

Aplikasi model binomial dalam penentuan harga opsi eropa saham pt bank negara indonesia tbk (bbni)

Rina Alifatul Muthola'ah

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

Kata Kunci:

Opsi, Saham, Bank Negara Indonesia, Model Binomial, MATLAB.

Keywords:

Option, Stock, Bank Negara Indonesia, Binomial Model, MATLAB.

ABSTRAK

Opsi merupakan kontrak yang memberikan hak kepada pembelinya untuk membeli atau menjual aset dasar pada harga dan waktu yang telah ditetapkan. Penelitian ini berfokus pada penentuan harga opsi saham PT Bank Negara Indonesia (BBNI) dengan menggunakan Model Binomial. Metode ini memodelkan pergerakan harga saham di masa depan dengan mengasumsikan dua kemungkinan, yaitu naik atau turun, dalam setiap langkah periodenya. Data harga saham yang digunakan adalah data historis Telkom Indonesia dalam periode 1 Agustus 2025 hingga 31 Agustus 2025. Parameter-parameter perhitungan seperti probabilitas (p), faktor naik (u), dan faktor turun (d) ditentukan

berdasarkan data tersebut. Proses simulasi model dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak MATLAB untuk menghitung harga opsi dengan Model Binomial. Hasil simulasi menunjukkan nilai harga opsi yang konvergen seiring bertambahnya jumlah langkah. Penelitian ini mengindikasikan bahwa Model Binomial dengan bantuan MATLAB dapat diaplikasikan secara efektif dan efisien untuk memperkirakan harga opsi saham BBNI Indonesia.

ABSTRACT

An option is a contract that grants its buyer the right to buy or sell an underlying asset at a predetermined price and time. This research focuses on determining the stock option price of PT Bank Negara Indonesia (BBNI) using the Binomial Model. This method models future stock price movements by assuming two possibilities in each periodic step: an increase or a decrease. The stock price data used is the historical data of Telkom Indonesia from August 1, 2025, to August 31, 2025. Calculation parameters such as the probability (p), up factor (u), and down factor (d) were determined based on this data. The model simulation was conducted using MATLAB software to compute the option price via the Binomial Model. The simulation results demonstrate that the calculated option price converges as the number of steps increases. This study indicates that the Binomial Model, facilitated by MATLAB, can be effectively and efficiently applied to estimate the option price of BBNI stock.

Pendahuluan

Perkembangan pasar modal di Indonesia yang semakin berintegrasi dengan pasar keuangan global membutuhkan ketersediaan sumber daya manusia yang memiliki pengetahuan dan keterampilan dasar dalam teori investasi. Investasi dapat diartikan sebagai penempatan modal dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan di masa depan bagi pemilik modal tersebut. Dalam prakteknya, penempatan modal terdapat beberapa instrumen keuangan, salah satunya adalah kontrak. Kontrak yang nilai ekonominya ditentukan oleh nilai aset yang menjadi dasar perjanjian dikenal sebagai kontrak derivatif (Nissa, Satyahadewi, & Perdana, 2020). Beragam jenis bentuk



instrumen derivatif meliputi kontrak forward, kontrak berjangka. dan opsi (Nadia, Sulistianingsih, & Imro'ah, 2018). Opsi merupakan sebuah kesepakatan yang memberikan hak pada pemegang kontrak untuk membeli atau menjual suatu aset, dengan harga kesepakatan yang telah disetujui untuk jangka waktu tertentu. Pihak yang mendapatkan hak ini disebut sebagai pembeli opsi atau pemegang opsi, sementara pihak yang menjual opsi dan berkewajiban bertanggung-jawab atas keputusan pembeli opsi mengenai kapan opsi tersebut akan digunakan disebut sebagai penerbit opsi. Batas waktu berakhirnya opsi dikenal sebagai waktu jatuh tempo, sedangkan harga aset yang disepakati oleh penerbit opsi dan pembeli opsi disebut harga kesepakatan (strike price) (Sofiyati, 2020).

Opsi beli adalah sebuah opsi yang memberikan hak kepada pembeli opsi untuk membeli saham tertentu dari penjual opsi pada harga yang telah disepakati dalam jangka waktu tertentu. Di sisi lain, Opsi jual adalah opsi yang memberikan hak kepada pemegang opsi untuk menjual sejumlah saham dari perusahaan tertentu kepada penjual opsi pada harga yang telah disepakati dalam jangka waktu tertentu. Berdasarkan kapan opsi tersebut dilaksanakan, opsi dibagi menjadi dua kategori yaitu opsi tipe Eropa dan opsi tipe Amerika. Opsi tipe Eropa adalah opsi yang hanya dapat dieksekusi pada saat jatuh tempo, sedangkan opsi tipe Amerika adalah opsi yang bisa dieksekusi pada saat jatuh tempo atau bahkan sebelumnya (Nadia, Sulistianingsih, & Imro'ah, 2018). Untuk penentuan harga opsi Eropa, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, salah satunya adalah pendekatan Binomial. Perhitungan harga opsi tipe Eropa dengan model Binomial mengacu pada pergerakan harga saham yang bersifat diskrit, yaitu kemungkinan harga saham mengalami kenaikan atau harga saham mengalami penurunan (Maulida, Siswanah, & Nisa, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis harga opsi beli Eropa dan opsi jual Eropa menggunakan Model Binomial dengan bantuan perangkat lunak MATLAB pada data harga saham PT Bank Negara Indonesia (BBNI) selama bulan Agustus 2025.

Landasan Teori

Return Harga Saham

Return saham merupakan tingkat pengembalian atau keuntungan yang didapatkan oleh investor akibat dari aktivitas investasi yang dilakukan. Nilai return dapat bernilai positif maupun negatif, yang menggambarkan tingkat keuntungan atau pengembalian yang diperoleh sesuai keadaan nyata dari aset yang diinvestasikan (Nissa, Satyahadewi, & Perdana, 2020). Return saham dihitung menggunakan log return dengan persamaan sebagai berikut:

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

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

Volatilitas Return Saham

Volatilitas return yang dilambangkan dengan σ , adalah standar deviasi atau simpangan baku dari log return saham dalam periode tahunan. Volatilitas ini digunakan untuk menilai tingkat risiko suatu saham (Nissa, Satyahadewi, & Perdana, 2020). Salah satu pendekatan yang umum digunakan untuk memperkirakan volatilitas return saham adalah volatilitas history, yaitu volatilitas yang ditentukan berdasarkan harga saham pada periode sebelum-sebelumnya. Pendekatan ini didasarkan dengan asumsi bahwa pola pergerakan harga saham di masa lalu bisa mencerminkan perilaku harga saham di masa depan. Volatilitas tahunan dari harga saham dihitung menggunakan rumus berikut (Nadia, Sulistianingsih, & Imro'ah, 2018):

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

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 Binomial

Dalam Model Binomial terdapat tiga parameter yang berpengaruh yaitu, peluang kenaikan (p), faktor naik (u), dan faktor turun (d). Penentuan parameter tersebut memerlukan langkah-langkah, yaitu menentukan banyaknya langkah waktu (M) dan panjang selang waktu $\left(\Delta t = \frac{T}{M}\right)$ (Aziz, 2009). Parameter p , u , dan d dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}, \quad d = \frac{1}{u} = \frac{1}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}} = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}, \quad \text{dan} \quad p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}$$

dengan r menyatakan tingkat suku bunga yang diperoleh dari rata-rata return harga saham.

Opsi Beli dan Opsi Jual Tipe Eropa

Penentuan harga opsi tipe Eropa dapat dilakukan setelah mengetahui harga saham pada saat jatuh tempo. Untuk memperoleh harga saham pada saat waktu jatuh tempo, diperlukan harga saham awal (S_0) yang kemudian dimodelkan menggunakan pendekatan binomial (Maulida, Siswanah, & Nisa, 2019). Dimisalkan harga saham pada waktu jatuh tempo $T = n \cdot \Delta t = t_n$ terdapat $n+1$ kemungkinan harga saham, yang dinyatakan sebagai $S_{(n,j)}$ untuk $j = 0, 1, \dots, n$. Untuk setiap kemungkinan harga saham pada saat jatuh tempo dalam model binomial n langkah dapat dirumuskan sebagai:

$$S_{(n,j)} = S_0 u^j d^{n-j}$$

dengan peluang terjadinya masing-masing harga saham dinyatakan oleh $\binom{n}{j} p^j (1-p)^{n-j}$ untuk $j = 0, 1, \dots, n$. Nilai payoff dari opsi saat jatuh tempo t_n menjadi:

$$C_T = \text{maks}(S_T - K, 0) \text{ untuk opsi beli}$$

$$P_T = \text{maks}(K - S_T, 0) \text{ untuk opsi jual}$$

Metode Penelitian

Sumber data dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari situs www.investing.com yang menyediakan data historis harga saham harian. Data yang digunakan berupa data harga saham harian PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk (kode saham: BBNI) selama periode bulan Agustus 2025. Untuk memperoleh hasil nilai opsi saham, penelitian ini melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pengambilan data harga saham acuan dari situs www.investing.com (diakses pada tanggal 31 Oktober 2025).
2. Menghitung return saham harian menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel.
3. Menentukan harga saham awal (S_0), harga kesepakatan (K), waktu jatuh tempo (T), tingkat bunga (r), dan volatilitas (σ).
4. Menghitung nilai dari parameter Model Binomial yaitu u , d dan p menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel.
5. Menentukan harga opsi beli Eropa dan opsi jual Eropa menggunakan Model Binomial dengan bantuan perangkat lunak MATLAB.
6. Menvisualisasikan hasil perhitungan dalam bentuk grafik plot untuk menggambarkan nilai opsi menggunakan pemrograman Python.
7. Menginterpretasikan dan menganalisis hasil simulasi.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Perhitungan Return Saham BBNI

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

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

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

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 Binomial untuk Saham

Hasil estimasi parameter Model Binomial untuk data saham BBNI di hitung dan disajikan pada tabel berikut:

M	Δt	u	d	p
8	0,12500000	1,03528761	0,96591517	0,49970340
16	0,06250000	1,02482508	0,97577627	0,49978970
32	0,03125000	1,01749084	0,98280983	0,49985109
64	0,01562500	1,01233645	0,98781389	0,49989463
128	0,00781250	1,00870751	0,99136766	0,49992547
256	0,00390625	1,00614932	0,99388827	0,49994729
512	0,00195313	1,00434432	0,99567447	0,49996272
1024	0,00097656	1,00306995	0,99693945	0,49997364
2048	0,00048828	1,00216980	0,99783489	0,49998136
4096	0,00024414	1,00153380	0,99846855	0,49998682
8192	0,00012207	1,00108431	0,99891686	0,49999068
16384	0,00006104	1,00076660	0,99923398	0,49999341
32768	0,00003052	1,00054201	0,99945828	0,49999534
65536	0,00001526	1,00038323	0,99961692	0,49999671
131072	0,00000763	1,00027097	0,99972910	0,49999767

Hasil Perhitungan Nilai Opsi Saham BBNI Menggunakan MATLAB

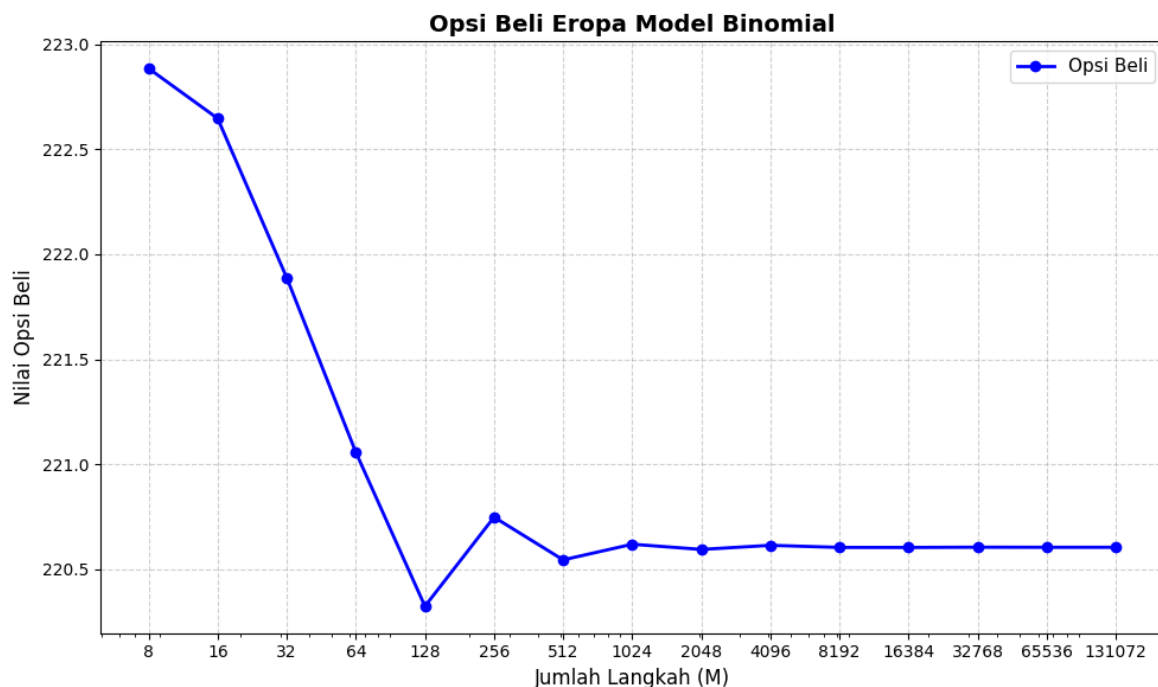
Hasil perhitungan nilai opsi jual Eropa dan opsi beli Eropa dengan menggunakan Model Binomial disajikan pada Tabel 3.4 berikut:

M	Opsinya Beli	Opsinya Jual
8	222,885348353717	128,908929522496
16	222,646964194783	128,670545363567
32	221,888125001543	127,911706170317
64	221,056918400652	127,080499569439
128	220,323461144084	126,347042312843
256	220,747787365859	126,771368534755
512	220,544348497417	126,567929666044
1024	220,618890711945	126,642471880390
2048	220,594021983683	126,617603152115
4096	220,613637874966	126,637219044865
8192	220,603645864251	126,627227033939

16384	220,603450456026	126,627031619696
32768	220,604653546815	126,628234715265
65536	220,604172344274	126,627753523190
131072	220,604206265462	126,627787465306

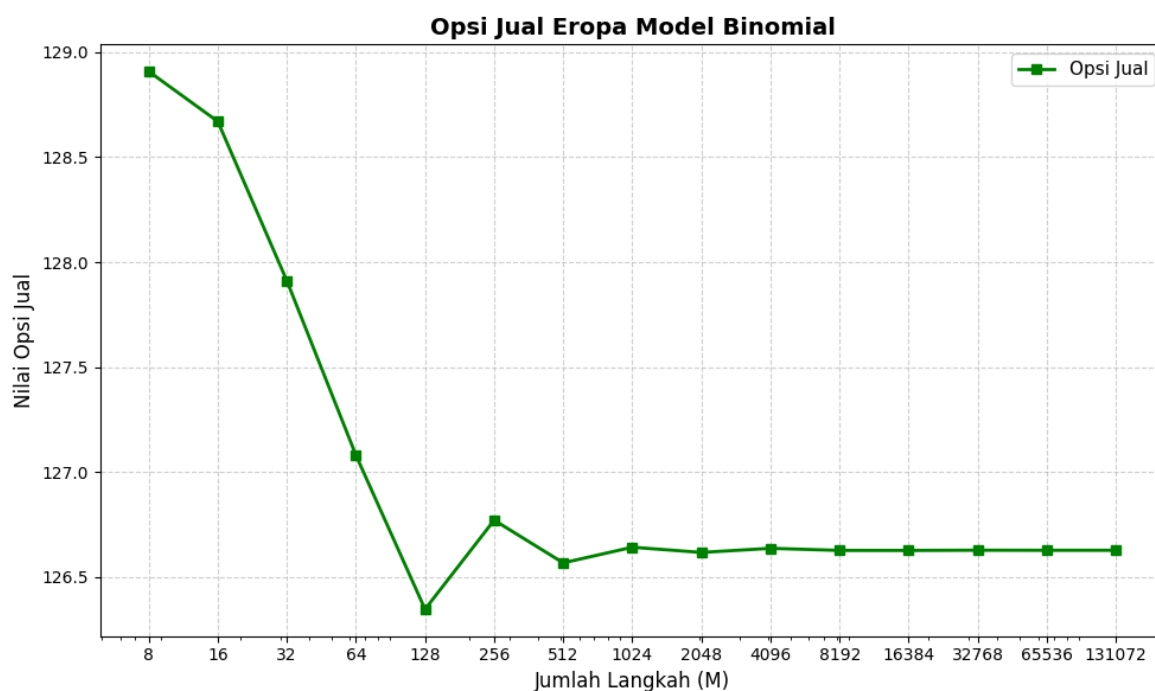
Hasil Grafik Nilai Opsi Saham BBNI Menggunakan Python

Grafik konvergensi harga opsi beli dan opsi jual yang dihitung menggunakan Model Binomial menunjukkan pola konvergensi seiring dengan peningkatan jumlah langkah waktu (M) disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2 hasil visualisasi grafik sebagai berikut:



Gambar 1 Grafik Opsi Beli Eropa Model Binomial

Berdasarkan hasil simulasi pada grafik opsi beli Eropa Model Binomial, teramati bahwa nilai European call option yang dihitung menggunakan Model binomial menunjukkan pola konvergensi seiring dengan peningkatan jumlah langkah waktu (M). Pada nilai M yang rendah (8-128), harga opsi beli masih menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan antara 222,8853 hingga 220,3235. Namun, ketika M ditingkatkan di atas 256, nilai opsi beli mulai stabil dan mendekati angka konvergen. Konvergensi tercapai dengan jelas pada $M = 65.536$ dan $M = 131.072$, di mana nilai opsi beli bertahan pada 220,6042 (dengan empat angka di belakang koma). Hasil ini menunjukkan bahwa model Binomial mampu memberikan estimasi harga opsi beli yang konsisten dan akurat ketika jumlah langkah yang digunakan cukup besar. Selanjutnya hasil visualisasi yang serupa untuk nilai opsi beli Eropa dengan variasi langkah waktu (M) yang sama dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2 Grafik Opsi Jual Eropa Model Binomial

Berdasarkan hasil simulasi pada grafik opsi jual Eropa Model Binomial, teramati bahwa nilai European put option yang dihitung menggunakan Model Binomial juga menunjukkan pola konvergensi seiring dengan peningkatan jumlah langkah waktu (M). Pada awal simulasi dengan M kecil (8-128), nilai opsi jual berfluktuasi cukup tinggi, mulai dari 128,9089 hingga 126,3470. Namun, seiring dengan peningkatan M di atas 256, nilai opsi jual semakin stabil. Konvergensi yang jelas teramati pada $M = 65.536$ dan $M = 131.072$, di mana nilai opsi jual bertahan pada 126,6278 (dengan empat angka di belakang koma). Hasil ini mengkonfirmasi bahwa Model Binomial mampu memberikan estimasi harga opsi jual yang akurat dan konsisten ketika jumlah langkah perhitungan diperbanyak.

Analisis Hasil

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan model binomial II, diperoleh bahwa harga opsi beli Eropa konvergen pada 220,6042 dan opsi jual Eropa sebesar 126,6278 pada saat kontrak dimulai. Pada saat jatuh tempo, terdapat beberapa skenario eksekusi yang perlu dipertimbangkan. Untuk opsi beli, jika harga saham BBNI di atas harga kesepakatan ($K = 4.306$), maka opsi beli akan dieksekusi. Pemegang opsi akan membeli saham seharga 4.306 dan dapat menjualnya dipasar dengan harga yang lebih tinggi. Opsi ini akan menguntungkan jika dieksekusi ketika harga saham BBNI berada diatas harga kesepakatan sebesar 4.526,6042 yang dihitung dari harga kesepakatan (*strike price*) ditambah nilai opsi beli. Dalam kondisi tersebut, pemegang opsi dapat membeli saham pada harga kesepakatan yang lebih rendah daripada harga pasar dan menjualnya dengan harga pasar untuk memperoleh keuntungan.

Sebaliknya, untuk opsi jual disarankan eksekusi ketika harga saham berada dibawah harga kesepakatan ($K = 4.306$) karena pada saat itu pemegang opsi dapat menjual saham dengan harga kesepakatan yang lebih tinggi daripada harga pasar yang sedang

turun. Pemegang opsi jual akan mendapatkan keuntungan jika di eksekusi ketika harga saham berada dibawah 4.179,3722 yang dihitung dari harga kesepakatan dikurangi nilai opsi jual. Secara keseluruhan, hasil simulasi terhadap saham BBNi membuktikan bahwa Model Binomial memberikan hasil yang stabil, konvergen, dan akurat untuk menentukan nilai opsi. Semakin banyak jumlah langkah waktu yang digunakan, semakin kecil fluktuasi harga opsi, hingga mencapai nilai konvergen yang merepresentasikan estimasi terbaik harga opsi pada saat jatuh tempo.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan analisis hasil simulasi menggunakan model binomial tipe II terhadap opsi saham BBNi selama bulan Agustus 2025, dapat disimpulkan bahwa metode ini terbukti efektif dalam menentukan nilai wajar opsi Eropa. Simulasi menunjukkan pola konvergensi yang jelas, di mana nilai opsi beli stabil pada 220,6042 dan opsi jual pada 126,6278 setelah mencapai jumlah langkah waktu (M) yang cukup besar, khususnya pada $M = 65.536$ dan $M = 131.072$. Konvergensi ini mengindikasikan bahwa model binomial mampu menghasilkan estimasi harga opsi yang akurat dan konsisten ketika jumlah partisi waktu diperbanyak, dengan fluktuasi nilai yang semakin mengecil seiring peningkatan M . Dari perspektif strategi eksekusi, opsi beli menjadi menguntungkan jika harga saham melebihi 4.526,6042, sedangkan opsi jual menguntungkan ketika harga saham berada di bawah 4.179,3722. Hasil ini tidak hanya menegaskan keandalan model binomial II sebagai alat penilaian opsi, tetapi juga memberikan dasar kuantitatif yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan investasi, khususnya dalam menentukan timing eksekusi yang optimal berdasarkan kondisi pasar yang diharapkan.

Daftar Pustaka

- Aziz, A. (2009). Empat Model Aproksimasi Binomial Harga Saham Model Black-Scholes. *Cauchy: Jurnal Matematika dan Aplikasi*. <https://repository.uin-malang.ac.id/3679/>
- Aziz, A. (2016). Metode Multinomial untuk Aproksimasi Numerik pada Barrier Option Pricing. *Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang*. <https://repository.uin-malang.ac.id/2899/>
- Aziz, A. (2025). European Barrier Option Pricing Menggunakan Metode Pentanomial. *LP2M UIN Malang*. <https://repository.uin-malang.ac.id/25191/>
- Istiqomah, & Aziz, A. (2014). Analisis Metode Binomial Dipercepat pada Perhitungan Harga Opsi Eropa. *Cauchy: Jurnal*. <https://repository.uin-malang.ac.id/2388/>
- Maulida, V., Siswanah, E., & Nisa, E. K. (2019). Penentuan Harga Opsi Tipe Eropa dengan Model Binomial. *SQUARE: Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 65-72. <https://doi.org/10.21580/square.2019.1.1.4111>
- 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://doi.org/10.26418/bbimst.v7i2.24882>

- 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://doi.org/10.26418/bbimst.v9i3.41045>
- Sofiyati, N. (2020). Perhitungan Harga Opsi Eropa Menggunakan Model Binomial Multiperioda. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika*, 25-33. <https://www.researchgate.net/publication/345786739>