Jurnal Komputer dan Teknologi Informasi
Vol. 1, No. 1, Januari 2023, pp. 8~12
ISSN: 2986-7592, 10.26714/.v1i1.11787

Analisis Keefisienan Metode Newton-Raphson, Metode Secant, dan Metode Bisection dalam Mengestimasi Implied Volatilities Saham Apple Inc., Aapl.

Hasbi Ardianto Pratama[1], Fajar Bima Laksono[2], Muhammad Muza'in[3], Muhammad Hannan Isnaen[4]
[1,2,3,4]Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diterima, 13 September 2022
Revisi, 4 Desember 2022
Disetujui, 31 Januari 2023

Article History:

Recevied, September 13 2022
Revised, December 4 2022
Accepted, January 31 2023

Kata kunci:

Black-Scholes
Volatilitas
Metode Newton-Raphson
Metode Secant
Metode Bisection

ABSTRAK

Model Black-Scholes menyatakan bahwa volatilitas seumur hidup suatu opsi diketahui dengan pasti, tetapi realitas pasar menunjukkan hal ini tidak benar. Oleh karena itu, diperlukan perkiraan volatilitas yang disebut volatilitas tersirat, yang dianggap sebagai cara yang tepat untuk menaksir nilai volatilitas. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan keefisienan metode Newton-Raphson, metode Secant, dan metode Bisection dalam mengestimasi volatilitas saham Apple Inc. (AAPL). Hasilnya menunjukkan bahwa volatilitas tersirat yang diperkirakan oleh ketiga metode tersebut sama, tetapi metode Newton-Raphson memiliki kinerja terbaik dengan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan metode lainnya, kesalahan relatif terkecil, dan lebih unggul daripada metode Secant dan Bisection.

ABSTRACT

The Black-Scholes model states that the lifetime volatility of an option is known with certainty, but market reality shows this is not true. Therefore, an estimate of volatility called implied volatility is required, which is considered an appropriate way to estimate the value of volatility. This study aims to compare the efficiency of the Newton-Raphson method, Secant method, and Bisection method in estimating the volatility of Apple Inc. (AAPL) stock. The results show that the implied volatility estimated by the three methods are similar, but the Newton-Raphson method has the best performance with faster time compared to the other methods, the smallest relative error, and superior to the Secant and Bisection methods..

Penulis Korespondensi:

Hasbi Ardianto Pratama
Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang
Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kedungmundu No. 18, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia
Email: pratamahasbi827@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pilihan merupakan salah satu instrumen investasi yang ditawarkan di pasar modal kepada investor. Model Black-Scholes, yang dikembangkan oleh Myron Scholes dan Fischer Black pada tahun 1973, memberikan solusi untuk menentukan harga opsi panggilan dan opsi put yang tidak membayar dividen. Model Black-Scholes menganggap bahwa volatilitas opsi adalah tetap atau konstan selama masa jatuh tempo opsi yang diketahui. Namun, realitas pasar menunjukkan bahwa volatilitas bergerak secara acak dan tidak dapat diamati secara langsung, sehingga diperlukan estimasi volatilitas yang disebut volatilitas tersirat. Volatilitas tersirat adalah volatilitas yang diharapkan dari mekanisme pasar dengan memilih kontrak opsi dengan tanggal kadaluwarsa yang sama. Menurut Black dan Scholes, harga saham mengikuti gerakan Brown geometris dengan tingkat bunga dan tingkat volatilitas tertentu. Pergerakan harga saham dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$dSt = \mu S_t\, dt + \sigma S_t\, dW_t \tag{1}$$

dengan
dSt : perubahan harga saham yang mengikuti gerak Brown geometric
μ : rata-rata dari pengembalian saham
dt : perubahan waktu
σ : nilai volatilitas
W_t : gerak Brownian

Menurut Lee [3], pada kondisi pasar yang ideal, tidak seharusnya terdapat peluang arbitrase. Dengan kata lain, pelaku pasar modal menganggap bahwa harga opsi di pasar modal sesuai dengan harga teoritis yang dihitung menggunakan rumus Black-Scholes, atau dapat dianggap demikian.

$$Cobs = C_{BS}(\sigma) \tag{2}$$

Dengan rumus $Cobs$ harga opsi dianggap berdasarkan harga pasar aktual, dan metode bisection dimulai dengan sebuah interval $[x_{i-1}, x_i]$ dimana $f(x_{i-1})$ dan $f(x_i)$ berbeda tanda (Mathews [4]). Metode bisection adalah metode pencarian akar yang secara sistematis mengurangi sebagian interval pertama untuk memilih titik yang tepat.

$$x_{i+1} = \frac{x_{i-1} + x_i}{2} \tag{3}$$

Kemudian dianalisis kemungkinan yang bisa timbul:

a. Jika $f(x_{i-1})$ dan $f(x_{i-1})$ berbeda tanda, akar terletak di $[x_{i-1}, x_{i+1}]$
b. Jika $f(x_{i+1})$ dan $f(x_i)$ berbeda tanda, akar terletak di $[x_{i+1}, x_i]$
c. Jika $f(x_{i+1})$ = 0, diperoleh bahwa akar pada $x = x_{i+1}$

Jika interval yang diperoleh dari kasus (a) atau (b) merupakan setengah dari interval pertama yang mengandung akar, maka separuh interval tersebut dapat dikurangi dengan proses yang sama. Proses selanjutnya akan ada separuh interval baru yang diberi nama $[x_{i-1}, x_i]$ dan proses diulang hingga $|e_r| < e_{tol}$. Jika kasus (iii) terjadi, maka akar adalah x_{i+1}

2. METODE DAN PEMBAHASAN

2.1 Metode *Bisection*

Penerapan metode Biseksi dalam menaksir nilai volatilitas implied dilakukan, pertama-tama dengan menetapkan dua taksiran volatilitas yaitu σ high dan σ low . Kemudian nilai hampiran untuk σ didapat dengan melakukan iterasi berulang-ulang. Algoritma Biseksi untuk menghitung nilai taksiran *implied volatility* adalah sebagai berikut:

Kode Program:

```
function hasil=VolPutBagiDua(S0,K,Pp,r,tau,tol)
% Input: S0, K=vektor strike price, Pp=vektor harga opsi menurut
% pasar, r, tau, tol=toleransi galat
% Output: matriks [K C]
hasil=[];
for i=1:length(K)
        a=0.001; b=0.5; % Batas awal kiri dan kanan untuk sigma
        [Ca,vegaCa,Pa]=opsiEropa(S0,K(i),r,tau,a);
        [Cb,vegaCb,Pb]=opsiEropa(S0,K(i),r,tau,b);
        Fa=Pa-Pp(i); Fb=Pb-Pp(i); % Nilai fungsi F untuk batas sigma
% Kondisi dimana domain tidak memuat penyelesaian,maka
% domain diperbaiki dengan mengambil interval di kanannya.
        while sign(Fa)*sign(Fb)>0
                a=b; b=a+0.5;
                [Ca,vegaCa,Pa]=opsiEropa(S0,K(i),r,tau,a);
                [Cb,vegaCb,Pb]=opsiEropa(S0,K(i),r,tau,b);
```

```
                Fa=Pa-Pp(i); Fb=Pb-Pp(i);
        end
    % Memeriksa apakah lebar interval yang memuat penyelesaian
    % sudah lebih kecil dari toleransi yang diinginkan.
        while b-a>=tol
                sigma=(a+b)/2;
                [Ca,vegaCa,Pa]=opsiEropa(S0,K(i),r,tau,a);
                [Cs,vegaCs,Ps]=opsiEropa(S0,K(i),r,tau,sigma);
                Fa=Pa-Pp(i); Fs=Ps-Pp(i);
    % Memperkecil interval yang memuat penyelesaian:
                if sign(Fa)*sign(Fs)<=0
                        bts_ki=a; bts_ka=sigma;
                else
                        bts_ki=sigma; bts_ka=b;
                end
        a=bts_ki; b=bts_ka;
        end
    hasil=[hasil; K(i) sigma];
    end
```

2.2 Metode Newton Rapshon

Dalam metode *Newton-Raphson* yang digunakan untuk menaksir nilai volatilitas implied diperlukan taksiran awal volatilitas dan turunan pertama dari fungsi volatilitas.

$$f(\sigma) = C_{obs} - C_{BS}(\sigma) \tag{4}$$

maka turunan pertama dari f adalah:

$$f'(\sigma) = -\frac{\partial C_{BS}(\sigma)}{\partial \sigma} \tag{5}$$

Algoritma secara lengkap adalah sebagai berikut:

Kode Program:

```
    function hasil=VolCallNewton(S0,K,Cp,r,tau,tol)
    % Input: S0, K=vektor strike price, Cp=vektor harga opsi menurut
    % pasar, r, tau, tol=toleransi galat
    % Output: matriks [K C]
    hasil=[];
    for i=1:length(K)
        sigma0=sqrt(2*abs((log(S0/K(i))+r*tau)/tau));
        sigma=sigma0;
        del=1; % galat awal agar iterasinya berjalan
        while del>=tol
                [C,vegaC,~]=opsiEropa(S0,K(i),r,tau,sigma);
                del=(C-Cp(i))/vegaC;
                [C,vegaC,~]=opsiEropa(S0,K(i),r,tau,sigma);
                del=(C-Cp(i))/vegaC;
                sigma=sigma-del;
                del=abs(del);
        end
        hasil=[hasil; K(i) sigma];
    end
```

2.3 Metode *Secant*

Metode *Secant* merupakan perbaikan dari metode regula-falsi dan newton raphson dimana kemiringan dua titik dinyatakan sacara diskrit, dengan mengambil bentuk garis lurus yang melalui satu titik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dipilih data saham Apple inc., AAPL, yang diambil pada tangga 15 Nov 2022 untuk mengilustrasikan penghitungan implied volatiliy. Data tersebut diperoleh dari website : https://www.barchart.com/stocks/quotes/AAPL/options?expiration=2022-11-11-w

Table 1. Hasil dari ketiga Metode

	calls			Puts		
Strike	Newton	*Bisection*	*Secant*	Newton	*Bisection*	*Secant*
139	NaN	0.85	0.9177	NaN	0.1672	0.886
140	NaN	0.7662	0.8209	NaN	0.163	0.789
141	NaN	0.679	0.7411	NaN	0.1554	0.709
142	NaN	0.5974	0.6317	NaN	0.1565	0.5993
143	0.0961	0.5188	0.5319	NaN	0.1529	0.4996
144	0.1083	0.4408	0.429	NaN	0.1458	0.3967
145	0.1103	0.3634	0.3567	NaN	0.1462	0.324
146	0.1143	0.2927	0.2666	NaN	0.1468	0.2341
147	0.1218	0.231	0.1822	NaN	0.1454	0.1498
148	0.121	0.1671	0.0905	0.0990.	0.1445	0.0598

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, estimasi *Implied Volatility* saham menggunakan metode *Newton-Raphson*, metode *Bisection* dan dan metode *Secant*. Pada nilai Calls metode *Bisection* memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan metode *Newton-Rapshon* dan metode *Secant* dengan nilai yaitu 0.1671, sedangan perbandingan metode *Newton-Raphson* dan metode *Secant*, metode *Secant* memiliki nilai lebih kecil yaitu 0.0905 dan menjadi yang terkecil diantara metode *Bisection* dan metode *Newton-Raphson*. Pada nilai Puts metode *Bisection* memiliki nilai tertinggi yaitu 0.1445, dibandingkan dengan metode *Newton-Rapshon* dan metode *Secant*, sedangkan metode *Secant* memiliki nilai lebih kecil yaitu 0.0598 dan menjadi yang terkecil diantara metode *Bisection* dan metode *Newton-Raphson*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Aedegaard & Bernt, A., 1999, Financial Numerical Recipes (in C++), (http://finance.bi.no/~bernt/)
[2] Barchart, 2022, Apple Inc (AAPL), Chicago, AAPL - Apple Stock Options Prices - Barchart.com
[2] Black, F. & Scholes, M., 1973. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. The Journal of Political Economy, 81(3), PP. 637-659.
[3] Broverman, 2001, Option Pricing and Implied Volatility, (http://www.utsat.toronto.edu/pub/sam/)
[4] Cao, Xi, 2005, Computation of Implied Dividend Based on Option Market Data, (http://ta.twi.tudelft.nl/users/oosterle/) .
[5] Changiagi, Andrea., 2000. Implied Volatility Estimation using Adjoint Monte Carlo Methods.
[6] Dharmawan, Komang & Widana, I Nyoman., 2011. Aplikasi Algoritma Biseksi dan Newon-Raphson dalam Menaksir Nilai Volatilitas Implied. Jurnal Matematika Vol. 2 No. 1, Desember 2011. ISSN: 1693-1394.
[7] Higham & Desmond, J., 2004, An introduction to Financial Option Valution, Cambridge University Press.
[8] Lee, Roger. W., 2002. Implied Volatility: Statics, Dynamics, and Probabilitic Interpretation. Recant Advances in Applied Probability 2005, pp. 241-268.
[9] Mathews, John H., 1992. Numerical Methods. For Mathematics, Science, and Engineering. Second edition. USA: Prentice-Hall International, Inc.