

Aplikasi model black-scholes dalam penentuan harga opsi Eropa saham bbni menggunakan matlab

Rina Alifatul Muthola'a

Program studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
e-mail: *rinalifamu22@gmail.com

Kata Kunci:

Opsi, Saham, Bank Negara Indonesia, Model Black-Scholes, MATLAB.

Keywords:

Option, Stock, Bank Negara Indonesia, Black-Scholes Model, MATLAB.

ABSTRAK

Opsi merupakan salah satu perjanjian keuangan yang memberikan hak kepada pemegangnya untuk melakukan pembelian atau penjualan aset dasar pada harga dan waktu tertentu yang telah disepakati. Penelitian ini berfokus pada penentuan harga opsi saham PT Bank Negara Indonesia (BBNI) dengan menerapkan Model Black-Scholes. Model Black-Scholes diperkenalkan oleh Fisher Black dan Myron Scholes pada tahun 1973 sebagai pendekatan analitik dalam menghitung harga opsi tipe Eropa dengan asumsi tidak terdapat pembayaran dividen, tidak ada biaya transaksi, tingkat bunga bebas risiko bersifat tetap, serta perubahan harga saham mengikuti pola acak. Parameter yang digunakan dalam perhitungan meliputi d_1 dan d_2 yang digunakan dalam fungsi distribusi normal kumulatif untuk

menghitung harga opsi beli dan opsi jual tipe Eropa. Data harga saham yang digunakan adalah data historis saham Bank Negara Indonesia dalam periode 1 Agustus 2025 hingga 31 Agustus 2025. Proses simulasi model dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak MATLAB untuk menghitung harga opsi dengan Model Black-Scholes. Hasil simulasi menunjukkan bahwa Model Black-Scholes dapat digunakan untuk memperoleh estimasi harga opsi Eropa pada saham BBNI. Penelitian ini mengindikasikan bahwa Model Black-Scholes dengan bantuan software MATLAB dapat diaplikasikan secara efektif dan efisien untuk memperkirakan harga opsi saham BBNI.

ABSTRACT

An option is a financial agreement that provides its holder with the right to carry out a purchase or sale of an underlying asset at an agreed price and period. This research examines the pricing of European options on PT Bank Negara Indonesia (BBNI) shares by applying the Black-Scholes Model. The Black-Scholes Model, introduced by Fisher Black and Myron Scholes in 1973, is an analytical approach commonly used to value European options. The model is based on several assumptions, including the absence of dividend payments, no transaction costs, a constant risk-free interest rate, and random stock price movements. In the calculation process, the parameters d_1 and d_2 are determined and then applied to the cumulative normal distribution function to obtain the values of European call and put options. The data used in this study consist of historical BBNI stock prices from August 1, 2025, to August 31, 2025. The computation was conducted using MATLAB software to estimate option prices based on the Black-Scholes Model. The results indicate that the Black-Scholes Model can be applied to estimate European option prices on BBNI shares. Therefore, the use of the Black-Scholes Model supported by MATLAB provides an effective and efficient approach for estimating BBNI stock option prices.

Pendahuluan

Pasar modal memperjualbelikan berbagai instrumen keuangan meliputi saham, obligasi, reksa dana, dan jenis instrumen keuangan lainnya. Di antara instrumen tersebut, saham menjadi salah satu instrumen keuangan yang paling diminati dan



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

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

terkenal dikalangan investor karena berpotensi untuk memberikan peluang keuntungan yang menarik (Rusdianingrum, 2015). Pasar modal merupakan tempat di mana transaksi berbagai instrumen keuangan jangka panjang berlangsung, baik berupa instrumen kepemilikan seperti saham maupun obligasi, yang diterbitkan baik oleh institusi pemerintah maupun perusahaan swasta. Selain saham dan obligasi, pasar modal juga memperjualbelikan berbagai produk seperti warran, right, obligasi yang dapat dikonversi, serta berbagai produk derivatif lainnya, termasuk opsi jual atau opsi beli (Syahaza, Celianita, & Talitha, 2024).

Derivatif merupakan instrumen keuangan yang nilai pasarannya tergantung pada aset dasar yang menjadi acuannya. Beberapa bentuk instrumen derivative yang umum dikenal antara lain kontrak berjangka, kontrak forward, dan kontrak opsi (Rusdianingrum, 2015). Opsi saham memberikan hak kepada pemilik opsi untuk membeli atau menjual suatu aset dari pemegang opsi saham kepada pembeli opsi saham saat menjalankan hak tersebut. Pembeli opsi saham mendapatkan hak, yang terdiri dari hak untuk membeli aset yang dikenal sebagai opsi beli atau *call option* dan hak untuk menjual aset kepada pemegang opsi saham dengan harga yang telah disepakati yang disebut opsi jual atau *put option* (Anam, 2024). Saat ini, metode muncul untuk menghitung harga opsi. Metode penentuan harga opsi secara umum terdiri atas metode analitik dan metode numerik. Salah satu metode analitik yang sering digunakan untuk menghitung harga opsi adalah Model Black-Scholes (Anam, 2024). Model ini adalah model matematika yang dikembangkan oleh Fisher Black dan Myron Scholes untuk menghitung harga opsi (Syahaza, Celianita, & Talitha, 2024). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Model Black-Scholes dalam menghitung harga opsi Eropa saham PT Bank Negara Indonesia (BBNI) selama bulan Agustus 2025.

Landasan Teori

Return Harga Saham

Return saham adalah tingkat pengembalian atau keuntungan yang diperoleh oleh para investor karena aktivitas investasi mereka dilakukan. Besaran nilai return dapat bernilai positif maupun negatif, yang mencerminkan tingkat keuntungan yang didapatkan sesuai dengan kondisi nyata dari aset yang diinvestasikan (Nissa, Satyahadewi, & Perdana, 2020). Pada penelitian ini, perhitungan return saham dilakukan dengan metode Log Return. Log return, yang dikenal juga sebagai *continuously compounded return*, dapat dinotasikan sebagai berikut (Zubedi, Oroh, & Aliu, 2020):

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

dengan R_t menunjukkan return saham pada periode ke- t , S_t merupakan harga saham pada periode ke- t , dan S_{t-1} adalah harga saham sebelumnya, yaitu pada waktu $t-1$.

Volatilitas Return Saham

Volatilitas menggambarkan besarnya pergerakan harga saham dalam jangka periode tertentu. Semakin tinggi nilai volatilitas, maka semakin besar kemungkinan harga saham mengalami perubahan, baik mendapatkan keuntungan maupun mengalami kerugian (Zubedi, Oroh, & Aliu, 2020). Volatilitas return yang biasanya dilambangkan dengan σ , adalah standar deviasi atau simpangan baku dari log return saham dalam periode tahunan (Nissa, Satyahadewi, & Perdana, 2020). Salah satu pendekatan yang umum digunakan untuk memperkirakan volatilitas return saham adalah volatilitas historis. Pendekatan ini berasumsi bahwa pola pergerakan harga saham di periode sebelumnya dapat memberikan gambaran perubahan harga saham pada periode berikutnya. Volatilitas tahunan dari harga saham dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Nadia, Sulistianingsih, & Imro'ah, 2018):

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

$$= s \times \sqrt{k}$$

dengan s sebagai standar deviasi *return* harian dan k adalah jumlah hari perdagangan dalam satu bulan. Jika datanya harian maka periode adalah $k = 21$ hari.

Parameter Model Black-Scholes

Penetapan harga opsi Black-Scholes merupakan salah satu model yang digunakan untuk menghitung nilai opsi berdasarkan beberapa faktor, yaitu harga saham saat ini, harga pelaksanaan, waktu jatuh tempo, tingkat bunga bebas risiko, dan volatilitas saham (Yuliarni, Nugraha, Sari, & Maulana, 2021). Faktor-faktor tersebut selanjutnya digunakan dalam perhitungan parameter d_1 dan d_2 pada model Black-Scholes (Mooy, Rusgiyono, & Rahmawati, 2017).

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

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

Parameter S_0 menunjukkan harga saham saat ini, sedangkan r menyatakan besaran suku bunga yang didapatkan dari rata-rata return saham. Sementara itu, T menunjukkan waktu jatuh tempo opsi dalam satuan tahun, dan parameter σ adalah tingkat volatilitas harga saham (Mooy, Rusgiyono, & Rahmawati, 2017).

Fungsi Distribusi Normal Kumulatif

Jika pada saat jatuh tempo (S_T) harga saham mengikuti distribusi Lognormal, maka $X = \ln(S_T)$ dapat dikatakan berdistribusi normal, dan dirumuskan sebagai berikut:

$$S_T \sim LN(\mu, \sigma^2)$$

$$X = \ln(S_T) \sim N(\mu_0, \sigma_0^2)$$

μ_0 adalah nilai rata-rata dari $\ln S_T$ dan σ_0^2 adalah variansi dari $\ln S_T$ dimana:

$$\mu_0 = \ln S_0 + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T$$

$$\sigma_0^2 = \sigma^2 T$$

S_0 menyatakan harga saham pada saat ini. Adapun fungsi kepadatan probabilitas S_T yang mengikuti distribusi Lognormal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$f(S_T) = \begin{cases} \frac{1}{S_T \sigma \sqrt{T} \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln S_T - \left[\ln S_0 + \left(r - \frac{\sigma^2}{2} \right) T \right]}{\sigma \sqrt{T}} \right)^2 \right), & S_T > 0 \\ 0, & S_T \leq 0 \end{cases}$$

Menurut Black & Scholes (1973), persamaan harga opsi beli tipe Eropa adalah sebagai berikut:

$$C = e^{-rT} E[\max\{0, S_T - K\}]$$

$$= S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2)$$

Sedangkan persamaan harga opsi jual tipe Eropa adalah sebagai berikut:

$$P = e^{-rT} E[\max\{0, K - S_T\}]$$

$$= Ke^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$

dengan C menyatakan harga opsi beli (*call option*), sedangkan P menyatakan harga opsi jual (*put option*). Nilai $N(d_1)$ dan $N(d_2)$ merupakan fungsi distribusi normal kumulatif (CDF) dari distribusi normal standar untuk d_1 dan d_2 (Mooy, Rusgiyono, & Rahmawati, 2017).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa harga penutupan harian saham yang diambil dari situs www.investing.com. Data yang digunakan berupa harga saham harian PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk dengan kode saham BBNI selama periode bulan Agustus 2025. Untuk memperoleh hasil nilai opsi saham, penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pengambilan data harga saham harian dari situs www.investing.com (diakses pada tanggal 1 Mei 2026).
2. Menghitung return saham harian menggunakan perangkat lunak MATLAB.
3. Menetapkan harga saham awal (S_0), harga kesepakatan (K), tingkat bunga (r), volatilitas (σ), dan waktu jatuh tempo (T) menggunakan perangkat lunak MATLAB

4. Menghitung nilai dari parameter Model Black-Scholes yaitu d_1 dan d_2 menggunakan perangkat lunak MATLAB.
5. Menghitung harga opsi beli dan opsi jual Eropa menggunakan Model Black-Scholes dengan bantuan perangkat lunak MATLAB.
6. Menvisualisasikan hasil perhitungan dalam bentuk grafik plot untuk menggambarkan nilai opsi menggunakan pemrograman Python Google Colab.
7. Menginterpretasikan dan menganalisis hasil simulasi.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Perhitungan Return Saham BBNI Menggunakan MATLAB

Hasil dari perhitungan *return* saham BBNI diperoleh berdasarkan data harga saham selama periode penelitian yang disajikan dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Return Saham

Tanggal	Harga	Return
01/08/2025	4.010	-
04/08/2025	4.010	0
05/08/2025	4.220	0,051044
06/08/2025	4.100	-0,02885
07/08/2025	4.120	0,004866
08/08/2025	4.070	-0,01221
11/08/2025	4.200	0,031442
12/08/2025	4.360	0,037388
13/08/2025	4.370	0,002291
14/08/2025	4.390	0,004566
15/08/2025	4.370	-0,00457
19/08/2025	4.330	-0,0092
20/08/2025	4.430	0,022832
21/08/2025	4.490	0,013453
22/08/2025	4.390	-0,02252
25/08/2025	4.450	0,013575
26/08/2025	4.540	0,020023
27/08/2025	4.450	-0,02002
28/08/2025	4.460	0,002245
29/08/2025	4.380	-0,0181

Hasil Perhitungan Parameter Dasar untuk Opsi Saham BBNI Menggunakan MATLAB

Perhitungan harga opsi dengan Model Black-Scholes dipengaruhi oleh beberapa parameter dasar, yaitu harga saham awal (S_0), harga kesepakatan (K), tingkat bunga (r), volatilitas (σ), dan waktu jatuh tempo (T), Tabel 2 berikut menampilkan nilai yang digunakan dalam perhitungan harga opsi:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Parameter Dasar

Parameter	Nilai
Harga saham awal (S_0)	4.380
Strike Price (K)	4.306
Rata-rata return (r)	0,00465
Volatilitas (σ)	0,09809
Waktu jatuh tempo (T)	1

Hasil Perhitungan Parameter Model Black-Scholes Menggunakan MATLAB

Langkah selanjutnya adalah menghitung parameter Model Black-Scholes untuk data saham BBNI yang hasilnya disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Parameter Model untuk Saham

Parameter Black-Scholes	
d_1	0,27012
d_2	0,17203
$N(d_1)$	0,60646
$N(d_2)$	0,56829
$N(-d_1)$	0,39354
$N(-d_2)$	0,43171

Hasil Perhitungan Nilai Opsi Saham BBNI Menggunakan MATLAB

Hasil dari perhitungan nilai opsi jual dan opsi beli Eropa dengan menggunakan Model Black-Scholes disajikan pada Tabel 4 berikut:

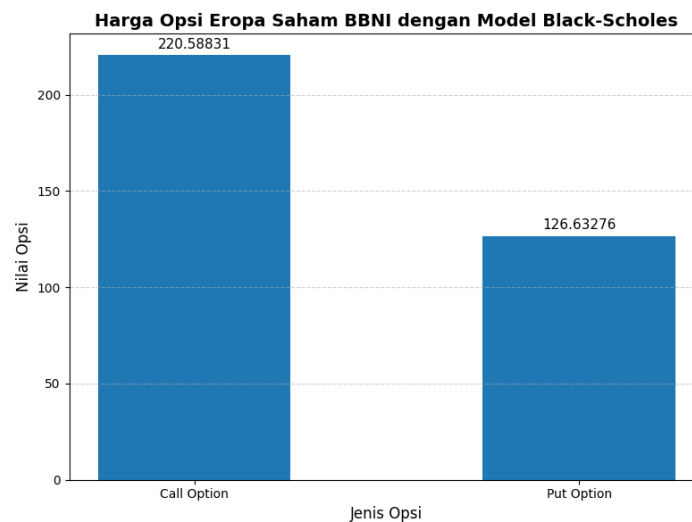
Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai Opsi Saham

Jenis Opsi	Nilai
Call Option	220,58831
Put Option	126,63276

Hasil Grafik Nilai Opsi Saham BBNI Menggunakan Python Google Colab

Visualisasi hasil perhitungan harga opsi Eropa saham BBNI menggunakan Model Black-Scholes disajikan dalam bentuk grafik batang. Grafik ini digunakan untuk

membandingkan nilai opsi beli dan opsi jual berdasarkan parameter yang telah ditentukan yang disajikan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Grafik Opsi Beli dan Opsi Jual Eropa Model Black-Scholes

Berdasarkan grafik tersebut, harga opsi beli sebesar 220,58831, sedangkan harga opsi jual sebesar 126,63276. Nilai opsi beli yang lebih tinggi dibandingkan opsi jual menunjukkan bahwa berdasarkan parameter yang digunakan, peluang keuntungan pada opsi beli lebih besar daripada opsi jual. Hal ini dapat terjadi karena harga saham awal ($S_0 = 4.380$) lebih tinggi daripada harga pelaksanaan ($K = 4.306$), sehingga opsi beli berada dalam kondisi menguntungkan atau *in the money*. Dengan demikian, Model Black-Scholes memberikan estimasi bahwa opsi beli memiliki nilai teoritis yang lebih besar dibandingkan opsi jual pada saham BBNI.

Analisis Hasil

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan Model Black-Scholes, diperoleh bahwa harga opsi beli Eropa sebesar 220,58831 dan opsi jual Eropa sebesar 126,63276 pada saat kontrak dimulai. Pada saat jatuh tempo, terdapat beberapa skenario eksekusi yang perlu dipertimbangkan. Untuk opsi beli, Jika harga saham BBNI melebihi harga kesepakatan ($K = 4.306$), maka opsi beli dapat dieksekusi. Pemegang opsi akan membeli saham pada harga 4.306, kemudian menjualnya dipasar dengan harga yang lebih tinggi. Opsi ini akan memberikan keuntungan apabila dieksekusi ketika harga saham BBNI berada di atas harga kesepakatan sebesar 4.526,58831, yaitu hasil penjumlahan dari harga kesepakatan dan nilai opsi beli. Dalam kondisi tersebut, pemegang opsi memperoleh keuntungan karena dapat membeli saham pada harga kesepakatan yang lebih rendah daripada harga pasar dan menjualnya dengan harga pasar.

Sebaliknya, untuk opsi jual akan lebih menguntungkan apabila harga saham berada dibawah harga kesepakatan ($K = 4.306$) karena pada saat itu pemegang opsi jual dapat menjual saham dengan harga kesepakatan yang lebih tinggi daripada harga pasar yang sedang turun. Pemegang opsi jual akan mendapatkan keuntungan apabila dieksekusi ketika harga saham berada dibawah 4.179,36724, yaitu hasil pengurangan antara harga kesepakatan dan nilai opsi jual. Dalam kondisi tersebut, pemegang opsi dapat

memperoleh keuntungan dari menjual saham pada harga kesepakatan yang lebih tinggi daripada harga pasar. Secara keseluruhan, hasil simulasi terhadap saham BBNI membuktikan bahwa Model Black-Scholes, opsi beli memiliki nilai teoritis yang lebih besar dibandingkan opsi jual pada saham BBNI.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan analisis hasil simulasi menggunakan Model Black-Scholes terhadap opsi saham BBNI selama bulan Agustus 2025, dapat disimpulkan bahwa metode ini terbukti efektif dalam menentukan estimasi harga wajar opsi Eropa. Simulasi menunjukkan pola konvergensi yang jelas, di mana nilai opsi beli stabil pada 220,58831 dan opsi jual pada 126,63276. Nilai opsi beli yang lebih tinggi dibandingkan opsi jual menunjukkan bahwa opsi beli memiliki nilai teoritis yang lebih dominan, karena harga saham awal BBNI lebih tinggi daripada harga kesepakatan. Dari perspektif strategi eksekusi, opsi beli menjadi menguntungkan jika harga saham melebihi 4.526,58831, sedangkan opsi jual menguntungkan ketika harga saham berada di bawah 4.179,36724. Hasil ini tidak hanya menegaskan keandalan Model Black-Scholes sebagai alat penilaian opsi, tetapi juga memberikan dasar kuantitatif yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan investasi, khususnya dalam menentukan waktu eksekusi yang optimal berdasarkan kondisi pasar yang diharapkan.

Daftar Pustaka

- Anam, M. A. (2024). Pemodelan Matematika Opsi Saham dengan Menggunakan Black-Scholes. *Math Unesa*.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/mathunesa/article/view/58794>
- Asnawi, M. H., & Aziz, A. (2021). Metode Enhanced Trinomial Pada Aproksimasi Numerik Pada Barrier Options Pricing. *Jurnal Riset Mahasiswa Matematika*, 23-31.
https://www.researchgate.net/publication/355589237_Metode_Enhanced_Trinomial_Pada_Aproksimasi_Numerik_Pada_Barrier_Options_Pricing
- Aziz, A. (2009). Empat Model Aproksimasi Binomial Harga Saham Model Black-Scholes. *Cauchy: Jurnal Matematika dan Aplikasi*. <http://repository.uin-malang.ac.id/3679/2/3679.pdf>
- Istiqomah, & Aziz, A. (2014). Analisis Metode Binomial Dipercepat pada Perhitungan Harga Opsi Eropa. *Cauchy: Jurnal*. <https://repository.uin-malang.ac.id/2388/8/2388.pdf>
- Mooy, M. N., Rusgiyono, A., & Rahmawati, R. (2017). Penentuan Harga Opsi Put dan Call Tipe Eropa terhadap Saham Menggunakan Model Black-Scholes. *Jurnal Gaussian*.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/article/view/19344>
- Nadia, S., Sulistianingsih, E., & Imro'ah, N. (2018). Penentuan Harga Opsi Tipe Eropa dengan Metode Binomial. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, 127-134.
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jbmstr/article/view/24882/75676576284>

- Nissa, Q., Satyahadewi, N., & Perdana, H. (2020). Penentuan Harga Opsi Beli Tipe Eropa Menggunakan Metode Trinomial. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, 367-386.
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jbmstr/article/view/41045/75676586113>
- Rusdianingrum, A. (2015). Aplikasi Penentuan Harga Opsi Tipe Eropa dengan Menggunakan Model Black-Scholes. *Jurnal Ilmu dan Riset Manajemen*.
<https://jurnalmahasiswa.stiesia.ac.id/index.php/jirm/article/view/3199/3215>
- Syahaza, N. B., Celianita, R. B., & Talitha, E. (2024). Prediksi Harga dan Opsi Saham Menggunakan Metode Geometric Brownian Motion dan Black-Scholes. *Seminar Nasional Aktuaria III*.
<https://prosidingnsa.statistics.unpad.ac.id/?journal=prosidingnsa&page=article&op=view&path%5B%5D=405&path%5B%5D=380>
- Yuliarni, N., Nugraha, Sari, M., & Maulana, Y. (2021). Penentuan Harga Opsi Put dan Call terhadap Saham Sony dengan Menggunakan Model Black-Scholes. *Jurnal Ekonomi Akuntansi dan Manajemen*.
<https://journal.uniku.ac.id/index.php/jeam/article/view/5426>
- Zubedi, F., Oroh, F. A., & Aliu, M. A. (2020). Penentuan Harga Call Opsi Eropa Menggunakan Model Black-Scholes, Antithetic Variate dan Binomial. *Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika*, 74-81.
<https://journal.unesa.ac.id/index.php/jram/article/view/9382>