

ANALISIS METODE *BLACK-SCHOLES* DAN *MONTE CARLO* TERHADAP PENENTUAN OPSI JUAL EROPA

Febi Fortuna Megis¹, Arnellis²

^{1,2}.Prodi Matematika,Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan dan Alam Universitas Negeri Padang (UNP)

Article Info

Article history:

Received October 25, 2022

Revised November 23, 2022

Accepted December 15, 2022

Keywords:

Put Option

Black-Scholes

Monte Carlo

Kata Kunci:

Opsis Jual

Black-Scholes

Monte Carlo

ABSTRACT

Managing the risks that will occur when investing, things that can be done by trading options. Stock options are used as a means of protection against stock price volatility. Option price calculations are performed using two methods, namely the Black-Scholes method and the Monte Carlo method. The purpose of this study is to determine the best method for determining option values. This research is basic research. The data used is the daily closing price of the pharmaceutical industry's shares in the New York Stock Exchanges (NYSE), namely Astra Zeneca and Abbott Laboratorie, the Dow Jones stock index, namely Pfizer Inc., Merck & Co Inc., and Johnson & Johnson for the period August 2022 to November 2022 with a maturity of three months. The results of the research show that the Price Absolute Error (PAE) is 18.75% or 0.1875 for the Black-Scholes method and 11.66% or 0.1166 for the Monte Carlo method, thus showing that the Monte Carlo method is more accurate than the Black-Scholes method for determining options. selling Europe.

ABSTRAK

Mengelola resiko yang akan terjadi saat berinvestasi, hal yang dapat dilakukan dengan memperjualbelikan opsi. Opsi saham digunakan sebagai sarana perlindungan terhadap ketidakpastian harga saham. Perhitungan harga opsi dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu metode *Black-Scholes* dan metode *Monte Carlo*. Tujuan penelitian ini merupakan untuk menentukan metode terbaik dalam menentukan nilai opsi. Penelitian ini merupakan penelitian dasar. Data yang digunakan adalah harga penutupan saham harian industri farmasi pada tergabung dalam New York Stock Exchanges (NYSE) yaitu Astra Zeneca dan Abbott Laboratorie, Indeks saham Dow Jones yaitu Pfizer Inc., Merck & Co Inc., dan Johnson & Johnson periode Agustus 2022 hingga November 2022 dengan waktu jatuh tempo tiga bulan. Hasil dari penelitian menunjukkan *Price Absolute Error* (PAE) sebesar 18,75% atau 0.1875 untuk metode *Black-Scholes* dan sebesar 11,66% atau 0.1166 untuk metode *Monte Carlo*, sehingga menunjukkan metode *Monte Carlo* lebih akurat dari metode *Black-Scholes* untuk penentuan opsi jual Eropa.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Febi Fortuna Megis

(Febi Fortuna Megis)

Prodi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar barat, Padang Utara, Padang, 25171
Email: fmegis@gmail.com

Padang, Sumatera Barat



1. PENDAHULUAN

Investasi yaitu kegiatan penanaman modal pada saat ini, bertujuan menghasilkan keuntungan di masa depan. Investasi berupa aset dimaksudkan untuk mendapat keuntungan di masa depan atas imbalan waktu dan risiko yang terjadi dalam berinvestasi [1]. Opsi merupakan salah satu instrumen derivatif, yaitu perjanjian dua belah pihak yang terkait untuk membeli atau menjual saham pada harga dan tanggal yang telah ditentukan [2].

Opsi saham bertujuan untuk sarana perlindungan nilai terhadap ketidakmenentuan harga saham sehingga resiko dapat diminimalisir sehingga dapat mengoptimalkan keuntungan. Perdagangan opsi di era sekarang banyak dilakukan oleh para investor karena banyak memiliki keuntungan, yaitu Beberapa investor memilih opsi perdagangan untuk tujuan spekulatif, Investor bisa mendapatkan keuntungan dari kemampuan untuk memprediksi tren penurunan harga saat mempertimbangkan untuk membeli opsi jual. Dan juga, harga dari opsi beli atau jual biasanya cenderung rendah dari harga saham, jadi lebih sedikit uang yang dibutuhkan untuk memperdagangkan opsi jual atau beli.

Pada penentuan opsi saham terdapat bermacam metode yang digunakan diantaranya yaitu model Black-Scholes. Pada 1973 Fisher Black dan Mayor Scholes adalah orang pertama yang mengusulkan formula yang tepat untuk menentukan harga opsi Eropa [3]. Yang menggambarkan pergerakan harga saham jadi suatu proses stokastik, ada beberapa asumsi terkait pasar opsi dan tarif tanpa arbitrase dalam ekonomi [4].

Metode *Black-Scholes* memiliki asumsi pelaksanaan hak pada saat waktu jatuh tempo, mengabaikan pembayaran deviden dan ada beberapa variabel yang dapat mempengaruhi opsi yaitu harga saham, harga pelaksanaan, volatilitas harga saham selama jangka waktu dari opsi, dan tingkat suku bunga konstan sepanjang masa opsi [5]

Berdasarkan asumsi tersebut, tidak ada biaya transaksi dan pajak hingga waktu jatuh tempo opsi, sehingga metode *Black-Scholes* hanya bisa dipakai pada penentuan opsi tipe Eropa. Selain itu, ada metode lain dalam penentuan harga opsi yaitu dengan simulasi *Monte Carlo* Enrico Fermi tahun 1930-an. Kemudian tahun 1977, Boyle mempublikasikan pemakaian metode *Monte Carlo* untuk penetapan harga opsi. Metode *Monte Carlo* dapat menyertakan selang kepercayaan yang akan dipakai dalam menentukan nilai pada metode penetapan harga opsi Eropa. Perhitungan harga dengan metode Simulasi *Monte Carlo* menggunakan *software* matlab.

2. METODE

2.1 Opsi Tipe Eropa

Jenis opsi yang hanya bisa dilakukan haknya pada saat jatuh tempo. Terdapat dua jenis kontrak opsi Eropa, adalah:

1) Opsi beli (*call option*)

Hak investor untuk membeli sebuah saham pada harga yang telah disepakati dan waktu tertentu.

$$C = \max(S_T - K, 0)$$

2) Opsi jual (*put option*)

Hak investor untuk menjual sebuah saham pada harga yang telah disepakati dan waktu tertentu.

$$P = \max(K - S_T, 0)$$

Jenis penelitian merupakan penelitian dasar atau teoritis. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Data yang dipakai merupakan harga penutupan saham harian (*closing price*) mulai dari Agustus 2022 hingga November 2022 pada beberapa perusahaan farmasi yang

tergabung dalam New York Stock Exchanges (NYSE) yaitu Astra Zeneca dan Abbott Laboratorie, Indeks saham Dow Jones yaitu Pfizer Inc., Merck & Co Inc., dan Johnson & Johnson melalui situs <https://www.yahoofinance.com>.

Berikut cara yang dapat dipakai pada penelitian ini, yaitu:

- 1) Menghitung *return* saham

$$R_i = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (1)$$

Dimana :

R_i : *return* saham ke- i
 t : Saham periode ke- t
 $t-1$: Saham periode sebelum t

- 2) Perhitungan volatilitas saham

Menggunakan *historical volatility*, sebelum menghitung volatilitas, hitung dulu *return* saham, dan kemudian menghitung standar deviasi. Standar deviasi dapat digunakan untuk menghitung volatilitas saham.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R}_i)^2}{n-1}} \quad (2)$$

- 3) Perhitungan nilai Opsi Jual Eropa

Menghitung harga opsi jual menggunakan dua metode yaitu :

- a) *Black-Scholes*

Metode yang bisa digunakan dalam penentuan harga opsi tipe Eropa saja, hanya bisa dilaksanakan pada saat jatuh tempo.

Nilai opsi dari model Black-Scholes adalah:

- 1) Opsi jual

$$P = Xe^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (3)$$

- 2) Opsi beli

$$C = S_0 N(d_1) - Xe^{-rT} N(d_2) \quad (4)$$

Dimana untuk nilai d_1 dan d_2 yaitu:

$$d_1 = \frac{\ln \left(\frac{S_0}{X} \right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2} \right) T}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln \left(\frac{S_0}{X} \right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2} \right) T}{\sigma \sqrt{T}} \quad (5)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T} \quad (6)$$

Keterangan :



- C = Opsi beli Eropa
 P = Opsi jual Eropa
 S_0 = Harga saham saat ini (*current price*)
 X = Harga pelaksanaan (*strike price*)
 T = Waktu jatuh tempo
 r = Suku bunga bebas risiko (*risk-free rate*)
 σ = Volatilitas saham
 $N(d)$ = Fungsi distribusi kumulatif normal baku

b) *Monte Carlo*

Penentuan opsi jual Eropa dapat dicari memakai bantuan *software* matlab. Pada penelitian ini menggunakan 50000 simulasi. Dengan formula :

$$PutPrice = Put(S_0, x, r, T, \sigma, q, n)$$

Keterangan :

- S_0 = Harga aset dasar
 x = Harga pelaksanaan
 r = Suku bunga bebas resiko
 T = Waktu jatuh tempo
 σ = Volatilitas
 n = Jumlah simulasi (50000)

4) Model Evaluasi

Untuk model evaluasi digunakan *Price Absolute Error* (PAE) dengan formula sebagai berikut:

$$PAE = \left| \frac{X_A - X_T}{X_A} \right| \times 100\%$$

Dimana:

- X_A = Nilai sebenarnya
 X_T = Nilai yang diperoleh

5) Menentukan Model Terbaik

Model terbaik diperoleh berdasarkan nilai PAE terkecil.

3. HASIL DAN PAMBAHASAN

Data yang dipakai adalah data sekunder berdasarkan harga penutupan saham harian (*closing price*) mulai dari Agustus 2022 hingga November 2022 pada beberapa perusahaan farmasi yang tergabung dalam New York Stock Exchanges (NYSE) yaitu Astra Zeneca dan Abbott Laboratorie, Indeks saham Dow Jones yaitu Pfizer Inc., Merck & Co Inc., dan Johnson & Johnson terdapat pada tabel 1:

Tabel 1. Industri Farmasi

No	Nama Perusahaan	Kode
1	Astra Zeneca	AZN
2	Pfizer Inc.	PEE
3	Merck & Co Inc.	MRK
4	Johnson & Johnson	JNJ
5	Abbt Laboratorie	ABT

3.1 Menghitung *Return* dan Volatilitas Saham

Setelah memperoleh harga penutupan (*closing price*) saham selanjutnya akan dicari *return* saham dari beberapa saham tersebut. Dengan menggunakan persamaan (1). Selanjutnya

menentukan volatilitas, dengan mencari volatilitas saham bisa diketahui besarnya perubahan harga saham. Volatilitas dapat dicari menggunakan persamaan (2), berikut nilai *return* dan volatilitas saham yang diperoleh:

Tabel 2. Nilai Return Saham

No	Perusahaan	Return	Volatilitas
1	AZN	-0,001384096	0.1351828428
2	PEE	-0,000885896	0.1334732929
3	MRK	0,001940659	0.0999792095
4	JNJ	-0,000371011	0.0885944272
5	ABT	-0,001716201	0.1401228952

Hasil perhitungan memperlihatkan *return* saham bisa positif maupun negatif. Apabila *return* saham bernilai positif maka perusahaan akan mendapat keuntungan (*capital gain*), dan sebaliknya apabila negatif maka perusahaan menjadi rugi (*capital lost*). Dan berdasarkan tabel 2. dapat dilihat bahwa semakin rendah *return* saham, maka volatilitasnya akan besar.

3.2 Uji normalitas *return* saham

Tabel 3. Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov Return Saham

No	Perusahaan	P-Value	Keterangan
1	AZN	0.150	Berdistribusi Normal
2	PEE	0.150	Berdistribusi Normal
3	MRK	0.150	Berdistribusi Normal
4	JNJ	0.150	Berdistribusi Normal
5	ABT	0.150	Berdistribusi Normal

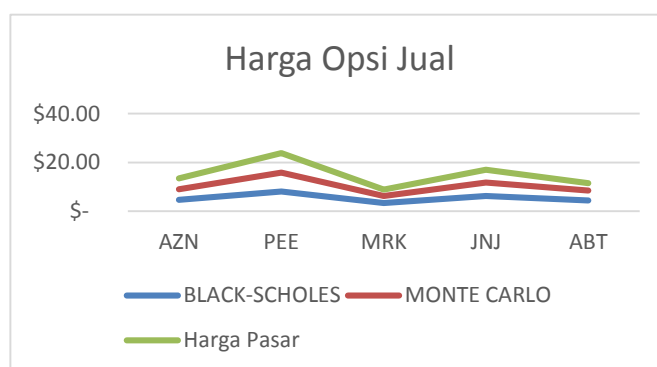
Berdasarkan gambar diatas menunjukkan bahwa *p-value* yang diperoleh pada *return* saham diatas $\alpha > 0.05$ sehingga *return* dari saham berdistribusi normal.

3.4 Opsi Jual Eropa

Setelah dilakukan perhitungan terhadap opsi jual Eropa, berikut hasil yang diperoleh:

Tabel 4. Harga Opsi jual Eropa

No	Nama Perusahaan	Opsi Jual		
		Black-Scholes	Monte Carlo	Harga Pasar
1	AZN	\$4.61	\$4.36	\$4.45
2	PEE	\$8.06	\$7.78	\$8.00
3	MRK	\$3.29	\$2.95	\$2.65
4	JNJ	\$6.18	\$5.52	\$5.25
5	ABT	\$4.40	\$4.08	\$2.98



Gambar 1. Grafik Nilai Opsi Jual Eropa

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa harga opsi jual menggunakan metode *Monte Carlo* yang mendekati harga opsi pasar, sedangkan harga opsi jual metode *Black-Scholes* terlihat tidak mendekati harga pasar. Pada grafik diatas menunjukkan dengan dua metode yang digunakan bahwa saham PEE memiliki nilai opsi jual tertinggi sebesar \$8.0577, dan saham MRK memiliki nilai opsi terendah yaitu sebesar \$4.4014. Sehingga berdasarkan perhitungan opsi jual Eropa dengan jangka waktu tempo tiga bulan beragam pada lima saham yang dipilih metode *Monte Carlo* merupakan metode terbaik. Hal ini dikarenakan nilai PAE dari metode *Monte Carlo* lebih rendah dari metode *Black-Scholes*

Setelah diperoleh opsi jual dari masing-masing metode, selanjutnya akan mengevaluasi model menggunakan *Price absolute error*. *Price absolute error* digunakan untuk menilai keakuratan suatu penentuan harga opsi jual dengan masing-masing metode, dimana semakin kecil nilai *error* maka semakin akurat metode tersebut. Berikut *price absolute error* (PAE) yang diperoleh:

Tabel 5. Nilai PAE

No	Perusahaan	Price Absolute Error	
		Black-Scholes	Monte Carlo
1	AZN	0.036	0.021
2	PEE	0.007	0.027
3	MRK	0.240	0.112
4	JNJ	0.176	0.052
5	ABT	0.477	0.369
Rata-Rata		0.187	0.116

Tabel di atas menunjukkan tingkat kesalahan (*error*) dalam penentuan opsi jual dengan waktu jatuh tempo tiga bulan beragam. Dilihat dari tabel, diketahui nilai *error* opsi jual tertinggi dengan metode *Black-Scholes* adalah 0.477, *error* opsi jual terendah sebesar 0.0072. Kemudian nilai *error* opsi jual tertinggi dengan metode *Monte Carlo* sebesar 0.369, nilai *error* terendahnya yaitu sebesar 0.021. Rata-rata kesalahan (*error*) metode *Black-Scholes* sebesar 0.187 dan *Monte Carlo* sebesar 0.166. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai rata-rata kesalahan (*error*) dengan menggunakan metode *Monte Carlo* lebih rendah daripada menggunakan metode *Black-Scholes* dapat dilihat pada tabel 5. Dapat disimpulkan metode *Monte Carlo* lebih akurat daripada metode *Black-Scholes* untuk penentuan opsi jual Eropa dengan jatuh tempo tiga bulan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah diuraikan bahwa, perhitungan menggunakan kedua metode diperoleh *price absolute error* metode *Black-Scholes* sebesar 0.187 lebih besar daripada metode *Monte Carlo* sebesar 0.116. Sehingga dapat dikatakan bahwa metode *Monte Carlo* lebih akurat dibandingkan dengan metode *Black-Scholes* dalam menentukan harga opsi jual dengan waktu jatuh tempo tiga bulan, juga metode *Monte Carlo* adalah metode terbaik untuk menentukan opsi jual Eropa pada penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Hull, John C. 2009. *Option, Features & Others Derivatives*. Seventh Edition. Pearson Prentice Hall, Internasional Edition: New Jersey.
- [2] Tandelilin, Eduardus. 2010. "*Portofolio dan Investasi*". Yogyakarta: Kanisius.
- [3] Hull, J.C. (2012). *Options, Futures, and Other Derivatives* (Eighth Edition). Pearson, England.
- [4] MacBeth, J. D., & Merville, L. J. (1979). An Empirical Examination of the Black- Scholes Call Option Pricing Model. *The Journal of Finance*, 34(5), 1173-1186.
- [5] Black, F dan Scholes, M. 1973. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *The Journal of Political Economy*.