



Penentuan Harga Opsi Tipe Eropa pada Saham Tesla Inc. Menggunakan Metode Trinomial

Prisilia Serang¹, Mans Lumiu Mananohas^{1*}, Tohap Manurung¹

¹Jurusan Matematika–Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam–Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia

*Corresponding author: mansmananohas@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan harga opsi beli dan opsi jual tipe Eropa pada saham Tesla Inc. menggunakan metode trinomial serta membandingkan harga opsi hitung (harga teoretis) dengan harga opsi di pasar. Metode Trinomial adalah metode dinamika harga saham yang mempunyai tiga kemungkinan pergerakan harga saham, yaitu harga saham naik, harga saham turun, atau harga saham bernilai tetap atau tidak berubah. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa harga penutupan harian saham *Tesla, Inc.* periode November 2022 sampai November 2023. Parameter yang digunakan untuk menghitung opsi beli dan opsi jual Tipe Eropa yaitu Harga Saham (S_0), Suku bunga bebas risiko (r), Harga kesepakatan atau *strike price* (K), Waktu jatuh tempo (T). Berdasarkan hasil penelitian harga opsi tipe Eropa pada saham Tesla Inc. menggunakan Metode Trinomial *Hull-White* diperoleh harga opsi beli tipe Eropa yaitu dengan *strike price* = \$285 nilai opsi sebesar \$47.29, dengan *strike price* = \$242.84 nilai opsi sebesar \$58.54, dan dengan *strike price* = \$195 nilai opsi sebesar \$83.96. Harga opsi jual tipe Eropa yaitu *strike price* = \$285 nilai opsi sebesar \$75.83, dengan *strike price* = \$242.84 nilai opsi sebesar \$46.99, dan dengan *strike price* = \$195, nilai opsi sebesar \$26.91. Pada opsi beli, untuk *strike price* sebesar \$285, \$242.84, dan \$195, harga opsi di pasar lebih rendah dari harga teoretis sehingga investor dapat membeli opsi tersebut. Sedangkan pada opsi jual untuk *strike price* sebesar \$285, \$242.84, dan \$195, harga opsi di pasar lebih tinggi dari harga teoretis, sehingga investor dapat mempertimbangkan kembali opsi tersebut.

INFO ARTIKEL

Diterima :

Diterima setelah revisi :

Tersedia online :

Kata Kunci:

Metode Trinomial
Opsi Beli
Opsi Jual
Saham Tesla

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the price of European-type buy and sell options on Tesla Inc. shares using the trinomial method. The Trinomial Method is a method of stock price dynamics that has three possible stock price movements, namely stock prices rising, stock prices falling, or stock prices of fixed or unchanged values. The data used in this study is secondary data in the form of the daily closing price of Tesla, Inc. shares for the period November 2022 to November 2023. The parameters used to calculate buy options and put options European Type are Stock Price (S_0), Risk-free interest rate (r), Strike price (K), Expiration time (T). Based on the results of European type option price research on Tesla Inc. shares using the Hull-White Trinomial Method, a European type of buy option price was obtained with a strike price = \$ 285 option value of \$ 47.29, with a strike price = \$ 242.84 option value of \$ 58.54, and with a strike price = \$ 195 option value of \$ 83.96. The European type of sell option price is strike price = \$285 the option value is \$75.83, with the strike price = \$242.84 the option value is \$46.99, and with the strike price = \$195, the option value is \$26.91. In buy options, for strike prices of \$285, \$242.84, and \$195, the option price in the market is lower than the theoretical price so the investor can purchase the option. While in put options for strike prices of \$285, \$242.84, and \$195, the option price in the market is higher than the theoretical price, so investors can reconsider the option.

ARTICLE INFO

Accepted :

Accepted after revision :

Available online :

Keywords:

Trinomial Method
Call Option
Put Option
Tesla Stock

1. PENDAHULUAN

Di tengah dinamika pasar keuangan yang selalu berubah, pemahaman mendalam mengenai instrumen

keuangan menjadi kunci untuk membuat keputusan investasi yang tepat. Salah satu instrumen yang memegang peranan penting dalam manajemen risiko

dan strategi investasi adalah opsi saham. Opsi adalah suatu tipe kontrak bukan kewajiban antara dua pihak, yang satu memberikan hak kepada yang lain untuk membeli atau menjual suatu aset pada harga tertentu dalam jangka waktu tertentu. Terdapat dua bentuk opsi yang dikenal, yaitu opsi beli (*call option*) dan opsi jual (*put option*) [1].

Pentingnya opsi saham terletak pada kemampuannya untuk memberikan fleksibilitas kepada pemegangnya dalam mengelola eksposur terhadap fluktuasi harga saham. Sebagai contoh, seorang investor yang menduga akan terjadi kenaikan harga saham dari sebuah perusahaan mungkin akan memilih untuk memegang opsi beli (*call option*) dengan harapan dapat membeli saham tersebut dengan harga yang lebih rendah daripada harga pasar. Harga opsi tidak hanya dipengaruhi oleh harga pasar saham, tetapi juga oleh faktor-faktor seperti volatilitas pasar, tingkat suku bunga, dan jangka waktu hingga jatuh tempo [2].

Banyak strategi analisis telah dikembangkan untuk perkiraan yang presisi terhadap nilai opsi saham, dalam rangka menetapkan ketepatan estimasi. Salah satu di antaranya adalah metode trinomial. Metode ini memungkinkan untuk memodelkan pergerakan harga saham dalam tiga arah (naik, turun, atau tetap) selama periode waktu tertentu. Metode trinomial terbagi atas dua, yaitu metode trinomial Boyle dan metode trinomial Hull-White. Keunggulan dari metode trinomial adalah kemampuannya untuk mempertimbangkan volatilitas dan tingkat suku bunga yang berubah-ubah seiring waktu, sehingga memberikan pendekatan yang lebih realistis dan dapat diandalkan dalam menilai harga opsi saham [3].

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan harga opsi tipe Eropa pada Saham *Tesla, Inc.* menggunakan metode trinomial Hull-White dan membandingkan harga opsi hitung (harga teoritis) dengan harga opsi di pasar.

Pasar Modal

Berdasarkan UU No. 8 tahun 1995, pasar modal merupakan kegiatan yang berhubungan dengan penawaran umum dan perdagangan efek, perusahaan publik yang berkaitan dengan efek yang diterbitkannya serta lembaga dan profesi yang berkaitan dengan efek. Efek adalah surat berharga yang diperdagangkan di pasar modal, antara lain: surat pengakuan hutang, surat berharga komersial, saham, obligasi, tanda bukti hutang, unit penyertaan kontrak investasi kolektif (reksadana), dan kontrak berjangka atas efek (opsi) [4]. Pasar modal merupakan pertemuan antara pihak yang memiliki kelebihan dana (*investors/savers*) dengan pihak yang membutuhkan dana dengan cara memperjualbelikan sekuritas [5].

Investasi

Investasi didefinisikan sebagai komitmen sejumlah uang atau sumber daya lainnya yang dilakukan saat ini (*present time*) dengan harapan memperoleh manfaat

(*benefit*) di kemudian hari (*in future*). Keputusan investasi merupakan kebijakan terpenting dalam manajemen keuangan yaitu kebijakan pendanaan dan kebijakan deviden. Investasi modal sebagai aspek utama kebijakan manajemen keuangan karena investasi adalah bentuk alokasi modal yang realisasinya harus menghasilkan manfaat atau keuntungan di masa yang akan datang. [6].

Saham

Saham merupakan salah satu yang banyak diminati oleh para investor di Bursa Efek (*Stock Exchange*). Saham dapat didefinisikan sebagai tanda atau pemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas. Saham berwujud selembar kertas yang menerangkan bahwa pemilik kertas adalah pemilik perusahaan yang menerbitkan surat berharga tersebut. Porsi kepemilikan ditentukan oleh seberapa besar penyertaan yang ditanamkan di perusahaan tersebut [7].

Saham *Tesla, Inc.*

Tesla, Inc. diperdagangkan dengan simbol TSLA di Bursa Efek NASDAQ (*National Association of Securities Dealers Automated Quotations*) dengan penggunaan mata uang USD (*United States Dollar*). Perusahaan ini merancang, mengembangkan, memproduksi, menyewakan, dan menjual kendaraan listrik, serta sistem pembangkit dan penyimpanan energi di Amerika Serikat, Tiongkok, dan internasional. Operasinya terbagi menjadi dua segmen, yaitu Otomotif, dan Pembangkitan dan Penyimpanan Energi.

Opsi

Opsi (*option*) adalah turunan dari suatu aktiva, bukan aktivanya. Misalnya untuk opsi saham, maka opsi adalah haknya (dapat hak membeli atau hak menjual suatu saham) [8]. Opsi adalah suatu tipe kontrak bukan kewajiban antara dua pihak, yang satu memberikan hak kepada yang lain untuk membeli atau menjual suatu aset pada harga tertentu dalam jangka waktu tertentu [1].

Kontrak opsi adalah suatu jenis kontrak atau perjanjian antara dua pihak, yang mana salah satu pihak memberikan hak (bukan kewajiban) kepada pihak lain untuk menjual atau membeli aset tertentu pada harga dan periode tertentu [9]. Kontrak opsi dapat digunakan untuk meminimalkan risiko sekaligus memaksimalkan keuntungan dengan daya ungkit atau *leverage* yang besar. Dalam bertransaksi opsi beli dan opsi jual, terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan dalam kontrak opsi [10], yaitu:

- Perusahaan yang sahamnya akan dibeli atau dijual
- Jumlah saham yang dapat dibeli atau dijual
- Harga pembelian (penjualan) atau harga penyerahan saham tersebut
- Tanggal berakhirnya hak membeli (menjual)

Jenis Opsi

Berdasarkan fungsinya, opsi dibedakan menjadi dua [1], yaitu:

- Opsi beli (*call option*), yaitu opsi yang memberikan hak (tetapi bukan kewajiban) kepada pemegangnya untuk membeli aset tertentu pada harga tertentu dan waktu yang telah ditentukan.
- Opsi jual (*put option*), yaitu opsi yang memberikan hak (tetapi bukan kewajiban) kepada pemegangnya untuk menjual aset yang telah ditentukan pada harga tertentu dan pada waktu yang telah ditentukan.

Berdasarkan waktu pelaksanaannya, opsi dapat dibedakan menjadi dua tipe [9], yaitu:

- Opsi tipe Eropa, yaitu opsi yang hanya dapat dilakukan pada tanggal jatuh tempo.
- Opsi tipe Amerika, yaitu opsi yang dilakukan kapan saja hingga tanggal jatuh tempo.

Berdasarkan cara atau tempat opsi diperdagangkan, opsi dibedakan menjadi tiga kelompok [4], yaitu:

- Listed option*, yaitu opsi yang diperdagangkan pada saham.
- Over the Counter Option (OTC Option)*, yaitu opsi yang diperdagangkan antara dua pihak dan seringkali diperdagangkan secara *off the counter*.
- Employee Stock Option*, yaitu opsi yang diterbitkan Perusahaan sebagai kompensasi atau bonus bagi karyawan.

Komponen Opsi

Komponen-komponen opsi, terdiri dari [4]:

- Kontrak opsi
- Hak opsi
- Underlying asset*
- Harga kesepakatan (*Strike price*)
- Waktu jatuh tempo

Keuntungan Opsi

Seorang investor baik itu pembeli maupun penjual opsi akan memperoleh beberapa keuntungan [1], yaitu:

- Fleksibilitas
- Lindung nilai (*Hedging*)
- Tidak ada kewajiban untuk melaksanakan opsi

Harga Opsi

Harga opsi merupakan cerminan dari nilai intrinsik opsi dan setiap tambahan jumlah atas nilai intrinsic. Nilai intrinsik untuk opsi beli dan opsi jual dapat dilihat pada Tabel 1, sebagai berikut [1].

Tabel 1. Nilai Intrinsik Opsi

Keterangan	Nilai Intrinsik Opsi	
	Opsi Beli	Opsi Jual
Jika Harga Saham (S_T) > Strike Price (K)	$S_T - K$ (<i>In The Money</i>)	0 (<i>Out The Money</i>)
Jika Harga Saham (S_T) = Strike Price (K)	0 (<i>At The Money</i>)	0 (<i>At The Money</i>)
Jika Harga Saham (S_T) < Strike Price (K)	0 (<i>Out The Money</i>)	$K - S_T$ (<i>In The Money</i>)

Fungsi keuntungan opsi beli (*call option*) dapat ditulis dalam bentuk persamaan [9] sebagai berikut:

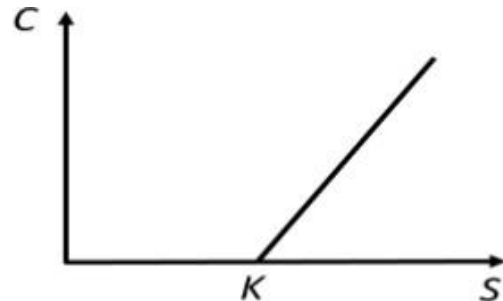
$$C = \max\{0, S_T - K\} \quad (1)$$

dimana,

C = nilai opsi beli

S_T = harga *underlying*

K = harga pelaksanaan (*strike price*)



Gambar 1. Payoff Diagram untuk Nilai Opsi Beli (*Call Option*)

Berdasarkan Gambar 1, jika harga *underlying* (S_T) lebih besar dari harga kesepakatan (K) pada saat jatuh tempo, maka investor akan mendapatkan keuntungan sebesar selisih antara harga *underlying* dan harga kesepakatan, sehingga opsi beli dapat dieksekusi pada situasi ini. Oleh karena itu, nilai opsi beli pada kondisi ini adalah $S_T - K$. Sedangkan, jika harga *underlying* (S_T) lebih kecil dari harga kesepakatan (K) pada saat jatuh tempo, maka investor akan mengalami kerugian sebesar selisih antara harga kesepakatan dan harga *underlying*, sehingga opsi beli ini tidak perlu dieksekusi dalam keadaan ini karena hanya merupakan hak tanpa kewajiban. Dengan demikian, nilai opsi beli pada situasi ini adalah nol.

Fungsi keuntungan opsi jual (*put option*) dapat ditulis dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

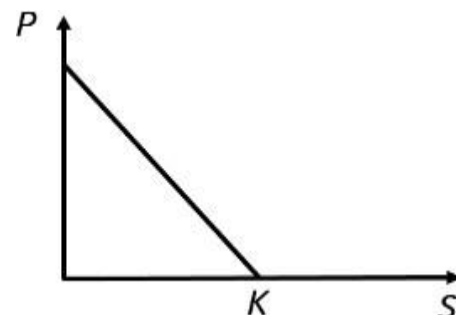
$$P = \max\{0, K - S_T\} \quad (2)$$

dimana,

P = nilai opsi jual

S_T = harga *underlying*

K = harga pelaksanaan (*strike price*)



Gambar 2. Payoff Diagram untuk Nilai Opsi Jual (*Put Option*)

Berdasarkan Gambar 2, jika harga *underlying* (S_T) lebih rendah dari harga kesepakatan (K) pada saat jatuh tempo, maka investor akan mendapatkan keuntungan sebesar selisih antara harga kesepakatan dan harga

underlying, sehingga opsi jual dapat dieksekusi pada situasi ini. Oleh karena itu, nilai opsi jual pada saat ini adalah $K - S_T$. Sedangkan, jika harga *underlying* (S_T) lebih tinggi dari harga kesepakatan (K) pada saat jatuh tempo, maka investor akan mengalami kerugian sebesar selisih antara harga *underlying* dan harga kesepakatan, sehingga opsi jual ini tidak perlu dieksekusi dalam keadaan ini karena hanya merupakan hak tanpa kewajiban. Dengan demikian, nilai opsi jual pada situasi ini adalah nol.

Return Saham

Return saham adalah tingkat pengembalian atau hasil yang diperoleh saat melakukan investasi [11]. Terdapat beberapa jenis *return*, yaitu:

- Net Return*, yaitu keuntungan bersih yang dapat diperoleh dari suatu investasi dan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$R_t = \frac{S_t}{S_{t-1}} - 1 = \frac{S_t - S_{t-1}}{S_{t-1}} \quad (3)$$

- Gross Return*, yaitu total pengembalian dari suatu investasi sebelum dikurangi berbagai biaya pengeluaran. Dan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$1 + R_t = \frac{S_t}{S_{t-1}} \quad (4)$$

- Log Return (continuously compounded return)*, yaitu *return* yang umumnya digunakan dalam analisis finansial seperti perhitungan volatilitas saham dan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \quad (5)$$

dimana,

r_t = nilai *log return* saham

R_t = nilai *net return* saham

S_t = harga saham pada waktu t

S_{t-1} = harga saham pada waktu $t - 1$

Jenis *return* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *net return* dan *log return*.

Volatilitas

Volatilitas adalah ukuran dari perubahan harga asset tanpa memperhatikan harganya [10]. Volatilitas *return* saham merupakan standar deviasi dari *log return* saham yang digunakan untuk mengukur tingkat risiko suatu saham pada periode tahunan [12].

Volatilitas dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{\tau}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (r_t - \mu)^2} \quad (6)$$

dimana,

σ = nilai volatilitas saham

τ = $\frac{1}{T}$ dimana T adalah jumlah hari aktif perdagangan dalam 1 tahun, yaitu 252 hari

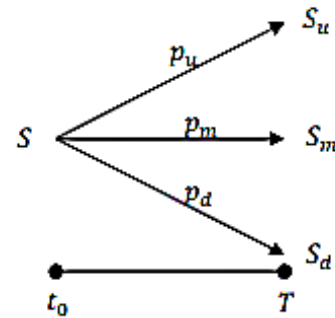
n = jumlah data pengamatan (hari)

r_t = nilai *log return* saham

μ = nilai rata-rata *log return* saham ($\mu = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n r_t$).

Metode Trinomial

Metode trinomial merupakan perluasan dari metode binomial. Metode trinomial merupakan metode dinamika harga saham yang mempunyai tiga kemungkinan pergerakan harga saham, yaitu harga saham naik, harga saham turun atau harga saham bernilai tetap atau tidak berubah. Metode trinomial terbagi atas dua yaitu Metode Trinomial Boyle dan Metode Trinomial Hull-White.



Gambar 1. Ilustrasi Pergerakan Harga Saham dengan Metode Trinomial Hull-White dalam Satu Periode

Metode trinomial memiliki tiga parameter pergerakan harga saham yaitu faktor pergerakan harga saham naik (u), faktor pergerakan harga saham tetap (m), dan faktor pergerakan harga saham turun (d), serta memiliki tiga peluang terkait yaitu peluang harga saham naik (p_u), peluang harga saham tetap (p_m), dan peluang harga saham turun (p_d), yang dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$u = e^{\sigma\sqrt{3\Delta t}} \quad (7)$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{3\Delta t}} \quad (8)$$

$$p_m = \frac{2}{3} \quad (9)$$

$$p_u = \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\sqrt{\frac{\Delta t}{12\sigma^2}} + \frac{1}{6} \quad (10)$$

$$p_d = \frac{1}{6} - \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\sqrt{\frac{\Delta t}{12\sigma^2}} \quad (11)$$

Berdasarkan harga kesepakatan dan parameter-parameter yang berpengaruh, diperoleh rumus untuk menghitung opsi beli dan opsi jual tipe Eropa menggunakan Metode Trinomial *Hull-White* sebagai berikut:

- Opsi beli tipe Eropa

$$C = e^{-r\Delta T} (p_u C_u + p_m C_m + p_d C_d) \quad (12)$$

- Opsi jual tipe Eropa

$$P = e^{-r\Delta T} (p_u P_u + p_m P_m + p_d P_d) \quad (13)$$

dimana,

C : harga teoretis opsi beli (*call option*)

P : harga teoretis opsi jual (*put option*)

σ : Volatilitas dari return saham

r : Tingkat suku bunga
 Δt : Interval waktu, dimana $\Delta t = \frac{T}{N}$
 N : Banyak langkah atau subperiode
 T : Lama waktu perdagangan
 p_u : Peluang harga saham naik
 p_m : Peluang harga saham tetap
 p_d : Peluang harga saham turun
 C_u : Nilai opsi beli tipe Eropa pada pergerakan naik
 C_m : Nilai opsi beli tipe Eropa pada pergerakan tetap
 C_d : Nilai opsi beli tipe Eropa pada pergerakan turun
 P_u : Nilai opsi jual tipe Eropa pada pergerakan naik
 P_m : Nilai opsi jual tipe Eropa pada pergerakan tetap
 P_d : Nilai opsi jual tipe Eropa pada pergerakan turun

2. METODE PENELITIAN

Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data harga penutupan saham (*close price*) Saham Tesla, Inc. selama 1 tahun atau 252 hari kerja untuk periode 15 November 2022 – 15 November 2023, data opsi *call* dan opsi *put* pada Saham Tesla, Inc. untuk waktu jatuh tempo pada 15 November 2024 dan diterbitkan pada 1 November 2023, dan suku bunga bebas risiko *Treasury Bill Rate* pada tanggal 1 November 2023 dengan jangka waktu jatuh tempo 52 minggu.

Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini diperoleh dari *website* resmi <http://finance.yahoo.com> dan <http://treasury.gov>.

Tahapan Prosedur Penentuan Harga Opsi Tipe Eropa pada Saham Tesla Inc. Menggunakan Metode Trinomial

Adapun tahapan prosedur dalam menentukan harga opsi tipe Eropa pada Saham Tesla Inc. menggunakan metode trinomial adalah sebagai berikut:

1. Mengambil data harga penutupan Saham Tesla, Inc.
2. Mengambil data harga pasar opsi dengan waktu jatuh tempo yang telah ditentukan.
3. Menentukan parameter-parameter, seperti: harga saham awal (S_0), *strike price* (K), waktu jatuh tempo (T), tingkat suku bunga (r), dan interval waktu.
4. Menghitung *return* saham menggunakan persamaan (3) dan nilai *log return* saham menggunakan persamaan (5).
5. Menghitung nilai volatilitas saham menggunakan persamaan (6).
6. Menghitung nilai kenaikan saham (u) dan nilai penurunan saham (d) menggunakan persamaan (7) dan (8).
7. Menghitung peluang harga saham menggunakan persamaan (9), (10), dan (11).
8. Menghitung harga saham tiap periode
9. Menghitung nilai *payoff* opsi menggunakan persamaan (1) dan (2).
10. Menghitung harga teoretis dari opsi beli dan opsi jual dengan metode trinomial menggunakan persamaan (12) dan (13)

11. Membandingkan harga teoretis dari opsi beli dan opsi jual yang diperoleh dengan harga pasar opsi.
12. Menarik kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data harga penutupan (*close price*) pada saham Tesla Inc. tanpa pembayaran dividen untuk periode 15 November 2022 – 15 November 2023 (252 hari kerja) yang diperoleh dari *website* <http://finance.yahoo.com>. Harga saham Tesla, Inc. pada tanggal 15 November 2023 (akhir periode) adalah \$242.84

Opsi yang akan dihitung harga teoretisnya dalam penelitian ini adalah opsi beli (*call option*) dan opsi jual (*put option*) yang diterbitkan oleh Saham Tesla, Inc. pada 15 November 2023 dengan waktu jatuh tempo pada 15 November 2024 dan diperoleh dari *website* <http://finance.yahoo.com>.

Suku bunga bebas risiko yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Treasury Bill Rate* pada tanggal 1 November 2023 dengan jangka waktu jatuh tempo 52 minggu, yaitu sebesar 5.01% yang diperoleh dari *website* <http://treasury.gov>.

Menentukan Parameter dalam Penentuan Harga Opsi Tipe Eropa Menggunakan Metode Trinomial

Beberapa parameter yang digunakan dalam penentuan harga opsi beli dan opsi jual tipe Eropa sebagai berikut.

- a. Harga saham awal (S_0): \$242.84
- b. *Strike price* (K): \$195; \$242.84; \$285
- c. Suku bunga bebas risiko (r): 5.01%=0.0501
- d. Nilai Δt : 0.166667

Menghitung Return dan Log Return Saham

Nilai *return* saham META dihitung berdasarkan data harga penutupan saham harian menggunakan persamaan (3) sebagai berikut:

Untuk $t = 1$,

$$R_1 = \frac{S_1 - S_{1-1}}{S_{1-1}} = \frac{S_1 - S_0}{S_0} = \frac{186.92 - 194.42}{194.42} = -0.03858$$

Perhitungan diulang dilakukan sampai $t = 251$.

Selanjutnya, nilai *log return* Saham Tesla, Inc. dihitung berdasarkan data harga penutupan saham harian menggunakan persamaan (5) sebagai berikut:

Untuk $t = 1$,

$$r_1 = \ln\left(\frac{S_1}{S_{1-1}}\right) = \ln\left(\frac{S_1}{S_0}\right) = \ln\left(\frac{186.92}{194.42}\right) = -0.039340$$

Perhitungan diulang dilakukan sampai $t = 251$. Nilai rata-rata *log return* adalah $\mu = 0.000886$.

Menghitung Volatilitas Saham

Volatilitas saham dapat dihitung menggunakan persamaan (6) yaitu sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{t}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (r_t - \mu)^2}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{252}}} \sqrt{\frac{1}{251-1} \sum_{t=1}^{251} (r_t - \mu)^2}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{252}}} \sqrt{\frac{1}{251-1} (0.348138)}$$

$$= 0.592388$$

Menghitung Nilai Kenaikan (u) dan Nilai Penurunan Saham (d)

Nilai kenaikan saham (u) dapat dihitung menggunakan persamaan (7) yaitu sebagai berikut:

$$u = e^{\sigma\sqrt{3\Delta t}} = e^{0.592388\sqrt{3 \times \frac{1}{6}}}$$

$$= e^{0.592388 \times 0.707107}$$

$$= e^{0.4188814}$$

$$= 1.520260$$

Nilai kenaikan saham (d) dapat dihitung menggunakan persamaan (8) yaitu sebagai berikut

$$d = e^{-\sigma\sqrt{3\Delta t}} = e^{-0.592388\sqrt{3 \times \frac{1}{6}}}$$

$$= e^{-0.592388 \times 0.707107}$$

$$= e^{-0.4188814}$$

$$= 0.657782$$

Menghitung Peluang Harga Saham (P)

- Peluang harga saham naik (p_u) dapat dihitung menggunakan persamaan (8) yaitu sebagai berikut:

$$p_u = \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right) \sqrt{\frac{\Delta t}{12\sigma^2}} + \frac{1}{6}$$

$$= (-0.125362)(0.198943) + \frac{1}{6}$$

$$= 0.141727$$

- Peluang harga saham tetap (p_m) dapat dihitung menggunakan persamaan (9) yaitu sebagai berikut:

$$p_m = \frac{2}{3} = 0.666667$$

- Peluang harga saham turun (p_d) dapat dihitung menggunakan persamaan (10) yaitu sebagai berikut:

$$p_d = \frac{1}{6} - \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right) \sqrt{\frac{\Delta t}{12\sigma^2}}$$

$$= \frac{1}{6} - ((-0.125362)(0.198943))$$

$$= 0.191606$$

Menghitung Harga Saham Tiap Periode

Perhitungan harga saham menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$S_{jt} = S_0 u^j d^{i-j}$$

Hasil perhitungan harga saham dapat dilihat pada Tabel 2, sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Harga Saham Tesla Inc.

S_{jt}	$S_0 u^j d^{i-j}$	Harga Saham
S_{00}	$S_0 u^0 d^0$	242.84
\vdots	\vdots	\vdots
S_{26}	$S_0 u^0 d^4$	45.46
S_{16}	$S_0 u^0 d^5$	29.90

Menghitung Nilai $Payoff$ Opsi Beli dan Opsi Jual

Nilai $payoff$ opsi beli dan opsi jual dihitung menggunakan persamaan (1) dan (2) sebagai berikut:

- *Strike Price* = 285

Hasil perhitungan nilai $payoff$ opsi beli dan opsi jual dengan *strike price* = 285 harga saham dapat dilihat pada Tabel 3, sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai Payoff Opsi beli dan opsi jual dengan *Strike Price* = 285

S_T	K	$\max\{0, (S_T - K)\}$	$\max\{0, (K - S_T)\}$
2997.97	285	2712.97	0
1972.01		1687.01	0
\vdots		\vdots	\vdots
29.9		0	255.1
19.67		0	265.33

- *Strike Price* = 242.84

Hasil perhitungan nilai $payoff$ opsi beli dan opsi jual dengan *strike price* = 242.84 harga saham dapat dilihat pada Tabel 4, sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai Payoff Opsi beli dan opsi jual dengan *Strike Price* = 242.84

S_T	K	$\max\{0, (S_T - K)\}$	$\max\{0, (K - S_T)\}$
2997.97	242.84	2755.13	0
1972.01		1729.17	0
\vdots		\vdots	\vdots
29.9		0	212.94
19.67		0	223.17

- *Strike Price* = 195

Hasil perhitungan nilai $payoff$ opsi beli dan opsi jual dengan *strike price* = 195 harga saham dapat dilihat pada Tabel 5, sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai Payoff Opsi beli dan opsi jual dengan *Strike Price* = 195

S_T	K	$\max\{0, (S_T - K)\}$	$\max\{0, (K - S_T)\}$
2997.97	195	2802.97	0
1972.01		1777.01	0
\vdots		\vdots	\vdots
29.9		0	165.1
19.67		0	175.33

Menghitung Harga Teoritis Opsi Beli dan Opsi Jual Menggunakan Metode Trinomial

Harga teoritis opsi beli dihitung dengan menggunakan persamaan (12), sebagai berikut.

- *Strike price* = 285

Perhitungan harga opsi beli dengan *strike price* = 285, sebagai berikut.

$$C_{00} = e^{-r\Delta t} (p_u C_u + p_m C_m + p_d C_d)$$

$$C_{00} = 0.991685 ((0.141727 \times 127.28) + (0.666667 \times 41.79) + (0.191606 \times 9.66))$$

$$C_{00} = 47.29$$

- *Strike price* = 242.84

Perhitungan harga opsi beli dengan *strike price* = 242.84, sebagai berikut.

$$C_{00} = e^{-r\Delta t} (p_u C_u + p_m C_m + p_d C_d)$$

$$C_{00} = 0.991685((0.141727 \times 150.77) + (0.666667 \times 52.86) + (0.191606 \times 12.95))$$

$$C_{00} = 58.54$$

- *Strike price = 195*

Perhitungan harga opsi beli dengan *strike price = 195*, sebagai berikut.

$$C_{00} = e^{-r\Delta t}(p_u C_u + p_m C_m + p_d C_d)$$

$$C_{00} = 0.991685((0.141727 \times 189.35) + (0.666667 \times 79.52) + (0.191606 \times 25.52))$$

$$C_{00} = 83.96$$

Harga teoritis opsi jual dihitung dengan menggunakan persamaan (13), sebagai berikut.

- *Strike price = 285*

Perhitungan harga opsi jual dengan *strike price = 285*, sebagai berikut.

$$P_{00} = e^{-r\Delta t}(p_u P_u + p_m P_m + p_d P_d)$$

$$P_{00} = 0.990875((0.141727 \times 31.66) + (0.666667 \times 72.38) + (0.191606 \times 123.26))$$

$$P_{00} = 75.83$$

- *Strike price = 242.84*

Perhitungan harga opsi jual dengan *strike price = 242.84*, sebagai berikut.

$$P_{00} = e^{-r\Delta t}(p_u P_u + p_m P_m + p_d P_d)$$

$$P_{00} = 0.990875((0.141727 \times 14.75) + (0.666667 \times 43.04) + (0.191606 \times 86.14))$$

$$P_{00} = 46.99$$

- *Strike price = 195*

Perhitungan harga opsi jual dengan *strike price = 195*, sebagai berikut.

$$P_{00} = e^{-r\Delta t}(p_u P_u + p_m P_m + p_d P_d)$$

$$P_{00} = 0.990875((0.141727 \times 7.46) + (0.666667 \times 23.85) + (0.191606 \times 52.85))$$

$$P_{00} = 26.91$$

Membandingkan Harga Teoretis dan Harga Pasar Opsi

Dalam perdagangan opsi, mempertimbangkan perbandingan antara harga pasar di pasar saham dan harga opsi hitung (harga teoretis) dari Metode Trinomial Hull-White sangat penting. Jika harga opsi di pasar saham lebih tinggi dari harga opsi hitung (harga teoretis) yang dihasilkan dari metode, opsi tersebut dianggap *overpriced* artinya dihargai terlalu tinggi. Sebaliknya, jika harga opsi di pasar saham lebih rendah dari harga opsi hitung (harga teoretis) yang dihasilkan dari metode, opsi tersebut *underpriced*, artinya dihargai terlalu rendah.

Perbandingan untuk harga teoretis dan harga pasar opsi beli dan opsi jual masing-masing dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Perbandingan Harga Opsi Beli di Pasar dengan Harga Teoretis Opsi Beli pada Saham Tesla Inc.

No	Strike Price (\$)	Option Market Price (\$)	Option Theoretical Price (\$)	Decision
1	285	5.04	47.29	Buy
2	242.84	9.40	58.54	Buy
3	195	19.80	83.96	Buy

Berdasarkan perbandingan harga opsi pada Tabel 6, menunjukkan bahwa harga opsi beli untuk harga kesepakatan atau *Strike Price (K)* sebesar \$285, \$242.84, dan \$195 dijual di pasar dengan harga yang lebih rendah dari harga teoretisnya, yaitu \$5.04 dibandingkan \$47.29, \$9.40 dibandingkan \$58.54, dan \$19.80 dibandingkan \$83.96. Oleh karena itu, harga opsi ini dianggap *underpriced* sehingga disarankan bagi investor untuk membeli opsi tersebut.

Tabel 7. Perbandingan Harga Opsi Jual di Pasar dengan Harga Teoretis Opsi Jual pada Saham Tesla Inc.

No	Strike Price (\$)	Option Market Price (\$)	Option Theoretical Price (\$)	Decision
1	285	114.10	75.83	Reconsider
2	242.84	80.02	46.99	Reconsider
3	195	35.88	26.91	Reconsider

Berdasarkan perbandingan harga opsi pada Tabel 7, menunjukkan bahwa harga opsi jual untuk harga kesepakatan atau *Strike Price (K)* sebesar \$285, \$242.84, dan \$195 dijual di pasar dengan harga yang lebih tinggi dari harga teoretisnya, yaitu \$114.10 dibandingkan \$75.83, \$80.02 dibandingkan \$46.99, dan \$35.88 dibandingkan \$26.91. Oleh karena itu, harga opsi ini dianggap *overpriced* sehingga disarankan bagi investor untuk mempertimbangkan kembali opsi tersebut.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Harga opsi beli tipe Eropa yaitu dengan *strike price = \$285* nilai opsi sebesar \$47.29, dengan *strike price = \$242.84* nilai opsi sebesar \$58.54, dan dengan *strike price = \$195* nilai opsi sebesar \$83.96. Sedangkan harga opsi jual tipe Eropa yaitu *strike price = \$285* nilai opsi sebesar \$75.83, dengan *strike price = \$242.84* nilai opsi sebesar \$46.99, dan dengan *strike price = \$195*, nilai opsi sebesar \$26.91.

Pada opsi beli, untuk *strike price* sebesar \$285, \$242.84, dan \$195, harga opsi di pasar lebih rendah dari harga teoretis sehingga investor dapat membeli opsi tersebut. Sedangkan pada opsi jual untuk *strike price* sebesar \$285, \$242.84, dan \$195, harga opsi di pasar lebih tinggi dari harga teoretis, sehingga investor dapat mempertimbangkan kembali opsi tersebut.

Saran

Investor akan memperoleh keuntungan jika membeli kontrak opsi dengan harga opsi di pasar lebih rendah dari harga teoritisnya.

REFERENSI

- [1] Mooy, M.D., Rusgiyono, A., dan Rahmawati, R. 2017. Penentuan Harga Opsi Put dan Call Tipe Eropa Terhadap Saham Menggunakan Model Black-Scholes. *Jurnal Gaussian*. **6(3)**: 407 – 417. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>.
- [2] Arlan, M. D., Irwan, & Anugrawati, S. D. (2022). Penentuan Nilai Opsi Bermuda Menggunakan Metode Trinomial. *Jurnal Siger Matematika*, **3(1)**:1–6.
- [3] Larasati, D. R. (2018). Penentuan Harga Opsi Eropa Menggunakan Metode Trinomial dengan Volatilitas Menggunakan Metode Maximum Likelihood Estimation (MLE)[skripsi]. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- [4] Tambingon, D. A., Titaley, J., & Manurung, T. (2019). Black-Scholes Model in Determining European Option Prices on Netflix, Inc. *D'Cartesian: Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, **8(2)**:80–85.
- [5] Tandililin, E. (2010). Dasar-Dasar Manajemen Investasi. *Manajemen Investasi*, 1–34.
- [6] Hidayat, W. W. (2019). Konsep Dasar Investasi dan Pasar Modal. Edisi ke-1. Uwa's Inspirasi Indonesia.
- [7] Mokosolang, G., Langi, Y. A. R., & Mananohas, M. L. (2022). Prediksi Harga Saham Kimia Farma dan Saham Netflix di Era New Normal Menggunakan Model Autoregressive Integrated Moving Average. *D'Cartesian: Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, **11(1)**:23–31.
- [8] Hartono, J. (2017). Teori Portofolio dan Analisis Investasi. Edisi ke-11. BPFE-Yogyakarta.
- [9] Iqrami, A. I., Nainggolan, N., & Manurung, T. (2021). Metode Black Scholes dalam Menghitung Harga Opsi Asia (Studi Kasus Pada Saham HMS Holdings Corp). *D'Cartesian: Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, **10(2)**:64–68.
- [10] Sumampouw, J. A. P., Montolalu, C. E. J. C., & Manurung, T. (2020). Metode Quasi Monte Carlo dengan Barisan Bilangan Acak Halton dalam Menentukan Nilai Kontrak Opsi Tipe Binary pada Saham PT. Gudang Garam, Tbk. *D'Cartesian: Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, **9(2)**:140–144.
- [11] Tupan, L. P., Manurung, T., & Prang, J. D. (2013). Pengukuran Value at Risk pada Aset Perusahaan dengan Metode Simulasi Monte Carlo. *Jurnal Mipa Unsrat Online*, **4(2)**:5–11.
- [12] Nissa, Q., Satyahadewi, N., & Perdana, H. (2020). Penentuan Harga Opsi Beli Tipe Eropa Menggunakan Metode Trinomial. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, **9(3)**:379-386.

Prisilia Serang (prisiliaserang47@gmail.com)



Lahir di Buntu Tampo, Sulawesi Selatan pada tanggal 27 Mei 2002. Menempuh pendidikan tinggi di Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi Manado. Tahun 2024 adalah tahun terakhir ia menempuh studi. Makalah ini merupakan hasil penelitian skripsinya yang dipublikasikan.

Mans Mananohas (mansmananohas@yahoo.com)



Lahir di Salurang, Sulawesi Utara, Indonesia dan tinggal di Manado. Gelar Sarjana Sains (S.Si) diperolehnya dari Universitas Sam Ratulangi pada tahun 2006. Pada tahun 2013 ia menyelesaikan gelar Magister Sains (M.Si) di Institut Teknologi Bandung. Ia bekerja di UNSRAT sejak tahun 2008 di Program Studi Matematika UNSRAT sebagai pengajar akademik (Dosen). Saat ini ia menjadi pengajar akademik tetap di UNSRAT.

Tohap Manurung (tohapm@unsrat.ac.id)



Lahir pada tanggal 24 Desember 1979. Pada tahun 2003 memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Universitas Sumatera Utara. Pada tahun 2010 menyelesaikan studi S2 di Institut Teknologi Bandung dan mendapat gelar Magister Sains (M.Si). Saat ini bekerja sebagai pengajar akademik tetap di jurusan Matematika FMIPA UNSRAT Manado.