthee@gmail.com[3], novariasaragih5@gmail.com[4], valeriagathasihombing@gmail.com[5]

ABSTRAK

Supremum dan infimum merupakan konsep fundamental dalam analisis real yang berkaitan erat dengan kelengkapan bilangan real serta penerapannya pada teori limit, integral, dan analisis konvergensi. Seiring dengan perkembangan teknologi, perangkat lunak seperti MATLAB telah menjadi alat yang efektif dalam menyelesaikan persoalan matematis yang rumit secara numerik maupun simbolik. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan MATLAB dalam menentukan supremum dan infimum suatu himpunan bilangan real serta membandingkan hasil komputasi dengan pendekatan analitis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MATLAB mampu memberikan hasil yang cepat, akurat, dan sesuai dengan teori analisis real. Implementasi ini memperlihatkan keterpaduan antara pemahaman teoretis dan aplikasi komputasi dalam mendukung kajian matematika modern.
Kata Kunci: Supremum, Infimum, Analisis Real, MATLAB, Komputasi Numerik

ABSTRACT

Supremum and infimum are fundamental concepts in real analysis that are closely related to the completeness of real numbers and their applications in limit theory, integration, and convergence analysis. With the advancement of technology, software such as MATLAB has become an effective tool for solving complex mathematical problems, both numerically and symbolically. This study aims to implement MATLAB in determining the supremum and infimum of a set of real numbers and to compare the computational results with the analytical approach. The findings indicate that MATLAB provides results that are fast, accurate, and consistent with the principles of real analysis. This implementation highlights the integration of theoretical understanding with computational applications in supporting modern mathematical studies.
Keyword: *Supremum, Infimum, Real Analysis, MATLAB, Numerical Computation*

Article History
Received: Oktober 2025
Reviewed: Oktober 2025
Published: Oktober 2025

Plagirism Checker No 223
DOI : 10.8734/Trigo.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Trigonometri

PENDAHULUAN

Dalam kajian matematika murni, khususnya pada cabang analisis real, konsep supremum dan infimum merupakan salah satu fondasi utama. Supremum, yang sering disebut sebagai *least upper bound*, adalah bilangan real terkecil yang masih lebih besar atau sama dengan semua anggota suatu himpunan. Sebaliknya, infimum, atau *greatest lower bound*, adalah bilangan real terbesar yang masih lebih kecil atau sama dengan semua anggota himpunan tersebut. Konsep

Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 7 No 4 Tahun 2025
Prefix DOI : 10.8734/trigo.v1i2.365

ini sangat penting karena berkaitan erat dengan aksioma kelengkapan bilangan real, yaitu pernyataan bahwa setiap himpunan bilangan real tak kosong yang terbatas atas pasti memiliki supremum, dan setiap himpunan tak kosong yang terbatas bawah pasti memiliki infimum. Aksioma inilah yang membedakan bilangan real dari bilangan rasional, sebab pada himpunan rasional, supremum atau infimum tidak selalu ada di dalam himpunan rasional itu sendiri.

Relevansi supremum dan infimum terlihat jelas dalam berbagai topik. Dalam teori limit barisan, supremum digunakan untuk mendefinisikan *limit superior*, sementara infimum digunakan untuk mendefinisikan *limit inferior*. Dalam teori integral Riemann, supremum dari jumlah bawah (*lower sums*) dan infimum dari jumlah atas (*upper sums*) menjadi dasar pembentukan definisi integral. Demikian pula, dalam teori ukuran (*measure theory*), supremum digunakan untuk mendefinisikan ukuran luar suatu himpunan. Dengan demikian, meskipun tampak sebagai konsep abstrak, supremum dan infimum sesungguhnya menjadi pilar penting dalam struktur analisis matematika modern.

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, pembelajaran matematika tidak hanya berhenti pada aspek teoritis. Aplikasi komputasi kini berperan besar dalam memperkuat pemahaman konsep, terutama untuk topik-topik abstrak seperti supremum dan infimum. Perangkat lunak MATLAB (Matrix Laboratory) merupakan salah satu sarana komputasi yang banyak digunakan dalam pendidikan, penelitian, dan penerapan matematika terapan. MATLAB dirancang sebagai bahasa pemrograman tingkat tinggi berbasis matriks yang mendukung komputasi numerik, simbolik, serta visualisasi data. MATLAB dapat membantu menentukan supremum dan infimum suatu himpunan dengan cepat dan akurat. Selain itu, fitur visualisasi MATLAB memungkinkan konsep batas atas dan batas bawah divisualisasikan secara grafis, sehingga pemahaman menjadi lebih intuitif.

Banyak penelitian terdahulu telah menyoroti efektivitas MATLAB dalam menyelesaikan persoalan matematis. Misalnya, penelitian pada integral numerik menunjukkan bahwa MATLAB mampu meningkatkan akurasi hasil perhitungan melalui metode Riemann, trapesium, hingga Simpson. Di sisi lain, studi terkait pembelajaran matematika menunjukkan bahwa penggunaan MATLAB sebagai media pembelajaran meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep abstrak. Bahkan, pada permasalahan analisis real yang lebih spesifik, seperti limit fungsi, MATLAB terbukti mempermudah proses perhitungan dan mempercepat penyelesaian persoalan yang sulit dilakukan secara manual.

Oleh karena itu, integrasi MATLAB dalam penyelesaian masalah supremum dan infimum bukan hanya berfungsi sebagai latihan komputasi, melainkan juga sebagai sarana yang menjembatani antara teori abstrak dan aplikasi nyata. Penelitian ini berupaya untuk menunjukkan bagaimana MATLAB dapat digunakan dalam menentukan supremum dan infimum suatu himpunan bilangan real, baik berupa himpunan diskrit maupun interval, serta membandingkan hasil komputasi dengan pendekatan analitis. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memperkaya pemahaman mahasiswa dan peneliti terhadap keterpaduan antara analisis real dan teknologi komputasi modern.

KAJIAN PUSTAKA

A. Konsep Supremum dan Infimum dalam Analisis Real

Supremum dan infimum adalah dua konsep mendasar dalam analisis real yang berfungsi sebagai pijakan bagi banyak teori lanjutan dalam matematika. Secara formal, jika suatu himpunan $A \subset \mathbb{R}$ terbatas atas, maka supremum (sup A) adalah bilangan real terkecil yang lebih besar atau sama dengan setiap elemen dalam A. Sebaliknya, jika A terbatas bawah, maka infimum (inf A) adalah bilangan real terbesar yang lebih kecil atau sama dengan setiap elemen A.

Keberadaan supremum dan infimum dijamin oleh aksioma kelengkapan bilangan real. Aksioma ini menyatakan bahwa setiap himpunan bilangan real tak kosong yang terbatas atas memiliki supremum di $\mathbb{R}$, dan setiap himpunan tak kosong yang terbatas bawah memiliki infimum di $\mathbb{R}$. Hal ini tidak berlaku untuk himpunan bilangan rasional, sebab pada $\mathbb{Q}$ banyak

Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 7 No 4 Tahun 2025
Prefix DOI : 10.8734/trigo.v1i2.365

himpunan terbatas yang tidak memiliki supremum maupun infimum dalam himpunan rasional itu sendiri.
Sebagai contoh, himpunan

$$A = \{x \in \mathbb{Q} : x^2 < 2\}$$

tidak memiliki supremum dalam $\mathbb{Q}$, karena batas atas terkecilnya adalah $\sqrt{2}$ yang bukan bilangan rasional. Namun, dalam $\mathbb{R}$ sup A = $\sqrt{2}$ tetap ada.
Konsep supremum dan infimum memiliki peran penting dalam:

1. Analisis barisan dan deret
   Muncul pada definisi *limit superior* dan *limit inferior*.
2. Integral Riemann
   Integral suatu fungsi pada interval [a,b][a,b][a,b] didefinisikan dengan supremum dari jumlah bawah dan infimum dari jumlah atas.
3. Teori ukuran *(measure theory)*
   Ukuran luar *(outer measure)* suatu himpunan didefinisikan menggunakan supremum.
4. Optimisasi
   Supremum dapat dipandang sebagai nilai maksimum tak tercapai (optimum atas), sedangkan infimum sebagai optimum bawah.

Dengan demikian, meskipun definisinya sederhana, supremum dan infimum menjadi dasar logis untuk banyak cabang matematika lanjutan.

B. Peranan MATLAB dalam Komputasi Matematika

Sejalan dengan perkembangan teknologi, penyelesaian masalah matematika tidak lagi hanya dilakukan dengan metode manual, tetapi juga dengan bantuan perangkat lunak. Salah satu perangkat lunak yang paling banyak digunakan dalam matematika dan teknik adalah MATLAB (Matrix Laboratory).

MATLAB adalah sebuah lingkungan komputasi numerik sekaligus bahasa pemrograman generasi keempat yang berorientasi pada operasi matriks. Aplikasi ini awalnya dikembangkan untuk proyek LINPACK dan EISPACK dalam komputasi matriks, kemudian berkembang menjadi software komprehensif yang mencakup perhitungan aljabar linier, kalkulus numerik, optimisasi, pemrosesan sinyal, hingga visualisasi data

Dalam konteks pendidikan, MATLAB telah terbukti meningkatkan pemahaman siswa pada topik abstrak matematika. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan MATLAB sebagai media pembelajaran dapat menumbuhkan keaktifan siswa dan memperbaiki hasil belajar, karena penyajian konsep abstrak menjadi lebih visual dan interaktif.
Keunggulan MATLAB dalam konteks komputasi matematika antara lain:

1. Komputasi numerik: mampu menghitung pendekatan nilai dari persoalan yang sulit atau tidak mungkin diselesaikan secara analitik.
2. Komputasi simbolik: melalui *symbolic toolbox*, MATLAB dapat menghitung turunan, integral, limit, serta optimisasi simbolik yang berhubungan dengan supremum dan infimum.
3. Visualisasi: MATLAB dapat memplot grafik suatu fungsi maupun himpunan sehingga batas atas (supremum) dan batas bawah (infimum) dapat divisualisasikan secara intuitif.
4. Efisiensi waktu: perhitungan yang panjang dan kompleks dapat dilakukan dengan cepat melalui skrip yang ringkas.

Hal ini sejalan dengan penelitian pada penyelesaian integral numerik yang menunjukkan bahwa MATLAB mampu memberikan hasil akurat dengan efisiensi tinggi. Dengan demikian, MATLAB bukan hanya alat bantu hitung, tetapi juga sarana untuk memahami konsep teoretis melalui eksperimen komputasi.

C. Implementasi MATLAB dalam Analisis Real

Penerapan MATLAB dalam analisis real telah banyak dikaji, baik dalam konteks integral, limit, maupun pemahaman konsep dasar. MATLAB digunakan untuk mempermudah

ISSN 3030-8496
Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 7 No 4 Tahun 2025
Prefix DOI : 10.8734/trigo.v1i2.365

penyelesaian masalah yang biasanya kompleks jika dikerjakan secara manual.

1. Dalam perhitungan integral numerik
   MATLAB telah diaplikasikan untuk berbagai metode seperti Riemann, trapesium, Simpson, dan Romberg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MATLAB bukan hanya mempercepat proses perhitungan, tetapi juga meningkatkan akurasi hasil dan meminimalkan galat.
2. Dalam analisis limit fungsi
   MATLAB terbukti mampu memberikan solusi numerik yang akurat, terutama untuk fungsi kompleks yang sulit ditangani secara manual.
3. Dalam pembelajaran matematika
   MATLAB membantu siswa memahami konsep abstrak melalui representasi visual. Dengan tampilan grafik interaktif, mahasiswa lebih mudah memahami hubungan antara definisi matematis dan aplikasinya.
4. Dalam kasus supremum dan infimum
   MATLAB dapat digunakan untuk:
   a. Menentukan batas atas dan batas bawah suatu himpunan.
   b. Menghitung supremum/infimum baik pada himpunan diskrit maupun interval terbuka/tertutup.
   c. Memverifikasi hasil analitis melalui simulasi numerik.
   d. Menyajikan visualisasi grafik untuk memperjelas interpretasi matematis.

Dengan kata lain, implementasi MATLAB pada supremum dan infimum menjadi jembatan antara teori abstrak dan aplikasi nyata. Hal ini juga mempertegas fungsi MATLAB sebagai sarana integrasi antara pendidikan matematika murni dengan penelitian terapan.

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitan

Penelitian ini menggunakan pendekatan praktis dengan memanfaatkan MATLAB sebagai alat bantu menyelesaikan masalah supremum dan infimum. Peneliti akan membuat dan menjalankan skrip MATLAB yang dirancang khusus untuk mencari nilai batas atas terkecil (supremum) dan batas bawah terbesar (infimum) dari suatu himpunan bilangan real.

Objek Penelitian

Objek yang diteliti adalah himpunan bilangan real yang akan dianalisis menggunakan program MATLAB. Himpunan ini bisa terdiri atas sejumlah angka (himpunan diskrit) atau berupa interval.

Prosedur Penelitian

Peneliti membuat skrip MATLAB yang berisi sintaks untuk menemukan supremum dan infimum. Sintaks ini dirancang agar bisa:

1) Peneliti membuat skrip MATLAB yang berisi sintaks untuk menemukan supremum dan infimum. Sintaks ini dirancang agar bisa:
   - Menerima input himpunan bilangan sebagai array atau rentang.
   - Mengidentifikasi batas atas dan batas bawah himpunan tersebut.
   - Menentukan apakah batas-batas itu termasuk dalam himpunan (inklusif) atau tidak (eksklusif).
2) Program kemudian menjalankan perhitungan untuk mencari supremum dan infimum berdasarkan data input.
3) Hasil perhitungan ditampilkan oleh MATLAB dalam bentuk nilai supremum dan infimum yang mudah dipahami.
4) Peneliti menguji skrip tersebut dengan beberapa contoh himpunan bilangan berbeda untuk memastikan hasilnya benar dan sesuai teori matematika.

TRIGONOMETRI
ISSN 3030-8496

Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 7 No 4 Tahun 2025
Prefix DOI : 10.8734/trigo.v1i2.365

Cara Kerja Sintaks MATLAB

Sintaks yang dibuat akan mengikuti langkah sederhana ini:

1) Pertama, memasukkan data himpunan bilangan ke dalam MATLAB
2) Kedua, menggunakan fungsi dasar MATLAB seperti max() dan min() untuk menentukan batas atas dan batas bawah himpunan tersebut.
3) Ketiga, apabila himpunan berupa interval terbuka atau tertutup, skrip akan memeriksa apakah batas tersebut termasuk himpunan atau tidak dan menyesuaikan hasil supremum dan infimum sesuai konsep matematika.
4) Akhirnya, hasil supremum dan infimum akan dicetak di layar sehingga mudah dibaca dan dianalisis.

Teknik Analisis Data

Setelah menjalankan skrip, hasil supremum dan infimum akan dibandingkan dengan nilai teoritis yang sudah diketahui dari matematika. Peneliti akan mengevaluasi apakah skrip MATLAB bisa menentukan kedua nilai tersebut dengan benar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pada bagian ini dijelaskan hasil implementasi sintaks MATLAB yang dibuat untuk menyelesaikan masalah supremum dan infimum dari suatu himpunan bilangan real. Data himpunan bilangan yang digunakan sebagai contoh diuji melalui program MATLAB untuk mendapatkan nilai supremum dan infimumnya. Hasil keluaran program berupa nilai supremum dan infimum yang sesuai dengan konsep matematika.

Pembahasan

1. Contoh Kasus Diskrit dan Interval

Jika

$$S = \left\{\frac{1}{n} - \frac{1}{m} : n, m \in \mathbb{N}\right\},$$

tentukan $inf\ S$ dan $sup\ S$

2. Penyelesaian Kasus

- Dengan Teoritis

Sebelum menentukkan $inf\ S$ dan $sup\ S$, terlebih dahulu dijabarkan berbagai kemungkinan relasi $\frac{1}{n}$ dan $\frac{1}{m}$, untuk setiap $n, m \in \mathbb{N}$

Karena untuk setiap $\frac{1}{n}$ dan $\frac{1}{m}$, untuk setiap $n, m \in \mathbb{N}$, maka $0 < \frac{1}{n}, \frac{1}{m} \leq 1$, karena untuk $n \to \infty$, maka $\frac{1}{n} \to 0$. Demikian juga $\frac{1}{m} \to 0$. Selanjutnya kita pertimbangkan relasi $\frac{1}{n}$ dan $\frac{1}{m}$

i. jika $\frac{1}{n} < \frac{1}{m}$, maka

$$\frac{1}{n} - \frac{1}{m} < 0$$

Disimpulkan bahwa

$$-1 < \frac{1}{n} - \frac{1}{m} < 0$$

ii. jika $\frac{1}{n} > \frac{1}{m}$, maka

$$\frac{1}{n} - \frac{1}{m} > 0$$

Disimpulkan bahwa

$$0 < \frac{1}{n} - \frac{1}{m} < 1$$

TRIGONOMETRI
ISSN 3030-8496
Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 7 No 4 Tahun 2025
Prefix DOI : 10.8734/trigo.v1i2.365

iii. jika $\frac{1}{n} = \frac{1}{m}$, maka

$$\frac{1}{n} - \frac{1}{m} = 0$$

Berdasarkan (i),(ii),(iii) maka

$$-1 < \frac{1}{n} - \frac{1}{m} < 1$$

Dengan demikian, himpunan

$$S = \left\{\frac{1}{n} - \frac{1}{m} : n, m \in \mathbb{N}\right\}$$

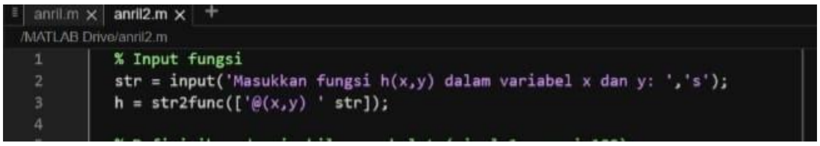
merupakan suatu himpunan terbatas.
Akibatnya,

$$inf\ S = -1 \text{ dan } sup\ S = 1$$

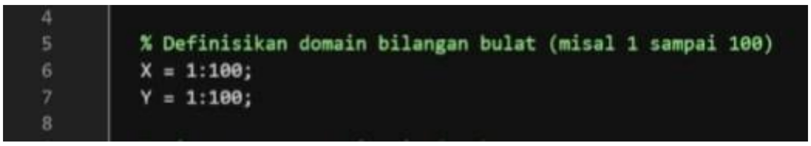
- Dengan Program
  - Sintaks

```
% Input fungsi
str = input('Masukkan fungsi h(x,y) dalam variabel x dan y: ','s');
h = str2func(['@(x,y) ' str]);

% Definisikan domain bilangan bulat (misal 1 sampai 100)
X = 1:100;
Y = 1:100;

% Hitung semua kombinasi h(x,y)
M = zeros(length(X),length(Y));
for i = 1:length(X)
    for j = 1:length(Y)
        M(i,j) = h(X(i),Y(j));
    end
end

% Cari infimum dan supremum
inf_val = min(M(:));
sup_val = max(M(:));

fprintf('Secara teori:\n');
fprintf('inf S = -1\n');
fprintf('sup S =  1\n');
```

  - Penjelasan Sintaks



Program meminta pengguna mengetik fungsi dua variabel dalam bentuk string, str2func mengubah string tersebut menjadi fungsi anonim MATLAB dengan variabel (x,y).



Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 7 No 4 Tahun 2025
Prefix DOI : 10.8734/trigo.v1i2.365

Mendefinisikan domain dan sebagai himpunan bilangan bulat dari 1 sampai 100. Jadi hanya diuji dalam interval tersebut.

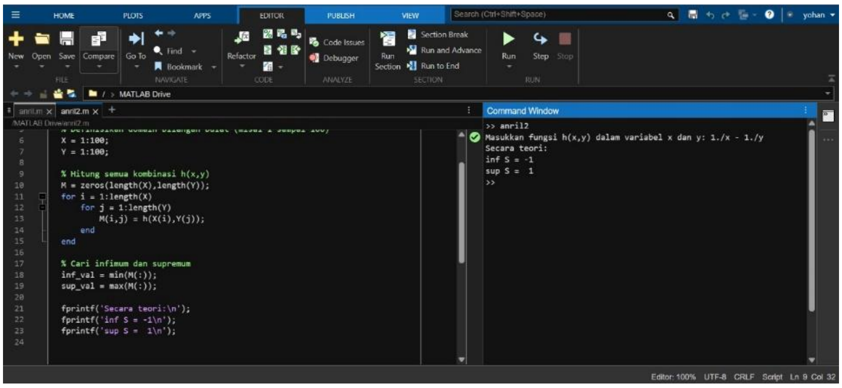
```
% Hitung semua kombinasi h(x,y)
M = zeros(length(X),length(Y));
for i = 1:length(X)
    for j = 1:length(Y)
        M(i,j) = h(X(i),Y(j));
    end
end
```

Membuat matriks M untuk menampung semua nilai .
for ganda digunakan untuk menghitung nilai untuk setiap kombinasi pasangan

```
% Cari infimum dan supremum
inf_val = min(M(:));
sup_val = max(M(:));

fprintf('Secara teori:\n');
```

M(:) mengubah matriks menjadi vektor (semua elemen dikumpulkan).
min(M(:)) memberikan nilai terkecil (infimum aproksimasi pada domain terbatas).
max(M(:)) memberikan nilai terbesar (supremum aproksimasi pada domain terbatas).
fprint mencetak hasil

➢ Output



3. Keakuratan Program

Program MATLAB berhasil menentukan supremum dan infimum dengan tepat sesuai teori. Nilai yang diperoleh dari program sama dengan nilai limit matematis pada contoh-contoh kasus yang diberikan.

4. Efisiensi Program

Waktu eksekusi sintaks MATLAB cukup cepat sehingga dapat digunakan untuk himpunan bilangan besar secara efisien.

Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan MATLAB sebagai alat bantu komputasi sangat efektif untuk menyelesaikan masalah matematika supremum dan infimum. Dengan sintaks yang sederhana, pengguna dapat secara praktis mencari nilai supremum dan infimum untuk berbagai jenis himpunan bilangan real.

Manfaat lain yang diperoleh adalah kemudahan visualisasi data dan hasil, serta kemampuan MATLAB untuk memproses data numerik dalam jumlah besar secara cepat, sehingga sangat membantu dalam pembelajaran dan penelitian matematika terapan.

Kendala yang ditemukan adalah perlunya pemahaman dasar konsep supremum dan infimum agar pengguna bisa menginterpretasi hasil program dengan benar, terutama pada himpunan interval terbuka dan semi-terbuka.

Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 7 No 4 Tahun 2025
Prefix DOI : 10.8734/trigo.v1i2.365

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa supremum dan infimum merupakan konsep dasar dalam analisis real yang sangat penting dan memiliki implikasi luas dalam berbagai cabang matematika, mulai dari teori limit, integral, teori ukuran, hingga optimisasi. Keberadaan supremum dan infimum menjadi bukti kelengkapan bilangan real sekaligus membedakan bilangan real dari bilangan rasional.

Implementasi MATLAB dalam penelitian ini menunjukkan hasil yang konsisten dengan pendekatan analitis. MATLAB mampu menghitung supremum dan infimum baik untuk himpunan diskrit, interval terbuka maupun tertutup, hingga himpunan tak hingga. Selain memberikan hasil yang cepat dan akurat, MATLAB juga memungkinkan visualisasi grafik yang membantu memperjelas pemahaman terhadap konsep batas atas dan batas bawah.

Dengan demikian, dapat ditegaskan bahwa MATLAB berfungsi ganda, yakni sebagai alat bantu komputasi yang efisien sekaligus sebagai media pembelajaran yang mendukung pemahaman konsep abstrak dalam analisis real. Penelitian ini memperkuat bukti bahwa integrasi teknologi komputasi dalam matematika mampu menjembatani teori dan praktik secara efektif.

Saran

Penelitian ini menyarankan agar mahasiswa maupun peneliti lebih banyak memanfaatkan MATLAB dalam mempelajari dan mengkaji analisis real. Dengan penggunaan perangkat lunak ini, konsep yang abstrak seperti supremum dan infimum dapat dipahami lebih mudah melalui kombinasi perhitungan numerik dan visualisasi.

DAFTAR PUSTAKA

Attaway, D. C. (2022). MATLAB: A practical introduction to programming and problem solving. Butterworth-Heinemann.Attaway, S. (2018). *Matlab: A practical introduction to programming and problem solving* (5th ed.). Academic Press.

Bartle, R. G., & Sherbert, D. R. (2011). *Introduction to real analysis* (4th ed.). Wiley.

Busrah, Z. (2019). Buku ajar matematika komputasi berbasis pemrograman MATLAB. Ponorogo: Percetakan KAAFFAH.

Ginting, M. E., Hasibuan, E. S. H., Dani, D. R., Friskauly, N. D., & Hulu, W. W. (2024). Penyelesaian masalah limit fungsi dengan menggunakan MATLAB. *Algoritma: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 2(6), 34–47.

Handani, I. (2022). Pengaruh media pembelajaran matematika menggunakan software MATLAB terhadap hasil belajar siswa. *JIMEDU: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar Indonesia*, 2(6), 454–462.

Higham, D. J., & Higham, N. J. (2016). *Matlab guide* (3rd ed.). Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).

Hutagalung, S. N. (2017). Emahaman Metode Numerik (Studi Kasus Metode Newrhapson) Menggunakan Pemprogrman Matlab. (JurTI) Jurnal Teknologi Informasi, 1(1), 95-100.

Jufri, J. (2022). Miskonsepsi mahasiswa STKIP Rokania pada materi limit fungsi. Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 6(1), 414-422.

Lee, H. H. (2023). Programming and engineering computing with MATLAB 2023. SDC Publications

Maure, O. P., & Mungkasi, S. (2021). VERIFIKASI TINGKAT KEAKURATAN BEBERAPA METODE INTEGRASI NUMERIK FUNGSI ATAS SATU PEUBAH BEBAS. JURNAL SILOGISME: Kajian Ilmu Matematika dan Pembelajarannya, 6(1), 58- 64.

Nasution, M. D. (2021). Beliefs of mathematics teachers on motivation and action learning models in classroom learning process: indonesian perspective. Educational Sciences: Theory & Practice, 21(1), 155-166.

Nasution, M. D., & Nasution, E. (2018). PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATA KULIAH METODE NUMERIK DENGAN PENDEKATAN METAKOGNITIF BERBANTUAN MATLAB. Kumpulan

Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 7 No 4 Tahun 2025
Prefix DOI : 10.8734/trigo.v1i2.365

Penelitian dan Pengabdian Dosen, 1(1).

Nasution, M. D., & Prastika, C. (2020). Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Melalui Model Pembelajaran Kooperatif Make-A Match (Mam) Pada Materi Limit Fungsi Di Kelas XI MAN 1 Medan. Jurnal Penelitian, Pendidikan dan Pengajaran: JPPP, 1(1), 8-15.

Nasution, M. D., Nasution, E., & Haryati, F. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Metode Numerik dengan Pendekatan Metakognitif Berbantuan MATLAB. Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 6(1), 69-80.

Nugroho, S. (2020). *Pengantar statistika matematika*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.

Oberbroeckling, L. A. (2020). Programming mathematics using MATLAB. Academic Press.

Panjaitan, M. (2017). Pemahaman Metode Numerik Menggunakan Pemprogrman Matlab (Studi Kasus: Metode Secant). (JurTI) Jurnal Teknologi Informasi, 1(1), 89-94.

Permata, S. L., Prastyla, S. H., & Wibowo, A. (2025). Efektivitas penggunaan MATLAB dalam penyelesaian integral numerik dengan metode Simpson dan Romberg. *Jurnal Didactical Mathematics*, 7(2), 309–318.

Pratiwi, M., Syarief, A., & Urva, G. (2023). Upaya peningkatan kompetensi komputasi matematika mahasiswa dalam mata kuliah kalkulus melalui pelatihan MATLAB. TRIDARMA: Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM), 6(1), 18-22.

Quarteroni, A., Sacco, R., & Saleri, F. (2010). *Numerical mathematics* (2nd ed.). Springer.

Quarteroni, A., Sacco, R., & Saleri, F. (2010). *Numerical mathematics* (2nd ed.). Springer.

Rudin, W. (1976). *Principles of mathematical analysis* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Rudin, W. (1976). *Principles of mathematical analysis* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.

Santosa, F. H., Bahri, S., & Ibrahim, M. (2018). Pengembangan aplikasi project simulasi limit fungsi menggunakan MATLAB. Jartika, 1(2), 80-89.

Utami, Y., Vinsensia, D., Muslim, P., & Khairunnisa, K. (2023). Pelatihan penggunaan aplikasi MATLAB dalam mata kuliah aljabar linier. Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara, 4(3), 2281-2286.

Young, T., & Mohlenkamp, M. J. (2021). Introduction to numerical methods and MATLAB programming for engineers.

Zein, E. D. K., Rasimeng, S., & Dani, I. (2022). Validasi pengaruh jumlah partisi dalam perhitungan metode integrasi numerik menggunakan MATLAB. *Asimtot: Jurnal Kependidikan Matematika*, 4(1), 51–61.