

## PERHITUNGAN HARGA OPSI EROPADENGAN METODE TRINOMIAL PADA PERUSAHAAN MITSUBISHI

Oleh:

<sup>1</sup>Paiz Jalaludin, <sup>2</sup>Alrafiful Rahman, <sup>3</sup>Ani Nuraini, <sup>4</sup>Royyan Amigo

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Sains Aktuaria, Universitas Darunnajah  
Jln. Ciledug Raya No. 01, RT.1/RW.3, Ulujami, Pesanggrahan, Jakarta Selatan, DKI Jakarta - 12250

Email :paizjalaludin@darunnajah.ac.id<sup>1</sup>, alrafifulrahman@darunnajah.ac.id<sup>2</sup>,  
aninuraini@darunnajah.ac.id<sup>3</sup>, royyanamigo@darunnajah.ac.id<sup>4</sup>

---

### ABSTRACT

*Investment is an important instrument in the financial market. The investment objective is to obtain large profits with minimum capital. The trend that is currently developing is that investors are not only interested in investing in real assets, but they have great attention to investing in financial assets such as shares. However, to gain profits, investors must face risk and uncertainty. Among the solutions to reduce these risks are derivatives. Stock options are one of the widely used derivative products. An important instrument in stock options is the method of determining option prices according to the type of option. European option prices can be determined using several methods, namely the Black-Scholes method, binomial method, and trinomial method. This research aims to implement the trinomial method in determining European option prices, both Call options and Put options on Mitsubishi UFJ Financial Group (MUFG) shares. The results of determining option prices using the trinomial method are then compared with the results of the Black-Scholes method which aims to analyze the convergence of the two. The research results show that the trinomial method can be used to determine stock option prices for the Mitsubishi company more flexibly than the Black-Scholes method. In addition, the results show that the trinomial model converges to the Black-Scholes method.*

**Key words:** *European Options, Trinomial, Mitsubishi*

---

### ABSTRAK

Investasi merupakan instrumen penting dalam market finansial. Tujuan investasi adalah memperoleh profit yang besar dengan modal yang minimum. Tren yang berkembang pada saat ini adalah investor tidak hanya tertarik berinvestasi pada aset-aset riil saja, tetapi mereka memiliki perhatian besar untuk berinvestasi pada aset finansial seperti saham. Namun, untuk mendapatkan keuntungan, investor harus menghadapi risiko dan ketidakpastian. Di antara solusi untuk mengurangi risiko tersebut adalah derivatif. Opsi saham merupakan salah satu produk derivatif yang banyak digunakan. Instrumen penting dalam opsi saham adalah metode menentukan harga opsi sesuai jenis opsinya. Harga opsi Eropa dapat ditentukan dengan beberapa metode, yaitu metode Black-Scholes, metode binomial, dan metode trinomial. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan metode trinomial dalam penentuan harga opsi Eropa, baik opsi Call atau opsi Put pada saham Mitsubishi UFJ Financial Group (MUFG). Hasil penentuan harga opsi dengan metode trinomial kemudian dibandingkan dengan hasil metode Black-Scholes yang bertujuan menganalisis kekonvergenan keduanya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode

trinomial dapat digunakan untuk menentukan harga opsi saham pada perusahaan Mitsubishi dengan lebih fleksibel dibandingkan metode Black-Scholes. Selain itu, hasil menunjukkan bahwa model trinomial konvergen terhadap metode Black-Scholes.

**Kata kunci:** *Opsi Eropa, Trinomial, Mitsubishi*

---

## PENDAHULUAN

Tujuan investasi adalah untuk memperoleh profit yang besar dengan modal yang minimum. Tren yang berkembang pada saat ini adalah investor tidak hanya tertarik berinvestasi pada aset-aset riil saja, tetapi mereka memiliki perhatian besar untuk berinvestasi pada aset finansial seperti obligasi, saham, mata uang, portofolio, dan lain-lain. Akan tetapi, dalam upaya memperoleh keuntungan, investor akan menghadapi risiko dan ketidakpastian. Hal tersebut menjadi salah satu alasan munculnya berbagai produk untuk meminimalkan risiko dan ketidakpastian yang disebut derivatif (Nadia et al., 2018).

Instrumen derivatif didefinisikan sebagai instrumen keuangan berbentuk perjanjian atau kontrak antara dua belah pihak yang probabilitas keuntungannya berkaitan dengan harga aset lain yang mendasarinya. Di antara produk derivatif yang umum digunakan adalah *future contract*, *forward contract*, *swap*, dan opsi (Mooy et al., 2017). Kelebihan opsi dalam menanggulangi risiko finansial adalah dapat menentukan batas maksimal dan minimal harga aset. Hal tersebut sangat bermanfaat untuk mengatasi kemungkinan terjadinya kenaikan atau penurunan harga aset pada waktu yang ditentukan (Fabozzi & Peterson, 2003).

Di antara hal penting yang berkaitan dengan opsi adalah menentukan harga opsi saham. Penentuan harga opsi merupakan studi tersendiri dalam matematika keuangan (Higham, 2004). Terdapat dua keluarga jenis opsi berdasarkan cara menghitung pendapatan (*payoff*), yaitu keluarga opsi Vanilla, seperti Opsi Eropa dan Amerika dan keluarga opsi Eksotik (Sidarto et al., 2019). Opsi Eropa merupakan salah satu jenis opsi yang banyak digunakan.

Ada beberapa metode yang biasa digunakan untuk menentukan harga opsi. Di antaranya adalah model Black Scholes, model binomial, trinomial, dan lain-lain (Jalaludin et al., 2023) & (Jalaludin & Romantica, 2023). Rumus Black Scholes pertama kali dikenalkan oleh Fisher Black dan Myron pada tahun 1973 untuk menentukan harga Opsi tipe Eropa dengan asumsi tidak adanya pembayaran dividen, tidak adanya biaya transaksi, suku bunga bebas risiko konstan, serta perubahan harga saham mengikuti pola acak (Kiprotich Langat et al., 2019). Model lain yang sering digunakan adalah model trinomial. Model trinomial merupakan pengembangan dari model Binomial yang mengasumsikan bahwa harga saham pada titik tertentu dapat bergerak naik, tetap atau turun. Model trinomial bersifat konvergen terhadap model Black-Scholes (Puspita et al., 2013). Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan metode penentuan harga saham terhadap beberapa perusahaan saham yang berbeda-beda. Di antaranya adalah Langat (Kiprotich Langat et al., 2019) yang menggunakan metode Black Scholes dan trinomial dalam penelitiannya. Selain itu, Lilyana (Lilyana et al., 2021) yang menggunakan model-model tersebut untuk menghitung harga saham perusahaan Microsoft, dan masih banyak penelitian lain yang menggunakan metode yang sama untuk jenis dan perusahaan saham yang berbeda.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan harga Opsi Eropa dengan menggunakan metode trinomial pada perusahaan Mitsubishi UFJ Financial Group (MUFG). Selain itu, hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan hasil penentuan harga opsi dengan metode Black-Scholes.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Opsi Eropa

Opsi adalah hak, bukan kewajiban, dari pemegang (*holder*) untuk membeli atau menjual suatu aset pada harga atau waktu tertentu. Biasanya aset yang menjadi dasar adalah saham. Karena ini adalah hak, pemegang dapat melaksanakan pembelian/penjualan atau tidak, sesuai dengan keadaan. Jika pemegang menggunakan haknya (*exercise*) maka penerbit opsi wajib melaksanakannya. Opsi Eropa merupakan opsi yang hanya bisa digunakan (*exercised*) pada waktu jatuh tempo, berbeda dengan opsi Amerika yang dapat digunakan kapan saja sebelum waktu jatuh tempo (Benninga, 2015).

Berikut beberapa istilah dalam opsi Eropa. (Sidarto et al., 2019)

1. Opsi Call : merupakan opsi beli
2. Opsi Put : merupakan opsi jual
3. *Expiration Date/Maturity Time* (T): waktu jatuh tempo
4. *Strike Price* atau *Exercise Price* (K) : harga yang berlaku

### Metode Black-Scholes

Model Black-Scholes pertama dipublikasikan oleh Fisher Black dan Myron Scholes pada 1973. Persamaan Black-Scholes berupa persamaan diferensial parsial yang mengestimasi harga atau Opsi Eropa dari waktu ke waktu. Kemudian Robert Merton memperluas pemahaman dari model penentuan harga opsi ini. Persamaan ini membuat peningkatan drastis perdagangan opsi di pasar derivatif seluruh dunia. Setelah Black meninggal Merton dan Scholes dianugerahi hadiah Nobel dalam ekonomi tahun 1997 (Sidarto et al., 2019). Penjelasan lebih lanjut mengenai metode Black-Scholes akan dipaparkan di bagian metode.

### Metode Trinomial

Salah satu cara menghitung harga opsi adalah dengan menggunakan model pohon binomial. Ide model pohon binomial adalah melihat pergerakan harga saham secara *forward* yang kemudian harga opsi ditentukan secara *backward*. Dalam hal ini, harga saham dapat naik dengan peluang  $p$  atau turun dengan peluang  $1-p$ . Berdasarkan model binomial ini, dikembangkan model trinomial yang pola pikir dalam menentukan nilai opsi hampir sama dengan model binomial. Berbeda dengan model binomial, model trinomial menganggap bahwa pergerakan harga saham dapat naik, tetap, atau dapat turun dengan masing-masing peluang yang berbeda (Jiang, 2003). Penjelasan lebih lanjut mengenai metode Black-Scholes akan dipaparkan di bagian metode.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif yang berbasis pada hasil simulasi untuk menghitung harga opsi saham Eropa pada perusahaan Mitsubishi UFJ Financial Group (MUFG). Penelitian ini mengimplementasikan metode Trinomial Hull untuk menghitung harga Opsi Call dan Opsi Put Eropa yang kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan metode Black-Scholes. Adapun data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder harga penutupan saham harian selama satu tahun, yaitu dari Tanggal 4 April 2023 sampai 4 April 2024, yang diambil dari laman [www.yahoofinance.com](http://www.yahoofinance.com) (Yahoo Finance, 2024), dan data suku bunga bebas risiko yang digunakan diambil dari suku Bunga Bank Indonesia periode April 2024 (BI, 2024).

Analisis data serta simulasi pada penelitian ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak MATLAB dan *Microsoft Excel*.

Sebelum melakukan perhitungan harga opsi dengan metode Trinomial Hull dan metode Black-Scholes, tahap pertama adalah menentukan volatilitas harga saham dengan mengikuti tahapan-tahapan berikut.

Menghitung *return* saham ( $R_t$ ) dengan menggunakan persamaan (1)

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

dengan  $S_t$  merupakan harga saham pada waktu ke- $t$

1. Menghitung ekspektasi *return* saham ( $\bar{R}_t$ ) dengan menggunakan persamaan (2)

$$\bar{R}_t = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^n R_t \quad (2)$$

2. Menentukan volatilitas pergerakan harga saham ( $\sigma$ ) menggunakan persamaan (3)

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=0}^n (R_t - \bar{R}_t)^2 k} \quad (3)$$

dengan  $k$  adalah lama waktu *trading* dalam satu tahun ( $k = 250$ )

### Metode Black-Scholes untuk Opsi Eropa

Formula *Black Scholes* merupakan persamaan yang digunakan untuk menentukan harga opsi saham. Penurunan formula *Black-Scholes* dapat diperoleh dengan beberapa metode, yaitu pendekatan harga saham yang berdistribusi lognormal, penyelesaian Persamaan Diferensial Parsial (PDP) Black-Scholes, dan penerapan teorema limit pusat pada metode binomial (Sidarto). Dengan menggunakan metode-metode tersebut, diperoleh Formula Black-Scholes untuk penentuan harga Opsi Call Eropa pada persamaan (4),

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

dan untuk penentuan harga Opsi Put Eropa pada persamaan (5)

$$P = K e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (5)$$

dengan

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

dan

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(\frac{r-\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Dimana,  $S_0$  merupakan harga saham mula-mula,  $K$  adalah *strike price*,  $T$  waktu jatuh tempo yang memenuhi  $T = \frac{N}{k}$  dengan  $N$  banyak periode *trading* sebelum jatuh tempo,  $N(d_1)$  kumulatif distribusi normal  $d_1$ , dan  $N(d_2)$  kumulatif distribusi normal  $d_2$ .

### Metode Trinomial untuk Opsi Eropa

Metode trinomial merupakan pengembangan dari metode binomial, di mana harga saham pada suatu titik diasumsikan bergerak menuju tiga titik yang mungkin. Tiga kemungkinan tersebut adalah bisa naik, tetap, atau turun. Misalkan interval waktu  $[0, T]$

dibagi menjadi  $N$  sub interval yang sama panjang dengan titik bagi  $0 = t_0 < t_1 < \dots < t_n = T$ , dengan  $t_j = j\Delta t$  di mana  $\Delta t = \frac{T}{N}$  dan  $j = 0, 1, 2, \dots, N$ . Penentuan harga Opsi Call Eropa dan Opsi Put Eropa memenuhi langkah-langkah berikut.

1. Misalkan harga saham pada saat  $t_0$  adalah  $S_0$ . Harga saham tersebut diasumsikan akan mengalami kenaikan dengan faktor kenaikan  $u$ , mengalami penurunan dengan faktor penurunan sebesar  $d$ , atau tetap. Akibatnya, pada saat  $t_1$  harga saham  $S_0$  akan mengalami pergerakan menjadi  $S_0u$  saat mengalami kenaikan, menjadi  $S_0d$  saat mengalami penurunan, atau tetap  $S_0$  jika tidak mengalami kenaikan maupun penurunan. Faktor kenaikan  $u$  dan faktor penurunan  $d$  dihitung melalui persamaan (6) dan (7).

di mana  $\Delta t$  adalah sub interval dan  $\sigma$  adalah volatilitas pergerakan harga saham.

$$u = e^{\sigma\sqrt{3\Delta t}} \quad (6)$$

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

2. Menentukan probabilitas naik  $p_u$ , probabilitas turun  $p_d$ , dan probabilitas tetap  $p_m$  dengan persamaan (8), (9), dan (10).

$$p_u = \frac{1}{6} + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right) \sqrt{\frac{\Delta t}{12\sigma^2}} \quad (8)$$

$$p_d = \frac{1}{6} - \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right) \sqrt{\frac{\Delta t}{12\sigma^2}} \quad (9)$$

$$p_m = \frac{2}{3} \quad (10)$$

3. Menentukan pergerakan harga saham setiap periode dengan persamaan (11).

$$S_{ij} = \begin{cases} u^i S_0 & \text{for } i \geq 1 \\ S_0 & \text{for } i = 0 \\ d^i S_0 & \text{for } i \leq -1 \end{cases} \quad (11)$$

4. Menentukan *payoff* Opsi Call Eropa dengan persamaan (12) dan *payoff* untuk Opsi Put Eropa dengan persamaan (13).

$$C_{iN} = \max[(S_{ij} - K), 0] \quad (12)$$

$$P_{iN} = \max[(K - S_{ij}), 0] \quad (13)$$

5. Menentukan harga Opsi Call Eropa dengan persamaan (14) dan harga Opsi Put Eropa dengan persamaan (15).

$$C_{i,j} = e^{-r\Delta t} (p_u \cdot C_{i+1,j+1} + p_m \cdot C_{i+1,j+1} + p_d \cdot C_{i+1,j+1}) \quad (14)$$

$$P_{i,j} = e^{-r\Delta t} (p_u \cdot P_{i+1,j+1} + p_m \cdot P_{i+1,j+1} + p_d \cdot P_{i+1,j+1})$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum menentukan dan membahas hasil simulasi, terlebih dahulu akan ditentukan nilai untuk setiap parameter yang digunakan dalam penelitian ini. Yang pertama adalah suku bunga bebas risiko atau *risk free* yang dinotasikan dengan  $r$ , nilai tersebut diambil dari data *risk free* yang dirilis oleh Bank Indonesia pada 24 April 2024, yaitu  $r = 6,25\%$

(Sumber BI). Adapun harga saham mula-mula,  $S_0$  akan dipilih dari harga saham penutupan harian Tanggal 4 April 2024, yaitu  $S_0 = 10,10\$$ . Sedangkan nilai *strike price*  $K$  dipilih berdasarkan kontrak opsi bernomor MUF240816C00007500, yaitu  $K = 7,5\$$ .

Selanjutnya akan ditentukan nilai volatilitas harga saham Mitsubishi (MUF2) selama satu tahun terakhir, yaitu dari tanggal 4 April 2023 sampai 4 April 2024. Perhitungan volatilitas ini menggunakan persamaan (1) sampai (3), dengan cara seperti pada Tabel 1. Berdasarkan data *return* saham pada Tabel 1, dengan menggunakan persamaan (2) diperoleh rata-rata *return* saham  $\bar{R}_t = 0,001784$ . Selanjutnya dengan menggunakan persamaan (3) diperoleh volatilitas harga saham  $\sigma = 28,24\%$ .

Tabel 1. Return harga saham Mitsubishi 4 April 2023- 4 April 2024

$t$	Price $S(t)$	$R(t)$
0	6.44	-
1	6.42	-0.00311
2	6.42	0.00000
3	6.40	-0.00312
4	6.47	0.01087
...	...	...
248	9.98	-0.02474
249	9.94	-0.00401
250	10.06	0.012000

Sumber : www.yahoofinance.com

Selanjutnya akan ditentukan perhitungan harga saham menggunakan metode Black-Scholes dengan terlebih dahulu menentukan  $d_1$  dan  $d_2$  sebagai berikut.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{10,10}{7,50}\right) + \left(\frac{0,0625 + (0,2824)^2}{2}\right) \times 0,75}{0,2824 \times \sqrt{0,75}} = 1,5309$$

dan

$$d_2 = (1,5309) - 0,2824 \times \sqrt{0,75} = 1,2864$$

sehingga dengan menggunakan persamaan (4) dan (5) diperoleh harga Opsi Call Eropa untuk nomor kontrak MUF240816C00007500 adalah sebesar 3.0179\$, dan harga Opsi Put Eropa sebesar 0.074406\$.

Langkah berikutnya adalah menentukan harga opsi Call Eropa dan opsi Put Eropa dengan metode Trinomial dengan menentukan faktor kenaikan dan faktor penurunan terlebih dahulu, yaitu menggunakan persamaan (6) dan (7).

$$u = e^{0,2824 \times \sqrt{3 \times 0,375}} = 1,0994$$

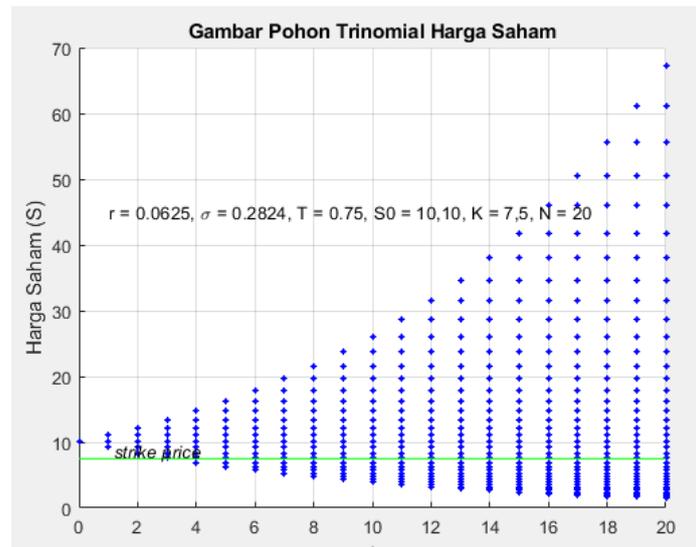
$$d = e^{-0,2824 \times \sqrt{3 \times 0,375}} = 0,9096$$

Nilai  $u$  dan  $d$  tersebut kemudian digunakan untuk mencari probabilitas naik dan probabilitas turun menggunakan persamaan (7) dan (8).

$$P_u = \frac{1}{6} + \left(0,0625 - \frac{1}{2}(0,2824)^2\right) \sqrt{\frac{0,0375}{12(0,2824)^2}} = 0,1711$$

$$P_d = \frac{1}{6} - \left(0,0625 - \frac{1}{2}(0,2824)^2\right) \sqrt{\frac{0,0375}{12(0,2824)^2}} = 0.1622$$

Perhitungan tahap selanjutnya akan menggunakan bantuan software MATLAB, yaitu menggunakan persamaan (9) sampai dengan persamaan (13). Pohon Trinomial perhitungan harga opsi Eropa dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Pohon Trinomial Harga Saham

Berdasarkan perhitungan dengan MATLAB diperoleh harga Opsi Call Eropa dengan menggunakan metode trinomial sebesar 3.0164\$ dan harga Opsi Put Eropa sebesar 0.073023\$. Perbandingan hasil penentuan harga opsi dengan metode Black-Scholes dan Metode Trinomial dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Harga Opsi dengan Metode Trinomial dan Black-Scholes

Methods	Call Options	Put Options
Trinomial	3.0164\$	0.073023\$
Black-Scholes	3.0179\$	0.074406\$
Margin	0,0015\$	0,001383\$

Pada Tabel 2. terlihat bahwa hasil perhitungan harga Opsi Eropa dengan Metode Trinomial sangat mendekati hasil perhitungan harga opsi dengan metode Black-Scholes. Selisih harga opsi antara metode trinomial dan metode Black-Scholes untuk Opsi Call Eropa adalah sebesar 0,0015\$, sedangkan selisih hasil perhitungan harga Opsi Put Eropa antara kedua metode adalah sebesar 0,001383\$. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Puspita (Puspita et al., 2013) yang menyatakan bahwa metode trinomial konvergen terhadap metode Black-Scholes.

## PENUTUP

### Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa metode trinomial dapat digunakan untuk menentukan harga opsi dengan memberikan hasil yang konvergen terhadap metode Black-Scholes. Kedua metode tersebut tentunya memiliki kekurangan

dan kelebihan masing-masing. Metode Black-Scholes memiliki kelebihan mudah dan praktis digunakan karena tidak memerlukan langkah-langkah yang panjang. Di sisi lain metode trinomial memiliki keunggulan lebih bersifat fleksibel dan mudah dimodifikasi. Namun, kekurangan dari metode tersebut adalah harus dilakukan dengan beberapa langkah yang cukup panjang.

Metode trinomial merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan harga opsi saham. Metode ini lebih fleksibel dari pada metode Black-Scholes dan metode binomial. Sifat fleksibilitas metode trinomial sangat cocok untuk diterapkan dalam perhitungan opsi riil. Hal tersebut bisa dijadikan sebagai salah satu pertimbangan untuk penelitian berikutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Benninga, S. (2015). Financial Modeling. In *How to Be an Investment Banker*.  
<https://doi.org/10.1002/9781119204992.ch6>
- BI. (2024). *BI Rate*. <https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/Default.aspx>
- Fabozzi, F. J., & Peterson, P. (2003). *Financial Management & Analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Higham, D. J. (2004). *An Introduction to Financial Option Valuation*. Cambridge University Press.
- Jalaludin, P., Rahman, A., & Gumala, I. (2023). Implementasi Metode Fuzzy Black-Scholes Real Options Valuation pada Rencana Investasi Smelter Nikel. *KUBIK: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, 8(2), 110–118.  
<https://doi.org/10.15575/kubik.v8i2.29738>
- Jalaludin, P., & Romantica, K. P. (2023). *Estimasi Nilai Proyek Bioteknologi dengan Metode Learning Options yang Dimodifikasi*. 3(1).  
<https://journal.ebisma.net/index.php/ojs/article/view/30/26>
- Jiang, L. (2003). *Mathematical Modeling and Methods of Option Pricing*. World Scientific Publishing.  
[https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=in9pFmoGTyoC&oi=fnd&pg=PP1&dq=option+pricing+METHODS&ots=NJxwYlwc5X&sig=Cq0KYSKXY8itviR2g7gHbQvw3HI&redir\\_esc=y#v=onepage&q=option+pricing+METHODS&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=in9pFmoGTyoC&oi=fnd&pg=PP1&dq=option+pricing+METHODS&ots=NJxwYlwc5X&sig=Cq0KYSKXY8itviR2g7gHbQvw3HI&redir_esc=y#v=onepage&q=option+pricing+METHODS&f=false)
- Kiprotich Langat, K., Ivivi Mwaniki, J., & Korir Kiprop, G. (2019). Pricing Options Using Trinomial Lattice Method. *Journal of Finance and Economics*, 7(3), 81–87.  
<https://doi.org/10.12691/jfe-7-3-1>
- Lilyana, D., Subartini, B., Riaman, & Supriatna, A. K. (2021). Calculation of call option using trinomial tree method and black-scholes method case study of Microsoft Corporation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1722(1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1722/1/012064>
- Mooy, M. N., Rusgiyono, A., & 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>

Nadia, S., Sulistianingsih, E., & Imro'ah, N. (2018). Penentuan Harga Opsi Tipe Eropa Dengan Metode Binomial. *Bimaster*, 07(2), 127–134.

Puspita, E., Agustina, F., & Sispiyati, R. (2013). Convergence Numerically of Trinomial Model in European Option Pricing. *International Research Journal of Business Studies*, 6(3), 195–201. <https://doi.org/10.21632/irjbs.6.3.195-201>

Sidarto, K. A., Syamsuddin, M., & Sumarti, N. (2019). *Matematika Keuangan* (1st ed.). ITB Press.

Yahoo Finance. (2024). *Yahoo Finance: Mitsubishi UFJ Financial Group, Inc. (MUFG)*. <https://finance.yahoo.com/quote/MUFG/history/>