

Penerapan Metode Secant Dalam Menyelesaikan Persamaan Non Linear

Rika Wulandari^{*1)}, Umi Umara²⁾, Ita Margaretta Br Tarigan³⁾

1. Program Studi Teknik Informatika, Sains & Teknologi, Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Indonesia
2. Program Studi Teknik Informatika, Sains & Teknologi, Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Indonesia
3. Program Studi Teknik Informatika, Sains & Teknologi, Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Indonesia

Article Info

Kata Kunci: Iterasi; Konvergensi; Metode Secant; Persamaan Non-Linear; Solusi Numerik

Keywords: *Convergence; Iteration; Non-Linear Equation; Numerical Solution; Secant Method*

Article history:

Received: 26 Juni 2026

Revised: 29 Juni 2026

Accepted: 02 Juli 2026

Available online: 01 November 2026

DOI:

[10.48144/suryainformatika.v16i2.2487](https://doi.org/10.48144/suryainformatika.v16i2.2487)

* Corresponding author.

Rika Wulandari

E-mail address:

rikaw1754@gmail.com

ABSTRAK

Persamaan non-linear merupakan permasalahan yang kerap dijumpai dalam berbagai bidang ilmu namun tidak dapat diselesaikan secara analitik, sehingga diperlukan pendekatan numerik. Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan Metode Secant dalam menyelesaikan tiga kategori persamaan non-linear, yaitu fungsi polinomial, trigonometri, dan eksponensial, sekaligus mengkaji pola konvergensi dan perilaku kesalahan relatif pada setiap tahap iterasi. Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi komparatif konvergensi Metode Secant terhadap fungsi-fungsi dengan karakteristik kurva dan tingkat nonlinearitas yang berbeda, disertai analisis dinamika kesalahan relatif antar iterasi sebagai indikator kualitatif konvergensi. Metode Secant dipilih karena tidak memerlukan turunan fungsi secara eksplisit, sehingga lebih fleksibel dibandingkan Metode Newton-Raphson. Penyelesaian dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu perhitungan semi-manual berbasis spreadsheet Microsoft Excel dan implementasi program menggunakan Python. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Metode Secant berhasil menemukan akar pada seluruh fungsi uji. Fungsi trigonometri mencapai konvergensi paling cepat dalam 5 iterasi dengan akar $x = 0,739085$, sementara fungsi polinomial dan eksponensial masing-masing memerlukan 7 iterasi dengan nilai akar $x = 1,521380$ dan $x = 0,619061$. Pada fungsi eksponensial ditemukan lonjakan sementara nilai kesalahan relatif pada iterasi ke-2 sebelum akhirnya konvergen, yang berkaitan dengan kecuraman kurva dan jarak nilai awal terhadap akar sesungguhnya. Seluruh nilai kesalahan relatif akhir berada di bawah toleransi 0,0001%. Hasil implementasi program Python identik dengan perhitungan spreadsheet, membuktikan keandalan dan konsistensi Metode Secant pada berbagai tipe fungsi non-linear.

ABSTRACT

Non-linear equations are problems commonly encountered in various fields of science that cannot be solved analytically, thus requiring a numerical approach. This study aims to analyze the application of the Secant Method in solving three categories of non-linear equations — polynomial, trigonometric, and exponential — while examining convergence patterns and relative error behavior at each iteration. The novelty of this research lies in the comparative evaluation of Secant Method convergence across functions with different curve characteristics and degrees of nonlinearity, accompanied by an in-depth analysis of relative error dynamics between iterations as a qualitative convergence indicator. The Secant Method was chosen because it does not require an explicit derivative of the function, making it more flexible than the Newton-Raphson Method. Solutions were obtained through two approaches: semi-manual calculation using a Microsoft Excel spreadsheet and program implementation using Python. Results show that the Secant Method successfully found roots for all test functions. The trigonometric function converged fastest in 5 iterations with a root of $x = 0.739085$, while the polynomial and exponential functions each required 7 iterations with roots $x = 1.521380$ and $x = 0.619061$, respectively. A temporary spike in relative error was observed at the 2nd iteration for the exponential function before convergence was achieved, attributed to the steep slope of the curve near the selected initial values. All final relative error values fell below the 0.0001% tolerance threshold. Python program output was identical to the spreadsheet calculations, confirming the reliability and consistency of the Secant Method across different types of non-linear functions.

1. PENDAHULUAN

Matematika komputasi mengenal berbagai jenis persamaan, salah satunya adalah persamaan non-linear yang kerap muncul dalam penerapan ilmu teknik, fisika, ekonomi, maupun ilmu komputer. Tidak seperti persamaan linear yang penyelesaiannya dapat dilakukan secara langsung melalui prosedur analitik, persamaan non-linear membutuhkan metode pendekatan untuk memperoleh nilai akarnya [1]. Dalam konteks inilah metode numerik berperan penting sebagai alat bantu yang mampu menghasilkan solusi pendekatan secara bertahap melalui proses iterasi [2].

Berbagai metode numerik telah dikembangkan untuk mencari akar persamaan non-linear, di antaranya Metode Biseksi, Metode Regula Falsi, Metode Newton-Raphson, dan Metode Secant. Tiap metode memiliki keunggulan dan keterbatasannya masing-masing dari segi kecepatan konvergensi, persyaratan nilai awal, maupun kemudahan penerapannya [3]. Di antara metode-metode tersebut, Metode Secant termasuk dalam kategori metode terbuka yang tidak mengharuskan perhitungan turunan fungsi, sehingga penerapannya lebih mudah dibandingkan Metode Newton-Raphson terutama pada kasus fungsi yang tidak memiliki turunan yang mudah dihitung [4]. Dari sisi efisiensi iterasi, Metode Secant juga cenderung lebih hemat dibandingkan Metode Biseksi untuk mencapai tingkat akurasi yang sama [5].

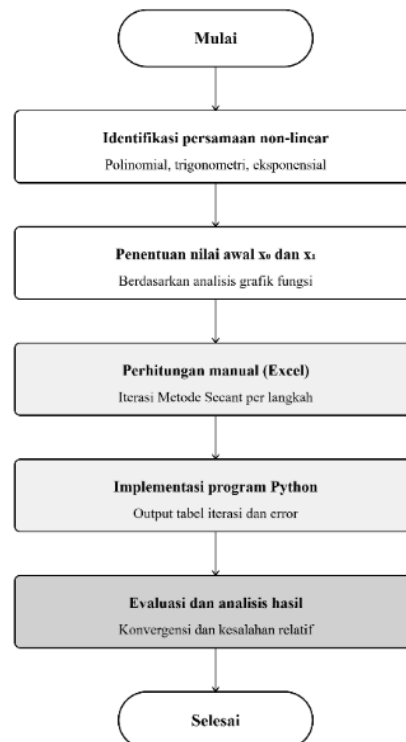
Cara kerja Metode Secant bertumpu pada dua titik pendekatan awal yang digunakan untuk membentuk garis lurus yang memotong sumbu-x. Titik potong yang dihasilkan kemudian dijadikan nilai pendekatan berikutnya, dan proses ini terus berulang sampai nilai yang diperoleh memenuhi syarat toleransi kesalahan yang telah ditetapkan. Metode ini telah terbukti dapat diterapkan secara efektif pada berbagai bentuk persamaan non-linear, baik yang bersifat polinomial, eksponensial, trigonometri, maupun kombinasi keduanya [6].

Sejumlah penelitian telah membahas penerapan Metode Secant pada persamaan non-linear. Erviana dkk. (2023) mengkaji perbandingan kinerja Metode Newton-Raphson dan Metode Secant menggunakan program berbasis Python, dengan hasil bahwa kedua metode menghasilkan tingkat akurasi yang setara dalam jumlah iterasi yang tergolong sedikit [7]. Maure dan Tulan (2024) membandingkan sejumlah metode numerik dalam pencarian akar persamaan non-linear dan menyimpulkan bahwa Metode Secant menunjukkan keunggulan dari sisi jumlah iterasi pada beberapa jenis fungsi tertentu [8]. Rozi dan Rarasati (2022) membuktikan bahwa pendekatan berbasis spreadsheet Excel efektif digunakan untuk menyelesaikan persamaan non-linear secara sistematis [9]. Sementara itu, Maure dkk. (2025) mengimplementasikan Metode Secant pada dua platform berbeda dan memperoleh hasil yang konsisten dengan akurasi tinggi [10].

Meskipun penerapan Metode Secant telah banyak dikaji, sebagian besar penelitian yang ada belum secara eksplisit membandingkan perilaku konvergensi metode ini secara lintas tipe fungsi dengan karakteristik nonlinieritas yang berbeda, maupun menganalisis dinamika kesalahan relatif antar iterasi sebagai indikator kualitas konvergensi. Evaluasi kesalahan relatif di setiap tahap iterasi penting dilakukan karena memberikan gambaran kuantitatif tentang seberapa cepat pendekatan numerik mendekati akar sesungguhnya, sekaligus mendeteksi kemungkinan terjadinya lonjakan sementara yang mengindikasikan sensitivitas metode terhadap pemilihan nilai awal. Atas dasar tersebut, penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan menganalisis penerapan Metode Secant pada tiga tipe fungsi non-linear yang merepresentasikan karakteristik kurva berbeda, mengkaji konvergensi iterasi beserta dinamika kesalahan relatifnya, serta mengevaluasi efisiensi metode melalui dua pendekatan komputasi yang saling memverifikasi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan komputasi numerik dengan menggunakan Metode Secant sebagai metode utama untuk mencari akar dari tiga persamaan non-linear yang dipilih sebagai kasus uji. Proses penyelesaian dilaksanakan melalui dua cara sekaligus, yakni melalui perhitungan bertahap menggunakan Microsoft Excel dan melalui program komputer yang dikembangkan dengan bahasa pemrograman Python [5][7]. Tahapan pelaksanaan penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart alur penelitian

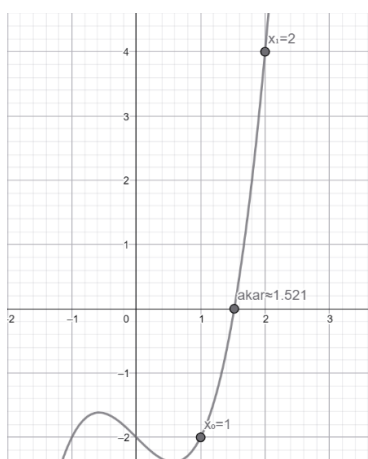
2.1 Persamaan Non-Linear yang Digunakan

Tiga persamaan non-linear yang dijadikan kasus uji dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1. Pemilihan ketiga fungsi didasarkan pada sejumlah pertimbangan: (1) masing-masing fungsi terbukti memiliki akar real yang dapat diverifikasi secara analitik maupun grafis; (2) ketiganya mewakili kategori nonlineartas yang berbeda, yakni polinomial berderajat tiga, trigonometri dengan perilaku osilasi, dan eksponensial dengan pertumbuhan asimetris; (3) karakteristik kurva dan kecuraman fungsi di sekitar nilai akarnya berbeda-beda, sehingga representatif untuk menguji dan membandingkan konvergensi Metode Secant pada kondisi yang beragam; serta (4) ketiga fungsi umum dijumpai dalam permasalahan rekayasa teknik dan sains [1].

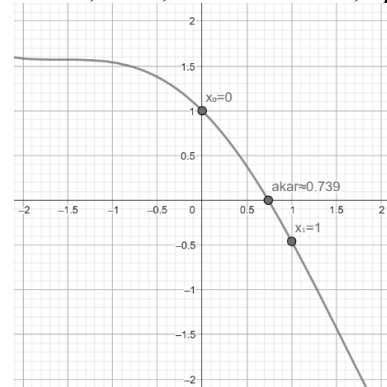
Tabel 1. Persamaan non-linear dan nilai awal

No	Jenis Fungsi	Persamaan	x_0	x_1
1	Polinomial	$x^3 - x - 2 = 0$	1	2
2	Trigonometri	$\cos(x) - x = 0$	0	1
3	Eksponensial	$e^x - 3x = 0$	0	1

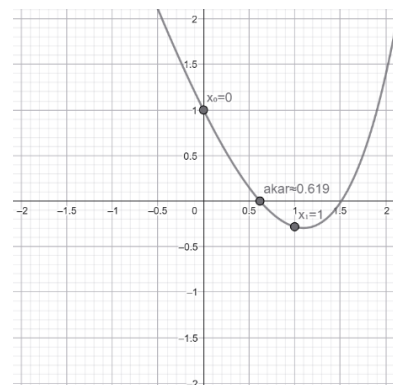
Penetapan nilai awal x_0 dan x_1 mengacu pada hasil analisis grafik masing-masing fungsi uji sebagaimana terlihat pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4. Perlu ditegaskan bahwa Metode Secant merupakan metode terbuka, sehingga tidak mensyaratkan tanda $f(x_0)$ dan $f(x_1)$ yang berlawanan — syarat demikian berlaku pada metode tertutup seperti Biseksi dan Regula Falsi [4]. Pada Metode Secant, pemilihan nilai awal cukup didasarkan pada kedekatan titik tebakan dengan lokasi akar yang diperkirakan dari analisis grafik fungsi, agar proses iterasi dapat dimulai di sekitar daerah yang diperkirakan mengandung akar [4][8].



Gambar 2. Grafik $f(x) = x^3 - x - 2$ untuk penentuan nilai awal $x_0 = 1$ dan $x_1 = 2$



Gambar 3. Grafik $f(x) = \cos(x) - x$ untuk penentuan nilai awal $x_0 = 0$ dan $x_1 = 1$



Gambar 4. Grafik $f(x) = e^x - 3x$ untuk penentuan nilai awal $x_0 = 0$ dan $x_1 = 1$

2.2 Metode Secant

Persamaan iterasi yang digunakan dalam Metode Secant dituliskan pada Persamaan (1) [4][8]:

$$x_{n+1} = x_n - f(x_n) \cdot \frac{x_n - x_{n-1}}{f(x_n) - f(x_{n-1})} \quad (1)$$

dengan x_n merupakan nilai pendekatan pada iterasi ke- n , x_{n-1} merupakan nilai pendekatan pada iterasi sebelumnya, $f(x_n)$ dan $f(x_{n-1})$ secara berturut-turut merupakan nilai fungsi x_n dan x_{n-1} , serta x_{n+1} merupakan nilai pendekatan baru yang dihasilkan dari iterasi tersebut.

Proses iterasi dinyatakan berhenti ketika nilai kesalahan relatif telah memenuhi kondisi pada Persamaan (2) [3]:

$$e_r = \left| \frac{x_{n+1} - x_n}{x_{n+1}} \right| \times 100\% < \varepsilon \quad (2)$$

dengan e_r merupakan nilai kesalahan relatif dan ε merupakan batas toleransi kesalahan yang ditetapkan sebesar 0,0001%. Nilai toleransi ini dipilih karena memberikan tingkat presisi hingga empat angka desimal, yang dinilai memadai untuk mendemonstrasikan konvergensi Metode Secant secara kuantitatif sekaligus cukup ketat untuk membedakan kecepatan konvergensi antar tipe fungsi yang diuji [3][7].

2.3 Perhitungan Semi-Manual Berbasis Spreadsheet

Tahapan perhitungan semi-manual dilaksanakan secara iteratif menggunakan spreadsheet Microsoft Excel dengan merekam nilai x_{n-1} , x_n , $f(x_{n-1})$, $f(x_n)$, x_{n+1} , dan e_r di setiap langkah iterasi sampai kondisi berhenti pada Persamaan (2) terpenuhi [9]. Pendekatan ini disebut semi-manual karena pengguna mengendalikan alur iterasi langkah demi langkah, namun komputasi aritmetika pada setiap sel dilakukan secara otomatis oleh formula spreadsheet, sehingga berbeda dari perhitungan tangan murni. Pengisian tabel dilakukan dengan menyisipkan formula Persamaan (1) pada setiap baris secara berurutan hingga nilai e_r mencapai batas toleransi yang ditetapkan. Hasil tampilan tabel perhitungan pada Microsoft Excel dapat dilihat pada Gambar 5.

Perhitungan Manual Metode Secant — $f(x) = x^3 - x - 2$						
Iterasi	x_0	x_1	$f(x_0)$	$f(x_1)$	x_2	e_r (%)
1	1.000000	2.000000	-2.000000	4.000000	1.333333	50.0000
2	2.000000	1.333333	4.000000	-0.962963	1.462687	8.8435
3	1.333333	1.462687	-0.962963	-0.333339	1.531169	4.4726
4	1.462687	1.531169	-0.333339	0.058626	1.520926	0.6735
5	1.531169	1.520926	0.058626	-0.002693	1.521376	0.0296
6	1.520926	1.521376	-0.002693	-0.000020	1.521380	0.0002
7	1.521376	1.521380	-0.000020	0.000000	1.521380	0.0000
→ Akar ditemukan: $x = 1.521380$ Jumlah iterasi: 7 e_r akhir: 0.0000%						

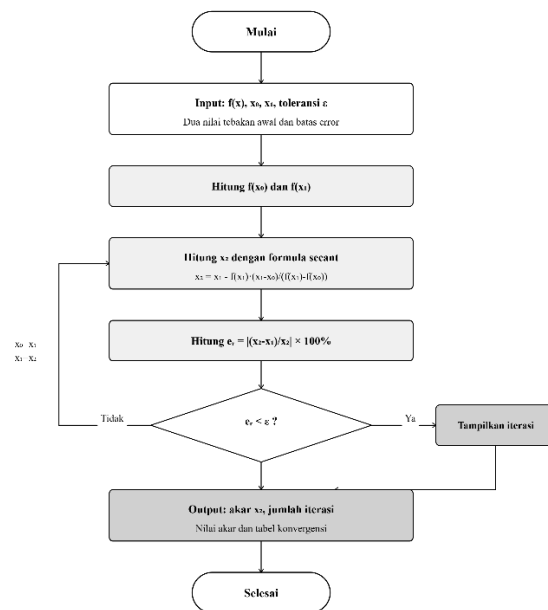
Perhitungan Manual Metode Secant — $f(x) = \cos(x) - x$						
Iterasi	x_0	x_1	$f(x_0)$	$f(x_1)$	x_2	e_r (%)
1	0.000000	1.000000	1.000000	-0.459698	0.685073	45.9698
2	1.000000	0.685073	-0.459698	0.089299	0.736299	6.9572
3	0.685073	0.736299	0.089299	0.004660	0.739119	0.3816
4	0.736299	0.739119	0.004660	-0.000057	0.739085	0.0046
5	0.739119	0.739085	-0.000057	0.000000	0.739085	0.0000
→ Akar ditemukan: $x = 0.739085$ Jumlah iterasi: 5 e_r akhir: 0.0000%						

Perhitungan Manual Metode Secant — $f(x) = e^x - 3x$						
Iterasi	x_0	x_1	$f(x_0)$	$f(x_1)$	x_2	e_r (%)
1	0.000000	1.000000	1.000000	-0.281718	0.780203	28.1718
2	1.000000	0.780203	-0.281718	-0.158694	0.496679	57.0840
3	0.780203	0.496679	-0.158694	0.153218	0.635952	21.9000
4	0.496679	0.635952	0.153218	-0.019037	0.620560	2.4803
5	0.635952	0.620560	-0.019037	-0.001711	0.619040	0.2456
6	0.620560	0.619040	-0.001711	0.000024	0.619061	0.0034
7	0.619040	0.619061	0.000024	0.000000	0.619061	0.0000
→ Akar ditemukan: $x = 0.619061$ Jumlah iterasi: 7 e_r akhir: 0.0000%						

Gambar 5. Tampilan perhitungan manual Metode Secant pada Microsoft Excel

2.4 Implementasi Program

Program Metode Secant dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python 3.10 melalui platform Google Colaboratory (Google Colab). Program ini menerima masukan berupa definisi fungsi $f(x)$, sepasang nilai tebakan awal, serta batas toleransi kesalahan, kemudian mencetak keluaran berupa tabel yang memuat nilai x_n , $f(x_{n-1})$, $f(x_n)$, x_{n+1} , dan e_r di setiap iterasi hingga konvergensi tercapai [7]. Diagram alur program dijelaskan pada Gambar 6, sedangkan hasil keluaran program ditampilkan pada Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9.



Gambar 6. Flowchart program Metode Secant

Gambar 6 menunjukkan alur logika program secara keseluruhan, yang dimulai dari masukan nilai fungsi $f(x)$, sepasang tebakan awal x_0 dan x_1 , serta toleransi ε . Program kemudian menghitung $f(x_0)$ dan $f(x_1)$ sebelum memasuki perulangan. Pada setiap iterasi, nilai x_2 dihitung menggunakan formula Persamaan (1), diikuti pembaruan x_0 dan x_1 , perhitungan ulang $f(x_0)$ dan $f(x_1)$ berdasarkan nilai pendekatan terbaru, serta pengecekan kondisi berhenti berdasarkan e_r . Proses berakhir ketika e_r memenuhi toleransi dan nilai x_1 terakhir dikembalikan sebagai akar pendekatan.

```

=====
METODE SECANT — f(x) = x^3 - x - 2
Nilai awal : x0 = 1, x1 = 2
Toleransi : 0.0001%
=====
Iter  x0      x1      f(x0)    f(x1)    x2      er (%)
-----
1  1.000000  2.000000 -2.000000  4.000000  1.333333  50.000000
2  2.000000  1.333333  4.000000 -0.962963  1.462687  8.843537
3  1.333333  1.462687 -0.962963 -0.333339  1.531169  4.472586
4  1.462687  1.531169 -0.333339  0.058626  1.520926  0.673472
5  1.531169  1.520926  0.058626 -0.002693  1.521376  0.029572
6  1.520926  1.521376 -0.002693 -0.000020  1.521380  0.000223
7  1.521376  1.521380 -0.000020  0.000000  1.521380  0.000000

Konvergen pada iterasi ke-7
Akar      : x = 1.521380
f(x)      : -0.0000000000
Kesalahan rel. : 0.000000%

```

Gambar 7. Output program Python Metode Secant pada $f(x) = x^3 - x - 2$

```

=====
METODE SECANT — f(x) = cos(x) - x
Nilai awal : x0 = 0, x1 = 1
Toleransi : 0.0001%
=====
Iter  x0      x1      f(x0)    f(x1)    x2      er (%)
-----
1  0.000000  1.000000  1.000000 -0.459698  0.685073  45.969769
2  1.000000  0.685073 -0.459698  0.089299  0.736299  6.957179
3  0.685073  0.736299  0.089299  0.004660  0.739119  0.381584
4  0.736299  0.739119  0.004660 -0.000057  0.739085  0.004634
5  0.739119  0.739085 -0.000057  0.000000  0.739085  0.000003

Konvergen pada iterasi ke-5
Akar      : x = 0.739085
f(x)      : 0.0000000000
Kesalahan rel. : 0.000003%

```

Gambar 8. Output program Python Metode Secant pada $e^x - 3x = 0$

```
=====
METODE SECANT - f(x) = e^x - 3x
Nilai awal : x0 = 0, x1 = 1
Toleransi : 0.0001%
=====
Iter  x0      x1      f(x0)    f(x1)    x2      er (%)
-----
1  0.000000  1.000000  1.000000 -0.281718  0.780203  28.171817
2  1.000000  0.780203 -0.281718 -0.158694  0.496679  57.084018
3  0.780203  0.496679 -0.158694  0.153218  0.635952  21.980015
4  0.496679  0.635952  0.153218 -0.019037  0.620560  2.480316
5  0.635952  0.620560 -0.019037 -0.001711  0.619040  0.245561
6  0.620560  0.619040 -0.001711  0.000024  0.619061  0.003399
7  0.619040  0.619061  0.000024 -0.000000  0.619061  0.000004
=====
Konvergen pada iterasi ke-7
Akar      : x = 0.619061
f(x)      : -0.0000000000
Kesalahan rel. : 0.000004%
```

Gambar 9. Output program Python Metode Secant pada $f(x) = e^x - 3x$

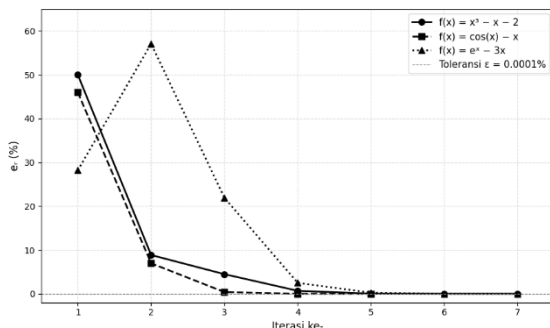
Pseudocode program yang diimplementasikan adalah sebagai berikut:

```
INPUT : f(x), x0, x1, toleransi ε
OUTPUT : akar pendekatan x, jumlah iterasi

1. Hitung f(x0) dan f(x1)
2. WHILE |x1 - x0| / |x1| × 100% ≥ ε DO
    x2 = x1 - f(x1) × (x1 - x0) / (f(x1) - f(x0))
    x0 = x1
    x1 = x2
    Hitung ulang f(x0)
    Hitung ulang f(x1)
    Tampilkan iterasi, x1, f(x1), error
3. OUTPUT x1 sebagai akar pendekatan
```

2.5 Evaluasi

Perbandingan antara hasil perhitungan semi-manual berbasis spreadsheet dan keluaran program Python dilakukan berdasarkan tiga aspek penilaian, yaitu nilai akar yang berhasil ditemukan, banyaknya iterasi yang dibutuhkan hingga konvergen, serta nilai e_r yang dihasilkan pada tiap tahap iterasi [8][10]. Dinamika penurunan nilai e_r dari setiap iterasi pada ketiga fungsi uji divisualisasikan dalam bentuk grafik konvergensi yang ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik konvergensi kesalahan relatif e_r (%) Metode Secant pada tiga fungsi uji

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Metode Secant dilaksanakan pada tiga persamaan non-linear sebagai kasus uji. Seluruh perhitungan dikerjakan secara semi-manual berbasis

spreadsheet menggunakan Microsoft Excel dan diverifikasi melalui program Python dengan batas toleransi kesalahan $\epsilon = 0,0001\%$.

3.1. Hasil Iterasi Fungsi Polinomial

Pengujian Metode Secant pada fungsi $f(x) = x^3 - x - 2$ dengan titik awal $x_0 = 1$ dan $x_1 = 2$ menghasilkan data iterasi yang tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil iterasi Metode Secant pada $f(x) = x^3 - x - 2$

Iterasi	x_0	x_1	$f(x_0)$	$f(x_1)$	x_2	$e_r(\%)$
1	1,000000	2,000000	-	4,000000	1,333333	50,0000
2	2,000000	1,333333	4,000000	-	1,462687	8,8435
3	1,333333	1,462687	-	-	1,531169	4,4726
4	1,462687	1,531169	-	0,058626	1,520926	0,6735
5	1,531169	1,520926	0,058626	-	1,521376	0,0296
6	1,520926	1,521376	-	-	1,521380	0,0002
7	1,521376	1,521380	-	0,000000	1,521380	0,0000

Dari Tabel 2 terlihat bahwa akar fungsi $f(x) = x^3 - x - 2$ berhasil ditemukan pada $x=1,521380$ melalui tujuh tahap iterasi. Keabsahan nilai akar ini dapat dikonfirmasi dengan substitusi langsung ke dalam fungsi: $f(1,521380) = (1,521380)^3 - 1,521380 - 2 \approx 0,0000$, yang membuktikan bahwa nilai tersebut memang merupakan akar sejati fungsi [4]. Nilai e_r mengalami penurunan yang konsisten dari 50,0000% pada iterasi pertama hingga mendekati nol pada iterasi ketujuh. Pola konvergensi yang stabil ini berkaitan dengan bentuk kurva fungsi polinomial berderajat tiga yang bersifat mulus dan monoton di sekitar akarnya, sehingga garis sekan pada tiap iterasi menghasilkan estimasi yang semakin akurat. Turunan pertama $f'(x) = 3x^2 - 1$ bernilai $f'(1,521) \approx 5,94$ di sekitar akar, menunjukkan kemiringan kurva yang cukup tajam dan konsisten — kondisi yang menguntungkan bagi konvergensi metode sekan [7][8].

3.2. Hasil Iterasi Fungsi Trigonometri

Pengujian Metode Secant pada fungsi $f(x) = \cos(x) - x$ dengan titik awal $x_0 = 0$ dan $x_1 = 1$ menghasilkan data iterasi yang tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil iterasi Metode Secant pada $f(x) = \cos(x) - x$

Iterasi	x_0	x_1	$f(x_0)$	$f(x_1)$	x_2	$e_r\%$
1	0,0000 00	1,0000 00	1,0000 00	- 0,4596 98	0,6850 73	45,96 98
2	1,0000 00	0,6850 73	- 0,4596 98	0,0892 99	0,7362 99	6,957 2
3	0,6850 73	0,7362 99	0,0892 99	0,0046 60	0,7391 19	0,381 6
4	0,7362 99	0,7391 19	0,0046 60	- 0,0000 57	0,7390 85	0,004 6
5	0,7391 19	0,7390 85	- 0,0000 57	0,0000 00	0,7390 85	0,000 0

Dari Tabel 3 diperoleh nilai akar $f(x) = \cos(x) - x$ pada $x = 0,739085$ yang tercapai hanya dalam lima tahap iterasi, menjadikannya fungsi yang paling cepat konvergen di antara ketiga fungsi uji. Cepatnya konvergensi ini dapat dijelaskan melalui analisis turunan: $f'(x) = -\sin(x) - 1$ di sekitar akar bernilai $f'(0,739) \approx -1,674$, yang menunjukkan kemiringan kurva yang relatif seragam dan moderat. Kemiringan yang seragam menyebabkan garis sekan pada setiap iterasi menghasilkan proyeksi yang mendekati akar secara konsisten tanpa lonjakan, sehingga e_r turun tajam dari 45,97% langsung menuju 6,96% kemudian 0,38% [7]. Nilai $f(0,739085) = \cos(0,739085) - 0,739085 \approx 0,0000$ mengkonfirmasi keabsahan akar yang ditemukan.

3.3. Hasil Iterasi Fungsi Eksponensial

Pengujian Metode Secant pada fungsi $f(x) = e^x - 3x$ dengan titik awal $x_0 = 0$ dan $x_1 = 1$ menghasilkan data iterasi yang tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil iterasi Metode Secant pada $f(x) = e^x - 3x$

Iterasi	x_0	x_1	$f(x_0)$	$f(x_1)$	x_2	$e_r\%$
1	0,0000 00	1,0000 00	1,0000 00	- 0,2817 18	0,7802 03	28,17 18
2	1,0000 00	0,7802 03	- 0,2817 18	- 0,1586 94	0,4966 79	57,08 40
3	0,7802 03	0,4966 79	- 0,1586 94	0,1532 18	0,6359 52	21,90 00
4	0,4966 79	0,6359 52	0,1532 18	- 0,0190 37	0,6205 60	2,480 3
5	0,6359 52	0,6205 60	- 0,0190 37	- 0,0017 11	0,6190 40	0,245 6

6	0,6205 60	0,6190 40	- 0,0017 11	0,0000 24	0,6190 61	0,003 4
7	0,6190 40	0,6190 61	0,0000 24	0,0000 00	0,6190 61	0,000 0

Dari Tabel 4 diperoleh nilai akar $f(x) = e^x - 3x$ pada $x = 0,619061$ yang tercapai dalam tujuh tahap iterasi. Temuan penting pada fungsi ini adalah lonjakan sementara nilai e_r dari 28,1718% pada iterasi ke-1 menjadi 57,0840% pada iterasi ke-2. Lonjakan ini dapat dijelaskan secara analitis melalui turunan fungsi $f'(x) = e^x - 3$: pada $x = 0$ diperoleh $f'(0) = -2$, sedangkan pada $x = 1$ diperoleh $f'(1) = e - 3 \approx -0,282$. Perbedaan kemiringan yang sangat besar di antara kedua titik awal ini menyebabkan garis sekan pada iterasi pertama menghasilkan estimasi $x_2 \approx 0,780$, yang masih jauh dari akar sesungguhnya. Pada iterasi ke-2, kedua titik $x_0 = 1$ dan $x_1 = 0,780$ keduanya memiliki nilai fungsi negatif, sehingga garis sekan berekstrapolasi lebih jauh ke kiri ke $x_2 \approx 0,497$, yang secara relatif lebih jauh dari $x_1 = 0,780$. Hal inilah yang menyebabkan e_r dihitung menjadi lebih besar pada iterasi ke-2 meskipun iterasi sedang menuju akar yang benar. Setelah iterasi ke-3, konvergensi berjalan lancar dan e_r turun secara konsisten hingga 0,0000% [4][6]. Keabsahan akar dapat dikonfirmasi melalui substitusi langsung: $f(0,619061) = e^{0,619061} - 3(0,619061) \approx 0,000000$, membuktikan bahwa nilai tersebut merupakan akar sejati fungsi.

3.4. Rekapitulasi Hasil Ketiga Fungsi

Perbandingan hasil pengujian Metode Secant pada seluruh fungsi uji dirangkum dalam Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi hasil Metode Secant pada tiga fungsi uji

No	Fungsi	Nilai Akar	Jumlah Iterasi	e_r Akhir(%)
1	$f(x) = x^3 - x - 2$	1,521380	7	0,0000
2	$f(x) = \cos(x) - x$	0,739085	5	0,0000
3	$f(x) = e^x - 3x$	0,619061	7	0,0000

Dari Tabel 5 tampak bahwa Metode Secant mampu menemukan akar pada ketiga fungsi uji dengan nilai e_r akhir yang berada jauh di bawah batas toleransi. Dari sisi kecepatan, fungsi trigonometri membutuhkan jumlah iterasi paling sedikit yakni lima iterasi, sementara fungsi polinomial dan eksponensial masing-masing memerlukan tujuh iterasi. Grafik penurunan nilai e_r pada tiap iterasi untuk seluruh fungsi uji dapat diamati pada Gambar 10.

3.5. Pembahasan

Mengacu pada data yang tersaji di Tabel 2 hingga Tabel 5, Metode Secant menunjukkan kemampuannya dalam menyelesaikan tiga kategori persamaan non-linear

dengan tingkat akurasi yang tinggi. Cepatnya konvergensi pada fungsi trigonometri $f(x) = \cos(x) - x$ berkaitan dengan bentuk kurva fungsi tersebut yang memiliki kemiringan relatif seragam di sekitar nilai akarnya, sehingga estimasi garis sekan pada tiap iterasi lebih mudah mendekati titik potong dengan sumbu- x [7]. Sementara itu, lonjakan nilai e_r yang terjadi pada iterasi ke-2 fungsi eksponensial merupakan dampak dari kecuraman kurva $e^x - 3x$ di sekitar rentang nilai awal, yang menyebabkan estimasi awal garis sekan menghasilkan titik perkiraan yang masih jauh dari akar sebenarnya, meski konvergensi tetap berhasil dicapai pada iterasi berikutnya [4][6].

Keluaran yang dihasilkan program Python pada Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9 sepenuhnya sesuai dengan hasil perhitungan semi-manual berbasis spreadsheet, mengkonfirmasi bahwa program yang dikembangkan telah mengimplementasikan formula Persamaan (1) dengan benar. Kesesuaian ini memperkuat temuan Maure dkk. (2025) yang juga memperoleh hasil serupa pada dua platform komputasi yang berbeda [10]. Secara umum, Metode Secant terbukti sebagai metode numerik yang handal dan efisien untuk penyelesaian persamaan non-linear, terutama pada kasus-kasus di mana turunan fungsi tidak dapat dihitung secara analitik dengan mudah [4][7][8].

Dari sisi efisiensi, Metode Secant membutuhkan rata-rata 6,3 iterasi untuk mencapai toleransi 0,0001% pada ketiga fungsi uji, tanpa sekalipun memerlukan perhitungan turunan fungsi. Ini merupakan keunggulan signifikan dibandingkan Metode Newton-Raphson yang memerlukan $f'(x)$ secara eksplisit — terutama untuk fungsi kompleks yang sulit diturunkan secara analitik — sedangkan dibanding Metode Biseksi jumlah iterasi yang diperlukan umumnya jauh lebih sedikit untuk mencapai akurasi yang setara [5][7][8].

Dinamika penurunan e_r pada seluruh fungsi uji divisualisasikan pada Gambar 10. Dari grafik tersebut terlihat tiga pola konvergensi yang berbeda: fungsi trigonometri menunjukkan penurunan e_r yang paling tajam dan langsung tanpa lonjakan; fungsi polinomial menunjukkan penurunan bertahap yang stabil; sedangkan fungsi eksponensial menunjukkan lonjakan e_r pada iterasi ke-2 sebelum turun drastis pada iterasi berikutnya. Ketiga pola ini mencerminkan pengaruh karakteristik kurva masing-masing fungsi terhadap perilaku Metode Secant, dan sekaligus mengkonfirmasi bahwa lonjakan sementara pada fungsi eksponensial bukan merupakan indikasi kegagalan iterasi, melainkan akibat dari geometri kurva di sekitar nilai awal yang dipilih [4][6][8].

4. KESIMPULAN

Penerapan Metode Secant dalam menyelesaikan persamaan non-linear telah berhasil dilakukan pada tiga fungsi uji dengan karakteristik yang berbeda. Fungsi trigonometri $f(x) = \cos(x) - x$ terbukti konvergen

paling cepat, yakni dalam 5 iterasi dengan akar $x = 0,739085$, didukung oleh kemiringan kurva yang relatif seragam di sekitar akarnya. Fungsi polinomial $f(x) = x^3 - x - 2$ menghasilkan akar $x = 1,521380$ dalam 7 iterasi dengan pola konvergensi yang stabil. Fungsi eksponensial $f(x) = e^x - 3x$ menghasilkan akar $x = 0,619061$ dalam 7 iterasi namun disertai lonjakan sementara nilai kesalahan relatif pada iterasi ke-2 akibat perbedaan kemiringan kurva yang besar di antara titik-titik awal, sebelum akhirnya konvergen dengan baik. Seluruh akar terverifikasi dengan nilai $f(x^*) \approx 0$ dan nilai kesalahan relatif akhir di bawah toleransi 0,0001%. Hasil implementasi program Python identik dengan perhitungan semi-manual berbasis spreadsheet, membuktikan keandalan Metode Secant pada kedua pendekatan tersebut.

Metode Secant terbukti efektif diterapkan pada berbagai jenis persamaan non-linear tanpa memerlukan turunan fungsi secara eksplisit, sehingga berpotensi digunakan dalam penyelesaian permasalahan rekayasa teknik, pemodelan fisika, dan optimasi komputasi yang melibatkan fungsi-fungsi kompleks yang sulit diturunkan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk membandingkan Metode Secant dengan metode numerik lainnya seperti Metode Newton-Raphson dan Metode Regula Falsi secara lebih komprehensif, serta mengkaji pengaruh variasi nilai awal terhadap kecepatan konvergensi dan kemungkinan kegagalan iterasi pada jenis fungsi yang lebih beragam.

REFERENSI

- [1] J. W. Pandia dan I. Sitepu, "Penentuan Akar Persamaan Non Linier Dengan Metode Numerik," *Jurnal Mutiara Pendidikan Indonesia*, vol. 6, no. 2, pp. 122–129, 2021, doi: 10.51544/mutiarapendidik.v6i2.2326.
- [2] R. Wulan, Sukarti, dan Zulkarnaen, "Perbandingan Tingkat Kecepatan Konvergensi dari Metode Newton Raphson dan Metode Secant Setelah Mengaplikasikan Metode Aitken's dalam Perhitungan Akar Pangkat Tiga," *Jurnal Matematika Integratif*, vol. 12, no. 1, 2016, doi: 10.24198/jmi.v12.n1.10282.35-42.
- [3] R. Estuningsih dan Rosita, "Perbandingan Metode Biseksi Dan Metode Newton Raphson Dalam Penyelesaian Persamaan Non Linear," *Jurnal Warta Akab*, vol. 43, no. 2, pp. 21–23, 2019, doi: 10.55075/wa.v43i2.125.
- [4] P. Batarius dan A. A. Sinlae, "Nilai Awal pada Metode Secant yang Dimodifikasi dalam Penentuan Akar Ganda Persamaan Non Linear," *Jurnal Ilmiah Matrik*, vol. 21, no. 1, pp. 22–31, 2019, doi: 10.33557/jurnalmatrik.v21i1.516.
- [5] S. Munawar dkk., "Menguji Keefisienan Metode Newton-Raphson, Metode Secant, dan Metode Bisection dalam Memprediksi Implied Volatilities Saham," *Jurnal Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, 2023, doi: 10.26714/v1i1.11287.

- [6] R. E. Wulan dkk., "Perbandingan Metode Steffensen dan Metode Secant dalam Penentuan Akar-Akar Fungsi Non-Linier Menggunakan PHP," *GeoScienceEd Journal*, vol. 5, no. 3, 2024, doi: 10.29303/goescienceed.v5i3.393.
- [7] B. S. Erviana, Amrullah, T. W. Triutami, dan S. Subarinah, "Efisiensi Penyelesaian Numerik Persamaan Non-Linear dengan Metode Newton Raphson dan Metode Secant Menggunakan Program Software Berbasis Python," *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 8, no. 3, pp. 1719–1729, 2023, doi: 10.23969/jp.v8i3.10964.
- [8] O. P. Maure dan H. Tulan, "Studi Komparasi Beberapa Metode Numerik dalam Mengaproksimasi Akar-Akar Persamaan Non Linear," *Asimtot: Jurnal Kependidikan Matematika*, vol. 6, no. 1, pp. 1–12, 2024, doi: 10.30822/asimtot.v6i01.4008.
- [9] S. Rozi dan N. Rarasati, "Template Metode Numerik pada Excel untuk Menemukan Solusi dari Persamaan Nonlinier," *AXIOM: Jurnal Pendidikan dan Matematika*, vol. 11, no. 1, pp. 33–47, 2022, doi: 10.30821/axiom.v11i1.11254.
- [10] O. P. Maure dkk., "Implementasi Metode Secant dalam Penyelesaian Persamaan Nonlinear Menggunakan Microsoft Excel dan Maple," *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 2025, doi: 10.29303/griya.v5i1.672.