



PERBANDINGAN ESTIMASI VOLATILITAS HARGA OPSI BELI SAHAM APPLE INC. (AAPL) DENGAN METODE *BISECTION* DAN *SECANT*

Nur Ismi Radinasari, Evy Sulistianingsih, Shantika Martha

Program Studi Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura Pontianak
Jln. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, 78124, Kalimantan Barat
Email: evysulistianingsih@math.untan.ac.id

ABSTRACT

Stock price volatility is a measure of how far a stock price moves in a given time. The theory developed by Black-Scholes states that every option price with the same 'underlying asset' and the same time to maturity but with different exercise values will have the same Implied Volatility value. However, this is not always the case in the market. Therefore, it is necessary to estimate volatility known as Implied Volatility, which is considered an appropriate method in estimating volatility values. This study compares the Bisection and Secant methods to estimate the volatility of Apple Inc. (Aapl) stock. This study uses data on the closing price of the stock in the period September 29, 2022 to September 29, 2023. Volatility estimation for the Bisection and Secant methods by determining the initial approximation and limiting it to a maximum of 100 simulations and iteration stops if it has produced a relative error smaller than $e_{tol} = 10^{-3}$. The e_{tol} is an error tolerance limit, the smaller the error tolerance, the more accurate it is. According to the research results, the Bisection method produces an estimated volatility value of 0.498212 at the 9th iteration, while the Secant method produces an estimated value of 0.498590 at the 10th iteration. The Secant method produces a smaller relative error value of 0.000096, indicating that the Secant method is more accurate than the Bisection method.

Keywords: Bisection, Secant, Call, Black-Scholes.

ABSTRAK

Volatilitas harga saham adalah ukuran seberapa jauh harga saham bergerak dalam waktu tertentu. Teori yang dikembangkan oleh *Black-Scholes* menyatakan bahwa setiap harga opsi dengan 'underlying asset' yang sama dan waktu jatuh tempo yang sama tetapi dengan nilai *exercise* yang berbeda akan memiliki nilai *Implied Volatility* yang sama juga. Namun, realita di pasar tidak selalu berlaku dengan ini. Oleh sebab itu, diperlukan perkiraan volatilitas yang dikenal sebagai *Implied Volatility*, yang dianggap sebagai metode yang tepat dalam menaksir nilai volatilitas. Penelitian ini membandingkan metode *Bisection* dan *Secant* untuk mengestimasi volatilitas saham Apple Inc. (Aapl). Penelitian ini menggunakan data harga penutupan saham tersebut pada periode 29 September 2022 hingga 29 September 2023. Estimasi volatilitas untuk metode *Bisection* dan *Secant* dilakukan dengan menentukan hampiran awal serta membatasi dengan maksimal 100 iterasi dan iterasi berhenti jika telah menghasilkan *error* relatif lebih kecil dari $e_{tol} = 10^{-3}$. Adapun e_{tol} merupakan batas toleransi kesalahan, apabila semakin kecil toleransi kesalahan maka metode semakin akurat. Menurut hasil penelitian, metode *Bisection* menghasilkan nilai estimasi volatilitas sebesar 0.498212 pada iterasi ke-9, sedangkan metode *Secant* menghasilkan nilai estimasi sebesar 0.498590 pada iterasi ke-10. Metode *Secant* menghasilkan nilai *error* relatif yang lebih kecil yaitu sebesar 0.000096. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Secant* lebih akurat daripada metode *Bisection* dengan nilai sebesar 0.000500 untuk kasus pada penelitian ini.

Kata kunci: *Bisection*, *Secant*, Saham, *Black-Scholes*.

Received: 26 Januari 2024, Accepted: 28 Juni 2024, Published: 10 Juli 2024

PENDAHULUAN

Investasi adalah penanaman modal untuk mendapatkan keuntungan sebesar mungkin dimasa depan (Hidayati, 2017). Investor, yang memiliki banyak data, dapat memilih untuk melakukan investasi untuk memperoleh *return* (keuntungan) yang ideal di pasar modal. Pasar modal biasanya memperjualbelikan *instrument* keuangan seperti obligasi, saham, dan *derivative* (produk turunan) seperti opsi. Saham Apple Inc. (AAPL) indeks harga saham emiten industri yang berfluktuasi (ketika permintaan suatu saham meningkat, maka harga per sahamnya pun akan meningkat, begitu juga sebaliknya) atau bergerak pada teknologi informasi.

Pada pasar modal, surat berharga atau sertifikat yang bertujuan untuk membuktikan kepemilikan suatu perusahaan adalah saham. Salah satu dari bentuk *derivatif* (produk turunan) saham adalah opsi saham. Opsi saham merupakan kontrak yang menyediakan atau memberikan pemegang opsi berupa hak (bukan kewajiban) untuk dapat membeli (*call option*) ataupun menjual (*put option*) aset dasar (*underlying asset*) berupa saham dengan harga tertentu yang telah ditentukan ketika saat kontrak (*strike price*) pada saat atau sebelum selesainya opsi (*expiration date*) (Maulida dkk. 2019).

Tingkat risiko yang akan dihadapi pada masa depan ditunjukkan oleh volatilitas harga saham. Ketidakpastian tentang imbal hasil saham (*return*) yang dapat dihasilkan sebanding dengan volatilitas harga saham. Pasar memperkirakan pergerakan harga saham di masa depan dengan *Implied Volatility*. Untuk menentukan nilai harga opsi Eropa, volatilitas yang dapat digunakan adalah *Implied Volatility* yang dilakukan dengan membandingkan harga opsi teoritis berdasarkan model *Black-Scholes*, dengan menggunakan harga opsi yang terdapat di pasar (Muflihunallah dkk. 2018). *Implied Volatility* menjadi mekanisme pasar yang diharapkan dengan memilih kontrak opsi yang memiliki tanggal kadaluarsa yang sama (Rahayuni dkk. 2016).

Mengestimasi volatilitas harga saham melalui penggunaan metode *Bisection* dan metode *Secant* karena memiliki berbagai tingkat akurasi. Akurasi metode *Bisection* dan *Secant* dapat diketahui apabila mempertimbangkan jumlah iterasi yang diperlukan untuk konvergen, serta nilai *error* yang dihasilkan (Rahayuni dkk. 2016). Metode *Bisection* dapat digunakan saat mengestimasi *Implied Volatility* dan dapat menentukan solusi dari pencarian akar dalam interval sedangkan Metode *Secant* digunakan dalam mengestimasi *Implied Volatility* yaitu menentukan perkiraan awal dengan tujuan memperoleh solusi masalah sistem persamaan (Rahayuni dkk. 2016).

TINJAUAN PUSTAKA

1. Model *Black-Scholes*

Fisher Black dan Myron Scholes membangun persamaan *Black-Scholes* di tahun 1973 yang dapat digunakan untuk menghitung harga opsi tipe Eropa dengan

menggunakan persamaan diferensial parsial orde kedua (Maulida dkk. 2019). Black dan Scholes menunjukkan bahwa gerak *Brown* geometrik pada tingkat suku bunga dan nilai volatilitas tertentu diikuti pergerakan pada harga saham, berdasarkan kondisi persaingan pasar. Pada saat tertentu, harga saham dapat berubah secara acak dengan pola yang berubah-ubah. Dengan demikian, pergerakan harga saham tersebut dapat digambarkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t \quad (1)$$

Adapun dS_t merupakan harga saham yang berubah diikuti oleh gerak *Brown* geometrik, μ adalah rata-rata saham, dt adalah perubahan sepanjang waktu, σ yang merupakan volatilitas harga saham, dan W_t gerak *Brown* geometrik. Dengan demikian, harga opsi dapat diambil dari pelaku dalam pasar modal yang sebanding pada harga teoritis yang dapat dihitung dengan memanfaatkan persamaan *Black-Scholes* sebagai berikut:

$$C_{obs} = C_{BS}(\sigma) \quad (2)$$

C_{obs} merupakan harga opsi observasi yang didapatkan dari harga pasar yang sebenarnya, dengan S merupakan harga saham (*underlying asset*), T adalah masa jatuh tempo kontrak opsi, K merupakan harga pelaksanaan (*strike price*), σ merupakan volatilitas pada harga saham, dan r yaitu tingkat suku bunga bebas risiko yang digunakan dari Bank Central Amerika. C_{BS} memberikan harga opsi teoritis dari formula *Black-Scholes* sebagai berikut:

$$C_{BS} = S_0 N(d_1) - Ke^{-r(T)} N(d_2) \quad (3)$$

dengan C merupakan nilai opsi beli, $N(d_1)$ merupakan fungsi distribusi kumulatif normal standar dari d_1 , dan $N(d_2)$ yaitu fungsi distribusi kumulatif normal standar dari d_2 . dimana:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (r + 0,5\sigma^2)(T)}{\sigma\sqrt{T}} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} d_2 &= \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (r - 0,5\sigma^2)(T)}{\sigma\sqrt{T}} \quad (5) \\ &= d_1 - \sigma\sqrt{T} \end{aligned}$$

2. Volatilitas Saham

Volatilitas merupakan ukuran seberapa cepat harga saham dapat naik atau turun dengan cepat (Nurfritri Imro'ah, 2019). Investor, menurut prinsip manajemen keuangan, tidak ingin mengambil risiko yang lebih besar jika investor tersebut mendapatkan kompensasi berupa keuntungan (*return*) yang lebih tinggi.

Dalam situasi dimana semua faktor dianggap sama, meningkatnya volatilitas harga saham dapat diprediksi (ditunjukkan oleh variansi atau standar deviasi) sehingga harga opsi juga semakin tinggi (Wibisono, 2016). Dengan tingkat

volatilitas yang lebih tinggi, lebih besar kemungkinan harga saham akan berubah sesuai dengan yang diinginkan. Variansi pada *return* saham adalah salah satu cara untuk menghitung volatilitas sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{S_{Rt}}{\sqrt{\tau}}$$

Estimasi volatilitas yang dikenal sebagai *Implied Volatility* diperlukan karena fakta pasar yang menekankan bahwa ketidakpastian volatilitas terjadi secara acak dan tidak dapat terdeteksi secara langsung (Ferrari dkk. 2023). *Implied Volatility* yang tinggi menunjukkan bahwa pasar mengantisipasi fluktuasi harga saham yang berkelanjutan, sedangkan *Implied Volatility* yang rendah menunjukkan bahwa pasar mengantisipasi perubahan harga saham yang lebih konservatif. Dengan menggunakan formula *Black-Scholes*, fungsi volatilitas dapat digambarkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} f(\sigma) &= C_{obs} - C_{BS}(\sigma) \\ &= C_{obs} - [S_0 N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2)] \end{aligned} \quad (6)$$

3. Error (Galat)

Dalam metode numerik, *error* atau galat adalah variasi yang mengakibatkan perbedaan antara nilai aktual dan dihasilkan dengan metode numerik (Panjaitan, 2017). *Error* dibagi atas beberapa jenis sebagai berikut (Rochmad, 2013):

a. *Error Mutlak*

Error mutlak adalah perbedaan numerik antara nilai aktual dan perkiraan yang didapatkan dari hasil pengukuran atau perhitungan yang didapatkan

Error = Nilai Eksak – Nilai Perkiraan

Jika α^* merupakan hampiran dari nilai α maka *error* mutlak dari α adalah $E = |\alpha - \alpha^*|$ yang menunjukkan selisih antara nilai eksak dan nilai pekiraan.

b. *Error Relatif*

Error relatif merupakan nilai metode yang digunakan dibagi dengan kesalahan absolut dan nilai sebenarnya, karena nilai sebenarnya tidak diketahui

$$e = \frac{E}{A} = \frac{\alpha - \alpha^*}{\alpha} = \frac{Error}{Nilai Eksak}$$

Untuk mencari *error* relatif $|e_r| < e_{tol}$, dapat digunakan Persamaan (7) berikut:

$$|e_r| = |\sigma_{i+1} - \sigma_i| \quad (7)$$

Jumlah iterasi yang dilakukan untuk mencapai ketelitian tertentu dapat digunakan untuk menentukan akurasi dalam metode numerik. Toleransi *error* atau iterasi maksimum adalah cara yang dapat dilakukan untuk menghentikan iterasi. Iterasi akan berhenti apabila hasil *error* relatif lebih kecil dibandingkan dengan *error* yang dibatasi (Rahayuni dkk. 2016).

4. Metode *Bisection*

Metode *Bisection* umumnya mencari nilai solusi yang memiliki *error* terkecil di antara 2 (dua) nilai a dan b (Wigati, 2017) dimana batasan a dan b memberikan nilai kepada $f(\sigma)$ untuk $\sigma_{i-1} = a$ dan $\sigma_i = b$. Metode *Bisection* merupakan metode yang dapat diterapkan untuk menemukan akar dari dasar suatu fungsi yang menghampiri nol (Widianugraha, Maruddani, & Safitri, 2015). Metode *Bisection* diawali dari interval $[x_{i-1}, x_i]$, yang dimana $f(x_{i-1})$ dan $f(x_i)$ menyimpan tanda yang berbeda. Terdapat beberapa tahap menggunakan metode *Bisection* untuk menyelesaikan persamaan fungsi volatilitas yaitu $f(x) = f(\sigma)$, $e_{tol} = 10^{-3}$ dengan $max_iter = 100$ yaitu (Rahayuni dkk. 2016):

1. Tetapkan hampiran awal σ_{i-1} dan σ_i
2. Menentukan hampiran ketiga σ_{i+1} dengan persamaan berikut

$$\sigma_{i+1} = \frac{\sigma_{i-1} + \sigma_i}{2}$$
3. Menghitung $f(\sigma_{i+1})$
4. Menghitung nilai $f(\sigma_{i-1})$ dan $f(\sigma_i)$
5. Untuk mengetahui dimana akar fungsi berada dalam subinterval i maka perlu dilakukan pengecekan atau evaluasi yang akan digunakan pada iterasi selanjutnya
 - a. Jika $f(\sigma_{i-1})f(\sigma_i) < 0$, maka $\sigma_i = \sigma_{i+1}$
 - b. Jika $f(\sigma_{i-1})f(\sigma_i) \geq 0$, maka $\sigma_{i-1} = \sigma_{i+1}$
6. Menghitung $|e_r|$ menggunakan persamaan $|e_r| = |\sigma_{i+1} - \sigma_i|$, $\sigma_{i+1} \geq 0$
7. Melakukan pengecekan
 - a. Jika $|e_r| < e_{tol}$, maka iterasi selesai dengan σ_{i+1} sebagai solusi σ dari fungsi volatilitas $f(\sigma)$
 - b. Jika $|e_r| > e_{tol}$, maka kembali ke langkah 2

5. Metode *Secant*

Metode *Secant* merupakan metode untuk menyederhanakan atau mempermudah perhitungan, yang harus diterapkan bersamaan dengan pendekatan metode Newton-Raphson (Rahayuni dkk. 2016). Adapun prosedur metode Newton-Raphson adalah:

$$\sigma_{i+1} = \sigma_i - \frac{f(\sigma_i)}{f'(\sigma_i)}$$

Untuk dalam hal ini, turunannya dapat dihamperi dengan:

$$f'(\sigma_i) = \frac{f(\sigma_{i-1}) - f(\sigma_i)}{\sigma_{i-1} - \sigma_i}$$

Metode *Secant* dimulai dari hampiran awal σ_{i-1} dan σ_i untuk solusi σ dan dihitung σ_{i+1} sebagai hampiran baru σ .

$$\sigma_{i+1} = \sigma_i - \frac{f(\sigma_i)(\sigma_i - \sigma_{i-1})}{f(\sigma_i) - f(\sigma_{i-1})} \quad (8)$$

Terdapat beberapa tahap menggunakan metode *Secant* untuk menyelesaikan persamaan fungsi volatilitas yaitu $f(x) = f(\sigma)$, $e_{tol} = 10^{-3}$ dengan $max_iter = 100$ yaitu (Rahayuni dkk. 2016):

1. Tetapkan hampiran awal σ_{i-1} dan σ_i
2. Menentukan hampiran baru σ_{i+1} dengan Persamaan (8)
$$\sigma_{i+1} = \sigma_i - \frac{f(\sigma_i)(\sigma_i - \sigma_{i-1})}{f(\sigma_i) - f(\sigma_{i-1})}$$
3. Menghitung nilai $f(\sigma_i)$
4. Menghitung $|e_r|$ dengan persamaan $|e_r| = |\sigma_{i+1} - \sigma_i|$, $\sigma_{i+1} \geq 0$
5. Melakukan pengecekan
 - a. Jika $|e_r| < e_{tol}$, maka iterasi selesai dengan σ_{i+1} sebagai solusi σ dari fungsi volatilitas $f(\sigma)$
 - b. Jika $|e_r| > e_{tol}$, maka kembali ke langkah 2.

METODE PENELITIAN

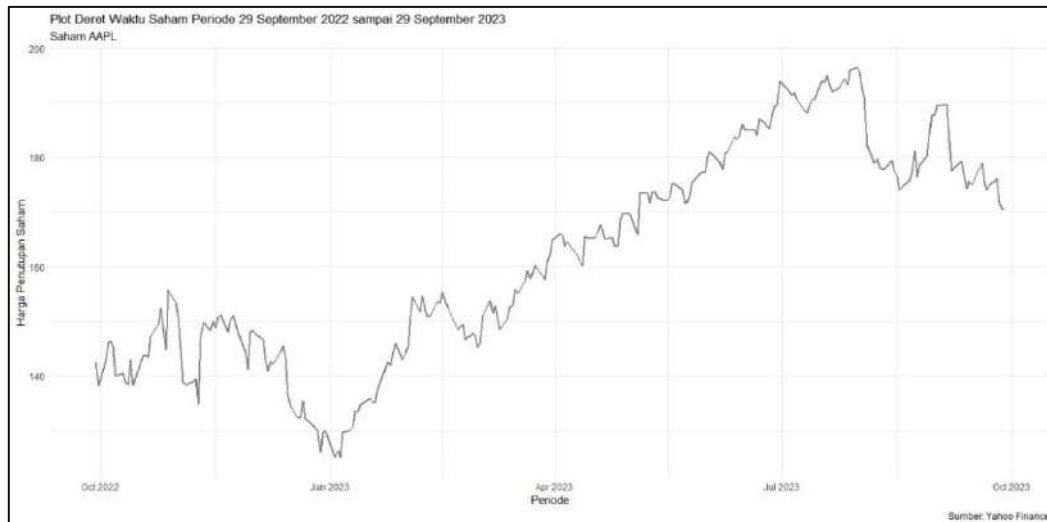
Data sekunder yang digunakan berasal dari indeks harga saham emiten industri yang berfluktuasi (ketika permintaan suatu saham meningkat, maka harga per sahamnya pun akan meningkat, begitu juga sebaliknya) atau bergerak pada teknologi informasi yaitu Apple Inc. (AAPL). Penelitian hanya menggunakan data saham harian pada Apple Inc. (AAPL) pada periode 29 September 2022 hingga 29 September 2023 yang diperoleh dari <http://www.finance.yahoo.com>. Adapun proses dalam mengestimasi volatilitas harga saham pada perusahaan Apple Inc. (AAPL) yaitu sebagai berikut:

1. Mengambil data saham penutupan harian Apple Inc. (AAPL);
2. Menyelesaikan persamaan dari fungsi volatilitas dengan menggunakan metode *Bisection* dan metode *Secant* dengan $f(x) = f(\sigma)$, $e_{tol} = 10^{-3}$ dengan $max_iter = 100$;
3. Membandingkan hasil estimasi volatilitas harga saham menggunakan metode *Bisection* dan *Secant*;
4. Menginterpretasikan volatilitas harga saham pada kedua metode dan membuat kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data harga penutupan saham harian adalah data sekunder yang digunakan pada penelitian ini. Apple Inc. adalah perusahaan yang bergerak dalam merancang, memproduksi dan memasarkan tablet, ponsel pintar, komputer, aksesoris dan perangkat yang dapat dikenakan di seluruh dunia. Data saham yang digunakan adalah data saham Apple Inc. pada periode 29 September 2022 hingga 29 September 2023. Alasan emiten ini dipilih karena memiliki *call option*, kapitalisasi pasar yang besar. Kapitalisasi pasar adalah total nilai pasar dari saham beredar perusahaan yang diperdagangkan secara publik dan umumnya digunakan untuk

menghitung seberapa besar nilai sebuah perusahaan. Analisa saham Apple dilakukan pada penelitian ini karena per Juli 2023 perusahaan tersebut memiliki kapitalisasi pasar yang besar. Dengan demikian, perusahaan tersebut menjadi perusahaan paling bernilai di dunia berdasarkan kapitalisasi pasar yang bergerak dalam bidang jasa teknologi informasi sehingga dirasa tepat untuk dijadikan sampel.



Gambar 1. Plot Harga Penutupan Saham AAPL

Gambar 1 merupakan grafik dari data harga penutupan saham harian Apple Inc. Data tersebut diperoleh dari <http://www.finance.yahoo.com/> dengan jumlah data pada saham sebanyak 251 data, dengan harga saham awal (S_0) yaitu sebesar 171.21. Harga saham Apple Inc. tertinggi mencapai 196.45 pada tanggal 31 Juli 2023 dan harga saham terendah mencapai 125.02 pada tanggal 5 Januari 2023.

Tabel 1. Kontrak Opsi Saham Apple

Contract Name	Strike	Last Price	Implied Volatility
AAPL231006C00130000	130	41	135.16%
AAPL231006C00140000	140	31.35	109.57%
AAPL231006C00150000	150	21.6	79.30%
AAPL231006C00152500	152.5	19.56	74.37%
AAPL231006C00155000	155	17.09	64.21%
AAPL231006C00157500	157.5	13.99	53.61%
AAPL231006C00160000	160	11.5	49.95%
AAPL231006C00162500	162.5	9	53.00%
AAPL231006C00165000	165	6.99	45.12%
AAPL231006C00167500	167.5	4.85	33.15%
AAPL231006C00170000	170	3	28.05%

Dari Tabel 1, peneliti menetapkan harga *strike* (K) yang dianalisis adalah sebesar \$150, tingkat suku bunga bebas risiko (r) sebesar 5,33%, waktu jatuh tempo

(T) yang digunakan adalah 7 hari atau 0,0279 tahun. Selanjutnya, nilai harga observasi *call option* (C_{obs}) adalah sebesar \$21.6.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Iterasi dengan Metode *Bisection*

Iterasi	σ_{i-1}	$f(\sigma_{i-1})$	σ_i	$f(\sigma_i)$	σ_{i+1}	$f(\sigma_{i+1})$	$ e_r $
0	0.280500	0.166825	0.793000	-1.275232	0.536750	-0.092943	0.256250
1	0.280500	0.166825	0.536750	-0.092943	0.408625	0.129180	0.128125
2	0.408625	0.129180	0.536750	-0.092943	0.472688	0.049640	0.064063
3	0.472688	0.049640	0.536750	-0.092943	0.504719	-0.013326	0.032031
4	0.472688	0.049640	0.504719	-0.013326	0.488703	0.020211	0.016016
5	0.488703	0.020211	0.504719	-0.013326	0.496711	0.003961	0.008008
6	0.496711	0.003961	0.504719	-0.013326	0.500715	-0.004553	0.004004
7	0.496711	0.003961	0.500715	-0.004553	0.498713	-0.000264	0.002002
8	0.496711	0.003961	0.498713	-0.000264	0.497712	0.001857	0.001001
9	0.497712	0.001857	0.498713	-0.000264	0.498212	0.000799	0.000500

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa metode *Bisection* menghasilkan 9 iterasi. Pada iterasi ke-0 didapatkan nilai *error* relatif sebesar 0.256250 yang menunjukkan bahwa $|e_r| > e_{tol}$, sehingga iterasi akan diulang. Pada iterasi ke-1 hingga iterasi ke-8 didapatkan nilai mutlak dari *error* relatif yang masih lebih besar daripada e_{tol} , maka iterasi dilanjutkan. Adapun pada iterasi ke-9 menghasilkan bahwa nilai mutlak dari *error* relatif sebesar 0.000500 yang menunjukkan bahwa $|e_r| < e_{tol}$, sehingga iterasi berhenti. Dengan demikian, didapat nilai nilai volatilitas harga saham sebesar 0.498212.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Iterasi dengan Metode *Secant*

Iterasi	σ_{i+1}	$f(\sigma_i)$	$ e_r $
0	0.280500	0.166825	-
1	0.793000	-1.275232	0.512500
2	0.339789	0.161442	0.453211
3	0.390717	0.141852	0.050928
4	0.759479	-1.073816	0.368762
5	0.433746	0.104835	0.325733
6	0.462719	0.065930	0.028972
7	0.511817	-0.029522	0.049098
8	0.496632	0.004127	0.015185
9	0.498494	0.000202	0.001862
10	0.498590	-0.000002	0.000096

Tabel 3 menunjukkan bahwa metode *Secant* menghasilkan 10 iterasi. Pada iterasi awal tidak memiliki nilai *error* relatif sehingga iterasi akan dilanjutkan. Pada iterasi ke-1 hingga iterasi ke-9 diperoleh nilai mutlak dari *error* relatif yang lebih besar daripada e_{tol} , sehingga langkah diulang. Kemudian pada iterasi ke-10 dihasilkan nilai mutlak dari *error* relatif sebesar 0.000096 yang menunjukkan

bahwa $|e_r| < e_{tol}$, sehingga iterasi berhenti serta dihasilkan nilai nilai volatilitas harga saham sebesar 0.498590.

Setelah menghitung iterasi dari tiap metode, selanjutnya membandingkan hasil estimasi volatilitas tersebut. Parameter yang digunakan dalam perbandingan ini yaitu nilai volatilitas, kecepatan dalam iterasi, dan nilai mutlak dari *error* relatif. Hasil perbandingan kedua metode ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Perhitungan

	Metode	
	<i>Bisection</i>	<i>Secant</i>
<i>Implied Volatility</i> (σ)	0.498212	0.498590
Berhenti pada Iterasi ke-	9	10
<i>Error</i> Relatif $ e_r $	0.000500	0.000096

Hasil pada Tabel 4, menunjukkan bahwa metode *Secant* lebih akurat daripada metode *Bisection* karena nilai *error* relatif pada metode *Secant* lebih kecil dibandingkan dengan metode *Bisection* yaitu sebesar 0.000096. Metode *Bisection* membutuhkan minimal 10 kali iterasi ($i = 0$ sampai dengan $i = 9$) dengan menghasilkan nilai *error* relatif sebesar 0.000500. Adapaun metode *Secant* menghasilkan nilai volatilitas sebesar 49.8590%. Volatilitas yang lebih tinggi berarti risiko kenaikan harga saham yang lebih tinggi atau risiko penurunan harga saham yang lebih tinggi. Jika ada risiko penurunan, pembeli opsi beli akan melepaskan preminya (harga yang dibayarkan oleh pembeli opsi kepada penjual opsi). Ketika ada risiko naik, pembeli opsi akan memperoleh keuntungan.

Dengan *Implied Volatility* yang lebih tinggi, dapat diperkirakan pergerakan harga opsi yang lebih besar di masa depan. Ketika volatilitas meningkat, harga semua opsi yang mendasarinya cenderung meningkat karena peluang semua opsi menghasilkan uang juga akan meningkat. Dengan demikian, hasil estimasi metode *Secant* yang menghasilkan nilai *Implied Volatility* yang lebih tinggi daripada metode *Bisection* memiliki arti bahwa metode *Secant* lebih menghasilkan premi opsi yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa data saham Apple Inc. (AAPL) dengan periode 29 September 2022 hingga 29 September 2023 terdapat 251 hari jumlah perdagangan menggunakan metode *Bisection* dan *Secant* yang digunakan untuk mengestimasi *Implied Volatility* saham dengan hampiran awal 0.2805 dan hampiran kedua 0.7930 untuk metode *Bisection* dan *Secant* menghasilkan nilai *Implied Volatility* yang tidak jauh berbeda. Metode *Bisection* menghasilkan *Implied Volatility* sebesar 49.8212% yang nilainya lebih besar daripada *Implied Volatility* pasar modal, sedangkan metode *Secant* menghasilkan 49.8590% yang nilainya lebih besar daripada *Implied Volatility* pasar modal. Metode *Secant* konvergen pada iterasi ke-10 dan menghasilkan nilai atau

tingkat *error* relatif yang lebih kecil dibandingkan metode *Bisection* yaitu sebesar 0.000096. Oleh karena itu, metode *Secant* lebih akurat daripada metode *Bisection*. Sehingga metode ini dapat dipergunakan dalam menaksir nilai *Implied Volatility* dan dapat dipergunakan sebagai acuan untuk pengambilan suatu keputusan di pasar modal.

REFERENSI

- Agatra, D. F., Razaq, M. F., Sari, Y. F., Tyasari, T., & Akhmad, F. (2023). Menguji Keefisienan Metode Newton-Raphson, Metode Secant, dan Metode Bisection dalam Memprediksi Implied Volatilities Saham PT. Bank Central Asi Tbk. *Jurnal Komputer dan Teknologi Informasi*. Vol. 1(1), 1-7. doi:10.26714/v1i1.11287
- Batarius, P., & Sinlae, A. A. (2019). Nilai Awal pada Metode Secant yang Dimodifikasi dalam Penentuan Akar Ganda Persamaan Non Linear. *Jurnal Ilmiah Matrik*. Vol. 21(1), 22-31.
- Hidayati, A. N. (2017). Investasi: Analisis dan Relevansinya dengan Ekonomi Islam. *Jurnal Ekonomi Islam*. Vol. 8(2), 227-242. Retrieved from <http://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/malia>
- Karami, R. A. (2019). Pengaruh Return Saham Terhadap Volatilitas Return Saham dengan Membandingkan Saham Sebelum Masuk dan Setelah Masuk di ISSI.
- Maulida, V., Siswanah, E., & Nisa, E. K. (2019). Penentuan Harga Opsi Tipe Eropa dengan Model Binomial. Vol. 1(1), 65-72. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.21580/square.2019.1.1.4111>
- Muflihunallah, M., Dharmawan, K., & Asih, N. M. (2018). Estimasi Nilai Implied Volatility Menggunakan Simulasi Monte Carlo. *E-Jurnal Matematika*. Vol. 7(3), 239-245. doi:<https://doi.org/10.24843/MTK.2018.v07.i03.p209>
- Pratiwi, N., Sulistianingsih, E., & Imro'ah, N. (2019). Penggunaan Metode Greeks Black Scholes untuk Analisis Sensitivitas Harga Opsi Beli Eropa. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*. Vol. 8(2), 363-370.
- Rahayuni, I. A., Dharmawan, K., & Harini, L. P. (2016). Perbandingan Keefisien Metode Newton-Raphson, Metode Secant, dan Metode Bisection dalam Mengestimasi Implied Volatility Saham. *E-Jurnal Matematika*. Vol. 5(1), 1-6.
- Rochmad. (2013). Aplikasi Metode Newton-Raphson untuk Menghampiri Solusi Persamaan Non Linear. *Jurnal MIPA*. Vol. 2, 193-200. Retrieved from <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JM>
- Wibisono, P. D. (2016). Analisis Hubungan Antara Tingkat Harga Saham dengan Tingkat Indikator Kesehatan Bank Indonesia. 1-12.
- Widianugraha, M. S., Maruddani, D. A., & Safitri, D. (2015). Valuasi Compound Option Put on Call Tipe Eropa pada Data Saham Facebook. *Jurnal Gaussian*. Vol. 4(2), 355 - 364. Retrieved from <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>

- Widyawati, Satyahadewi, N., & Sulistianingsih, E. (2013). Penggunaan Model Black-Scholes untuk Penentuan Harga Opsi Jual Tipe Eropa. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*. Vol. 2(1), 13-20.
- Yanti, N. I., & Haryono, N. A. (2017). Pengaruh Kebijakan Alokasi Aset, Pemilihan Saham dan Tingkat Risiko Terhadap Kinerja Reksadana Campuran Periode 2010-2014. *Jurnal Ilmu Manajemen*. Vol. 5(4), 1-9.