



Penyelesaian Masalah Limit Fungsi dengan Menggunakan Software MATLAB (*Matrix Laboratory*)

Mikolis Etimanta Ginting^{1*}, Eka Sri Hartini Hasibuan², Danu Rama Dani³,
Nia Devi Friskauly⁴, Witri Wardani Hulu⁵

¹⁻⁵Priodi Matematika, Fmipa, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

Email: mikolis@mhs.unimed.ac.id^{1*}, ekasrihartinihsb@mhs.unimed.ac.id²,
danu@mhs.unimed.ac.id³, niadevi@mhs.unimed.ac.id⁴, witriwardani@mhs.unimed.ac.id⁵

Korespondensi penulis: mikolis@mhs.unimed.ac.id*

Abstract. *The solutions of limit problems is one of fundamental concepts in real analysis, applicable in various fields of mathematics and other sciences. However, determining limit can sometimes present challenges, particularly when the function in question is complex and difficult to solve manually. This study demonstrates the use of MATLAB as a tool to assist in solving such problems numerically. The findings show that MATLAB is reliable in calculating the limits of specific functions, offering accurate solutions more efficiently and quickly compared to manual methods.*

Keywords: MATLAB, Matrix Laboratory, Limit

Abstrak. Penyelesaian dari permasalahan limit merupakan salah satu konsep dalam analisis real yang dapat digunakan dalam berbagai bidang matematika dan ilmu pengetahuan lainnya. Namun, untuk mencari limit terkadang ada kendala, terutama ketika fungsi yang ingin dicari limitnya bersifat kompleks dan rumit untuk dikerjakan secara manual. Dalam penelitian ini, akan ditunjukkan penggunaan MATLAB yang digunakan untuk membantu menyelesaikan persoalan limit secara numerik. Hasil dari penelitian yang dilakukan menyatakan bahwa MATLAB dapat diandalkan dalam menghitung limit dari suatu fungsi tertentu, serta memberikan solusi yang akurat dan lebih cepat jika dibandingkan dengan cara manual.

Kata kunci: MATLAB, Matrix Laboratory, Limit

1. PENDAHULUAN

Limit merupakan salah satu pembelajaran matematika yang biasa digunakan untuk mengetahui suatu batas tertentu. Dengan adanya penentuan limit ini, dapat memberikan peranan dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan bukan hanya pengembangan matematika saja, melainkan peranan dalam ilmu-ilmu lain yang menghubungkan limit dalam pengembangannya. Karena itu perlu diperlukan ilmu untuk menentukan limit, dan dengan perkembangan zaman limit tidak hanya bisa dicari dengan cara manual saja, namun dengan menggunakan komputasi. Dikarenakan adanya bantuan aplikasi yang membantu untuk mencari limit dengan lebih efektif dan efisien.

Melalui penelitian ini, pembaca akan diajak untuk menentukan limit melalui cara yang terbaru dengan komputasi dengan menggunakan bantuan *software* MATLAB (*Matrix Laboratory*) dan akan diperiksa apakah dengan cara komputasi ini akan terbukti lebih efektif untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

2. KAJIAN TEORITIS

1. MATLAB (*Matrix Laboratory*)

Matrix Laboratory atau pun biasa disebut dengan MATLAB Merupakan suatu lingkungan komputasi numerikal dan bahasa pemrograman komputer generasi keempat yang sering sekali dimanfaatkan dalam menyelesaikan berbagai masalah dengan melibatkan proses komputasi dalam berbagai bidang. MATLAB, bahasa pemrograman tingkat tinggi, menggunakan matriks sebagai dasar analisis dan perhitungan. MATLAB memungkinkan Anda memanipulasi matriks, memplot fungsi dan data, mengimplementasikan algoritma, membuat antarmuka pengguna, dan terhubung ke program dalam bahasa lain.(Busrah, Z., 2019).

Pada awal sejarah dan perkembangannya, MATLAB adalah antarmuka untuk kumpulan rutinitas numerik proyek LINPACK dan EISPACK, yang dikembangkan menggunakan bahasa FORTRAN. Secara komersial, MATLAB adalah produk Mathworks, Inc. dan kemudian dikembangkan menggunakan C++ dan bahasa assembly (terutama untuk fungsi dasar MATLAB).MATLAB telah berkembang menjadi lingkungan pemrograman canggih yang mencakup fungsi bawaan untuk melakukan tugas pemrosesan sinyal, aljabar linier, dan perhitungan matematika lainnya.(Busrah, Z., 2019).

MATLAB juga menyertakan kotak peralatan dengan fungsionalitas tambahan untuk aplikasi tertentu. Keterampilan pemrograman yang dibutuhkan tidak terlalu sulit jika Anda memiliki pengalaman pemrograman dalam bahasa lain seperti C, PASCAL, atau FORTRAN. Merek perangkat lunak yang dikembangkan oleh Mathworks.Inc. (Lihat <http://www.mathworks.com>), MATLAB dikenal paling efisien untuk perhitungan numerik berbasis matriks.Oleh karena itu, dalam perhitungan, jika dapat merumuskan masalah dalam bentuk matriks, MATLAB menjadi software pilihan untuk solusi numerik.(Busrah, Z., 2019).

2. Limit

Jika $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = L_1$ dan $\lim_{x \rightarrow x_0} g(x) = L_2$

Maka

$$\lim_{x \rightarrow x_0} (f + g)(x) = L_1 + L_2$$

$$\lim_{x \rightarrow x_0} (f - g)(x) = L_1 - L_2$$

$$\lim_{x \rightarrow x_0} (fg)(x) = L_1 L_2$$

Dan, jika $L_2 \neq 0$

$$\lim_{x \rightarrow x_0} \left(\frac{f}{g} \right) (x) = \frac{L_1}{L_2}$$

A. Limit inf dan sup

Jika f dibatasi pada $[a, x_0)$, maka $\beta = \overline{\lim}_{x \rightarrow x_0^-} f(x)$ ada dan merupakan bilangan asli unik

dengan sifat-sifat berikut:

1. Jika $\epsilon > 0$, sedemikian rupa a_1 pada $[a, x_0)$ sehingga

$$f(x) < \beta + \epsilon \text{ jika } a_1 \leq x < x_0$$

2. Jika $\epsilon > 0$, dan a_1 pada $[a, x_0)$ maka

$$\overline{f(x)} > \beta - \epsilon \text{ untuk beberapa } \bar{x} \in [a_1, x_0)$$

B. Limit Barisan

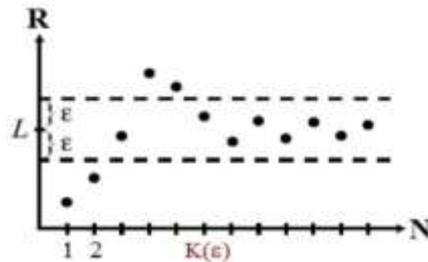
Defenisi 3. Misalkan $X = (x_n)$ barisan bilangan real. Suatu bilangan real L dikatakan limit dari X jika

$$\forall \epsilon > 0, \exists K(\epsilon) \in \mathbb{N} \exists \forall n \geq K(\epsilon), |x(n) - L| < \epsilon$$

Hal ini menyiratkan bahwa betapapun kecil daerah yang kita ambil di sekitar titik limit, dilambangkan dengan $(L - \epsilon, L + \epsilon)$, kita akan menemukan takhingga

banyaknya suku barisan (x_n) di dalam daerah itu, yaitu mulai suku x_K, x_{K+1}, x_{K+2} , dst.

Gambar 1 memperlihatkan hal ini.



Gambar 1. Ilustrasi suatu barisan konvergen

Jika barisan $X = (x_n)$ memiliki limit (misalkan L), maka dikatakan X konvergen ke L dan dilambangkan dengan

$$\lim X = L \text{ atau } \lim(x_n) = L \text{ atau } X \rightarrow L$$

yang menyiratkan bahwa (x_n) akan "mendekati" L jika n menuju ∞ . Sebaliknya, jika X tidak memilki limit, maka X dikatakan divergen.

Teorema 1. Setiap barisan bilangan real memiliki paling banyak satu limit.

C. Jenis Limit Pada Matlab

Table 1. Jenis Limit Pada Matlab

Limit fungsi	
$\lim_{x \rightarrow a} f(x)$	Limit dari $f(x)$ dimana nilai x mendekati a
$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x)$	Limit dari $f(x)$ dimana nilai x mendekati a dari kanan
$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x)$	Limit dari $f(x)$ dimana nilai x mendekati a dari kiri
Limit trigonometri	
$\lim_{x \rightarrow a} \sin(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \cos(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \tan(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \cot(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \sec(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \csc(x)$	Limit fungsi trigonometri sinus, cosinus, tangent, cotangent, secant, dan cosecant. (x dalam satuan radian)
$\lim_{x \rightarrow a} \arcsin(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \arccos(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \arctan(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \text{arccot}(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \text{arcsec}(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \text{arccsc}(x)$	Limit fungsi arcus trigonometri
$\lim_{x \rightarrow a} \sinh(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \cosh(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \tanh(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \text{coth}(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \text{sech}(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \text{csch}(x)$	Limit fungsi trigonometri-hiperbolik
$\lim_{x \rightarrow a} \text{arsinh}(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \text{arcosh}(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \text{artanh}(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \text{arcoth}(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \text{arsech}(x)$, $\lim_{x \rightarrow a} \text{acsch}(x)$	Limit fungsi arcus trigonometri-hiperbolik

D. Syntax Limit

Untuk mengawali operasi limit pada matlab, terlebih dahulu mendefinisikan variabel yang akan digunakan, yaitu misal x dengan syntax `sym x` atau `x = sym('x')`. Jika lebih dari satu variabel, maka menggunakan `syms x, y`. Berikut adalah syntax limit yang didekati dari kanan : `limit(fungsi, variabel, nilai hampiran, 'right')`. Untuk limit yang didekati dari kiri menggunakan syntax berikut : `limit(fungsi, variabel, nilai hampiran, 'left')`. Syntax `(fungsi, variabel, nilai hampiran)` digunakan untuk mencari nilai limit.

3. METODE PENELITIAN

Jenis data yang digunakan adalah jenis data sekunder, yang diambil dari beberapa sumber seperti buku, jurnal, dan situs.Smartphone. Teknik Pengumpulan data dapat dilakukan dengan menghitung Limit berbagai fungsi matematika menggunakan MATLAB. Dengan mencatat hasil perhitungan Limit dari berbagai metode numerik yang tersedia dalam aplikasi. Data hasil perhitungan Limit menggunakan MATLAB dapat dianalisis secara kuantitatif. Dapat menggunakan statistik deskriptif untuk mengukur akurasi dan kecepatan berbagai metode numerik dalam menghitung Limit. Waktu penelitian dilaksanakan pada Bulan September 2024.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hitunglah limit kiri, limit kanan dan limit dua arah dari fungsi $f(x) = \frac{x^2-25}{x-5}$ pada $x=5$.

Penyelesaian secara eksak:

$$f(x) = \frac{x^2-25}{x-5}$$

$$f(x) = \frac{(x+5)(x-5)}{x-5}$$

$$f(x) = (x + 5)$$

Menghitung limit kiri, limit kanan dan limit dua arah:

- Limit Kanan

$$\lim_{x \rightarrow 5^+} f(x) = x + 5$$

$$\lim_{x \rightarrow 5^+} (x + 5) = 5 + 5$$

$$\lim_{x \rightarrow 5^+} (x + 5) = 10$$

- Limit Kiri

$$\lim_{x \rightarrow 5^-} f(x) = x + 5$$

$$\lim_{x \rightarrow 5^-} (x + 5) = 5 + 5$$

$$\lim_{x \rightarrow 5^-} (x + 5) = 10$$

- Limit Dua Arah

Karena limit kiri dan limit kanan sama, maka limit dua arah ada dan nilainya adalah 10.

$$\lim_{x \rightarrow 5} f(x) = x + 5$$

$$\lim_{x \rightarrow 5} (x + 5) = 5 + 5$$

$$\lim_{x \rightarrow 5} (x + 5) = 10$$

Maka diperoleh limit kiri, limit kanan dan limit dua arah dari fungsi $f(x) = \frac{x^2-25}{x-5}$ pada $x = 5$ adalah 10.

Contoh soal limit fungsi $f(x) = \frac{x^2-25}{x-5}$ pada $x = 5$ yang telah diselesaikan dengan cara manual menghasilkan nilai limit kiri, limit kanan dan limit dua arah adalah 10.

Selanjutnya pengaplikasiannya pada *Matlab* untuk mendapatkan nilai dari limit kiri, limit kanan dan limit dua arah dari fungsi $f(x) = \frac{x^2-25}{x-5}$ pada $x = 5$ yang telah diselesaikan dengan cara manual.

Penulis menggunakan kode Matlab sebagai berikut untuk menghitung limit kiri, limit kanan dan limit dua arah dari fungsi $f(x) = \frac{x^2-25}{x-5}$ pada $x = 5$.

```
syms x
f = (x^2-25)/(x-5);

%Limit kanan (x mendekati 5 dari kanan)
limit_kanan = limit(f, x, 5, 'right')

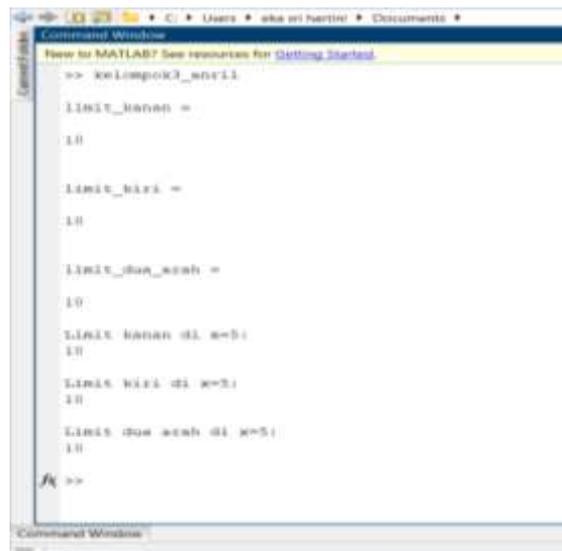
%Limit kiri (x mendekati 5 dari kiri)
limit_kiri = limit(f, x, 5, 'left')

%Limit dua arah (x mendekati 5 dari dua sisi)
limit_dua_arah = limit(f, x, 5)

%Tampilkan hasil
disp('Limit kanan di x=5:');
disp(limit_kanan);
disp('Limit kiri di x=5:');
disp(limit_kiri);
disp('Limit dua arah di x=5:');
disp(limit_dua_arah);
```

Gambar 2. Kode Matlab

Didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 3. Output Matlab

Output Matlab dari fungsi $f(x) = \frac{x^2-25}{x-5}$ pada $x = 5$ menghasilkan nilai limit kiri, limit kanan dan limit dua arah adalah 10, hal ini menjelaskan bahwa hasil eksak dan numerik menggunakan Matlab selaras.

- Hitunglah limit kiri, limit kanan dan limit dua arah dari fungsi berikut dengan menggunakan matlab.

1. $f(x) = \frac{|x|}{x}$
2. $f(x) = \frac{2x}{|x|}$
3. $f(x) = \frac{\sqrt{x-1}}{x-1}$

Penyelesaian dengan matlab:

1. $f(x) = \frac{|x|}{x}$

```
syms x
f=abs(x)/x;

%Limit kanan (x mendekati 0 dari kanan)
limit_kanan = limit(f,x,0,'right')

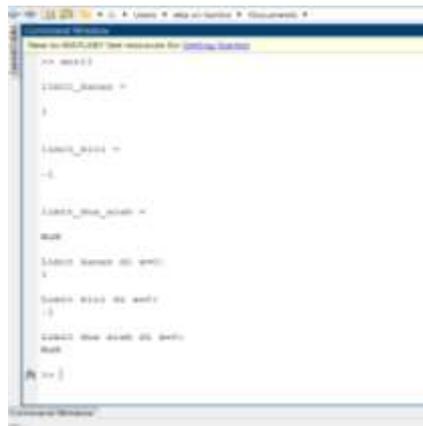
%Limit kiri (x mendekati 0 dari kiri)
limit_kiri = limit(f,x,0,'left')

%Limit dua arah (x mendekati 0 dari dua sisi)
limit_dua_arah = limit(f,x,0)

%Tampilkan hasil
disp('Limit kanan di x=0:');
disp(limit_kanan);
disp('Limit kiri di x=0:');
disp(limit_kiri);
disp('Limit dua arah di x=0:');
disp(limit_dua_arah);
```

Gambar 4. Kode *Matlab*

Didapatkan hasil sebagai berikut:



```

>> abs(x)
limit_kanan =
     1

limit_kiri =
    -1

limit_dua_arah =
    NaN

>> limit_kanan
limit_kanan = 1

>> limit_kiri
limit_kiri = -1

>> limit_dua_arah
limit_dua_arah = NaN

```

Gambar 5. *Output Matlab*

2. $f(x) = \frac{2x}{|x|}$

```
syms x
f= ((2*x)/abs(x));

%Limit kanan (x mendekati 1 dari kanan)
limit_kanan = limit(f,x,1,'right')

%Limit kiri (x mendekati 1 dari kiri)
limit_kiri = limit(f,x,1,'left')

%Limit dua arah (x mendekati 1 dari dua sisi)
limit_dua_arah = limit(f,x,1)

%Tampilkan hasil
disp('Limit kanan di x=1:');
disp(limit_kanan);
disp('Limit kiri di x=1:');
disp(limit_kiri);
disp('Limit dua arah di x=1:');
```

Gambar 6. Kode *Matlab* untuk x mendekati 1

Didapatkan hasil sebagai berikut:



```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.
>> contoh1_anril

limit_kanan =
    2

limit_kiri =
    2

limit_dua_arah =
    2

Limit kanan di x=1:
    2

Limit kiri di x=1:
    2

Limit dua arah di x=1:
    2

>>
```

Gambar 7. Output Matlab untuk x mendekati 1

```
syms x
f = ((2*x)/abs(x));

%Limit kanan (x mendekati -1 dari kanan)
limit_kanan = limit(f,x,-1,'right')

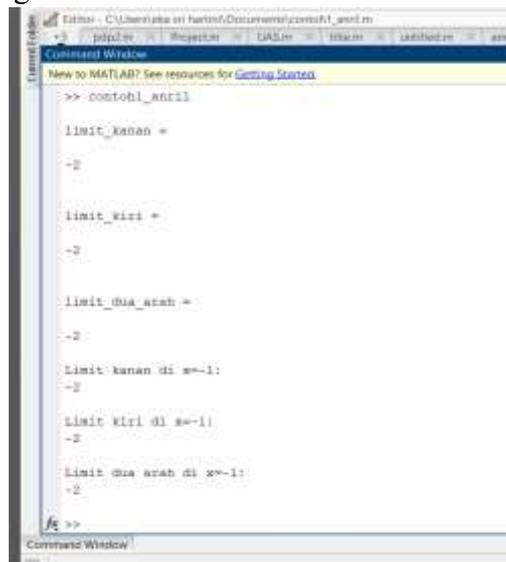
%Limit kiri (x mendekati -1 dari kiri)
limit_kiri = limit(f,x,-1,'left')

%Limit dua arah (x mendekati -1 dari dua sisi)
limit_dua_arah = limit(f,x,-1)

%Tampilkan hasil
disp('Limit kanan di x=-1:');
disp(limit_kanan);
disp('Limit kiri di x=-1:');
disp(limit_kiri);
disp('Limit dua arah di x=-1:');
disp(limit_dua_arah);
```

Gambar 8. Kode Matlab untuk x mendekati -1

Didapatkan hasil sebagai berikut:



```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.
>> contoh1_anril

limit_kanan =
   -2

limit_kiri =
   -2

limit_dua_arah =
   -2

Limit kanan di x=-1:
   -2

Limit kiri di x=-1:
   -2

Limit dua arah di x=-1:
   -2

>>
```

Gambar 9. Output Matlab untuk x mendekati -1

$$3. f(x) = \frac{\sqrt{x-1}}{x-1}$$

```

syms x
f= (sqrt(x-1))/(x-1);

%Limit kanan (x mendekati 1 dari kanan)
limit_kanan = limit(f,x,1,'right')

%Limit kiri (x mendekati 1 dari kiri)
limit_kiri = limit(f,x,1,'left')

%Limit dua arah (x mendekati 1 dari dua sisi)
limit_dua_arah = limit(f,x,1)

%Tampilkan hasil
disp('Limit kanan di x=1:');
disp(limit_kanan);
disp('Limit kiri di x=1:');
disp(limit_kiri);
disp('Limit dua arah di x=1:');
disp(limit_dua_arah);

```

Gambar 10. Kode *Matlab* untuk x mendekati 1

Didapatkan hasil sebagai berikut:



```

>> limit_kanan =
NaN

>> limit_kiri =
NaN

>> limit_dua_arah =
NaN

>> limit_kanan di x=1:
NaN

>> limit_kiri di x=1:
NaN

>> limit dua arah di x=1:
NaN

```

Gambar 11. *Output Matlab* untuk x mendekati 1

```

syms x
f= (sqrt(x-1))/(x-1);

%Limit kanan (x mendekati -1 dari kanan)
limit_kanan = limit(f,x,-1,'right')

%Limit kiri (x mendekati -1 dari kiri)
limit_kiri = limit(f,x,-1,'left')

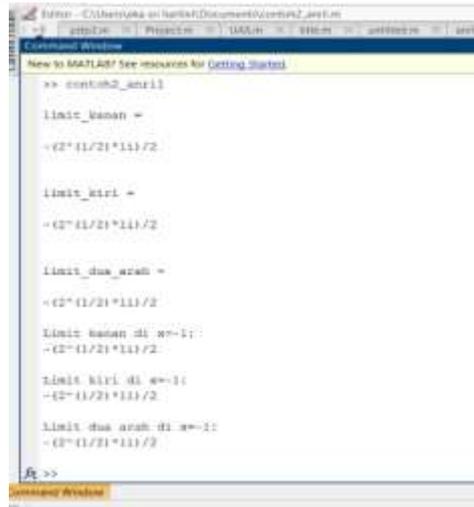
%Limit dua arah (x mendekati -1 dari dua sisi)
limit_dua_arah = limit(f,x,-1)

%Tampilkan hasil
disp('Limit kanan di x=-1:');
disp(limit_kanan);
disp('Limit kiri di x=-1:');
disp(limit_kiri);
disp('Limit dua arah di x=-1:');

```

Gambar 12. Kode *Matlab* untuk x mendekati -1

Didapatkan hasil sebagai berikut:



```
%% contoh2_snr11
limit_kanan =
-(2*(1/2)*11)/2
limit_kiri =
-(2*(1/2)*11)/2
limit_dua_arah =
-(2*(1/2)*11)/2
Limit kanan di x=1:
-(2*(1/2)*11)/2
Limit kiri di x=1:
-(2*(1/2)*11)/2
Limit dua arah di x=1:
-(2*(1/2)*11)/2
```

Gambar 13. Output Matlab untuk x mendekati -1

Berikut adalah penjelasan mengenai sintaks yang digunakan dalam kode MATLAB:

1. ``syms x``

- Fungsi: Mendefinisikan variabel simbolis x di MATLAB. Dengan menggunakan ``syms``, Anda memberi tahu MATLAB bahwa x bukan hanya bilangan tertentu, tetapi variabel yang dapat digunakan dalam operasi simbolik seperti limit, diferensiasi, integrasi, dll.
- Penggunaan: Variabel x dideklarasikan sebagai simbol untuk perhitungan matematika simbolik.

2. ``f = $\frac{x^2-25}{x-5}$ ``

- Fungsi: Mendefinisikan fungsi ($f(x)$) yang berupa persamaan $f(x) = \frac{x^2-25}{x-5}$. Persamaan ini dinyatakan dalam bentuk simbolik menggunakan variabel x .
- Penggunaan: Persamaan ini mendefinisikan fungsi yang akan digunakan dalam perhitungan limit.

3. ``limit(f, x, 5, 'right')``

- Fungsi: Menghitung limit kanan dari fungsi $f(x)$ saat x mendekati 5 dari arah kanan (nilai yang sedikit lebih besar dari 5).
- Penjelasan Sintaks:
 - ``f``: Fungsi yang limitnya dihitung, yaitu $f(x)$.
 - ``x``: Variabel yang digunakan dalam fungsi f dan yang mendekati nilai tertentu.
 - ``5``: Nilai yang akan didekati oleh x .
 - ``right``: Menunjukkan bahwa limit diambil dari arah kanan, yaitu $x \rightarrow 5^+$.
 - Hasil: Ini akan menghitung limit fungsi $f(x)$ saat x mendekati 5 dari kanan.

4. `limit(f, x, 5, 'left')`

- Fungsi: Menghitung limit kiri dari fungsi $f(x)$ saat x mendekati 5 dari arah kiri (nilai yang sedikit lebih kecil dari 5).
- Penjelasan Sintaks:
 - `'left'`: Menunjukkan bahwa limit diambil dari arah kiri, yaitu $x \rightarrow 5^-$.
 - Hasil: Ini akan menghitung limit fungsi $f(x)$ saat x mendekati 5 dari kiri.

5. `limit(f, x, 5)`

- Fungsi: Menghitung limit dua arah dari fungsi $f(x)$ saat x mendekati 5 dari kedua arah (baik dari kiri maupun kanan).
- Penjelasan Sintaks:
 - Tidak ada `'right'` atau `'left'` sebagai argumen tambahan, sehingga MATLAB akan menghitung limit dua arah.
 - Hasil: Ini akan menghitung limit fungsi $f(x)$ saat x mendekati 5 dari kedua arah, jika limit kiri dan kanan sama.

6. `disp()`

- Fungsi: Menampilkan teks atau hasil perhitungan ke Command Window di MATLAB.
- Penggunaan:
 - `disp('Limit kanan di x=5:');`` menampilkan teks "Limit kanan di x=5:" untuk memberi tahu hasil perhitungan limit kanan.
 - `disp(limit_kanan);`` menampilkan hasil perhitungan limit kanan.
 - Sama halnya untuk `disp(limit_kiri);`` dan `disp(limit_dua_arah);``.

Kesimpulan Sintaks:

- ``syms`` mendefinisikan variabel simbolis.
- ``f = ...`` mendefinisikan fungsi yang akan dihitung limitnya.
- ``limit()`` menghitung limit fungsi, baik dari kanan, kiri, atau dua arah.
- ``disp()`` digunakan untuk menampilkan hasil ke layar.

Dengan sintaks ini, kita bisa mengevaluasi dan memverifikasi limit dari fungsi secara simbolis menggunakan MATLAB.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini memberikan pemahaman mendalam tentang efisiensi penggunaan aplikasi MATLAB (Matrix Laboratory) dalam menyelesaikan masalah limit dibandingkan dengan metode manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik perhitungan manual maupun komputasi menggunakan MATLAB menghasilkan nilai yang sama, yaitu limit kiri, kanan, dan dua arah dari fungsi. Hal ini mengindikasikan bahwa perhitungan numerik menggunakan MATLAB sangat akurat dan dapat diandalkan untuk memberikan hasil yang konsisten dengan metode manual. Selain itu, salah satu keunggulan terbesar dari penggunaan MATLAB adalah efisiensi waktu, di mana penyelesaian soal yang secara manual membutuhkan waktu lebih lama dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efisien menggunakan bantuan perangkat lunak ini. Dari segi akurasi, hasil perhitungan komputasi dan manual sama-sama valid, namun keuntungan terbesar dari MATLAB adalah kemampuannya dalam menangani fungsi-fungsi yang lebih kompleks dan menyelesaikan perhitungan dalam skala besar tanpa kesalahan.

Lebih jauh lagi, penelitian ini juga menekankan bahwa penggunaan perangkat lunak komputasi seperti MATLAB dalam pendidikan sangat relevan dan penting, terutama di era digital saat ini. Mahasiswa tidak hanya mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang konsep matematika melalui penyelesaian manual, tetapi juga dapat memahami aplikasi praktis dari konsep-konsep tersebut dengan menggunakan perangkat komputasi. MATLAB menyediakan visualisasi yang lebih interaktif dan solusi yang lebih cepat, memungkinkan mahasiswa untuk belajar dengan lebih efektif. Dalam perhitungan limit, yang kadang-kadang melibatkan prosedur matematis yang rumit, MATLAB tidak hanya mempercepat proses perhitungan, tetapi juga memungkinkan pengecekan hasil yang lebih mudah dan cepat. Dengan demikian, MATLAB tidak hanya membantu dalam menyelesaikan soal, tetapi juga menjadi alat yang penting untuk memverifikasi dan mengevaluasi hasil perhitungan, sehingga meminimalkan potensi kesalahan dalam analisis manual.

Berdasarkan temuan ini, penelitian menyarankan agar perangkat lunak seperti MATLAB lebih banyak digunakan dalam proses pembelajaran matematika, terutama dalam topik-topik yang memerlukan pemahaman mendalam tentang kalkulus, limit, dan fungsi. MATLAB memungkinkan mahasiswa untuk mengeksplorasi berbagai teknik numerik dengan cara yang lebih intuitif dan visual, yang pada gilirannya dapat meningkatkan pemahaman konsep-konsep abstrak matematika. Implementasi perangkat lunak komputasi dalam pendidikan matematika juga dapat mempersiapkan mahasiswa untuk tantangan dunia kerja yang memerlukan keterampilan komputasi canggih. Sebagai tambahan, pengajaran penggunaan MATLAB sebaiknya diintegrasikan lebih dalam di kurikulum, tidak hanya

sebagai alat bantu pengajaran, tetapi juga sebagai bagian inti dari pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan analitis dan komputasi yang penting di berbagai bidang sains dan teknologi.

DAFTAR REFERENSI

- Alipova, B., & Sapargaliyeva, B. (2021, October). MATLAB environment simulation of the flame propagation and concentration limits calculation during burning of combustible gases. In *The 7th International Conference on Engineering & MIS 2021* (pp. 1-5).
- Attaway, D. C. (2022). *MATLAB: A practical introduction to programming and problem solving*. Butterworth-Heinemann.
- Bartle, R. G., & Sherbert, D. R. (2010). *Introduction to real analysis* (4th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Busrah, Z. (2019). *Buku ajar matematika komputasi berbasis pemrograman MATLAB*. Ponorogo: Percetakan KAAFFAH.
- Dwi, K. (n.d.). Laporan praktikum MATLAB (Limit). Diakses dari <https://unej.academia.edu/KhoiriyahDwiYanti> [Diakses pada 11 November 2023].
- Gao, Z., Cao, F., He, C., & Song, T. (2022, April). MATLAB simulation of performance evaluation model of time-frequency analysis method based on SVM. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2246, No. 1, p. 012087). IOP Publishing.
- 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.
- Oberbroeckling, L. A. (2020). *Programming mathematics using MATLAB*. Academic Press.
- 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.
- Santosa, F. H., Bahri, S., & Ibrahim, M. (2018). Pengembangan aplikasi project simulasi limit fungsi menggunakan MATLAB. *Jartika*, 1(2), 80-89.
- Triwijaya, S., & Prasetyo, Y. (2020). Pengaturan batas keamanan sistem aliran daya optimal DC menggunakan metode quadratic. *Jurnal Geuthèë: Penelitian Multidisiplin*, 3(2), 446-452.
- 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.

Wanto, A., Defit, S., & Windarto, A. P. (2021). Algoritma fungsi pelatihan pada machine learning berbasis ANN untuk peramalan fenomena bencana. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 254-264.

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