

**PENENTUAN NILAI OPSI *BARRIER* DENGAN MODEL BINOMIAL  
DAN APLIKASINYA PADA HARGA PENUTUPAN SAHAM HARIAN  
NETFLIX, INC.**

**Rochmah Nofiana Cahyaningrum**

Jurusan Matematika Universitas Jenderal Soedirman

**Agung Prabowo\***

Jurusan Matematika Universitas Jenderal Soedirman  
agung.prabowo@unsoed.ac.id

**Idha Sihwaningrum**

Jurusan Matematika Universitas Jenderal Soedirman

**ABSTRAK.** Fluktuasi harga saham menjadi salah satu risiko yang harus diwaspadai oleh para investor dalam berinvestasi, sehingga perlu produk yang dapat memberikan perlindungan dan menaikkan keuntungan pada investasi yang dilakukan. Opsi menjadi salah satu alternatif yang dapat digunakan oleh para investor untuk meminimalisir risiko fluktuasi harga saham. Opsi mampu menentukan batas minimum dan maksimum harga saham. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan nilai opsi adalah model binomial, yaitu dengan menentukan parameter kenaikan, parameter penurunan dan peluang kenaikan harga saham. Tujuan dalam penelitian ini adalah menghitung nilai opsi *barrier call* dan *put* menggunakan model binomial dalam kasus harga penutupan saham harian Netflix, Inc. serta melihat pengaruh nilai *strike price* dan banyaknya langkah yang berbeda-beda terhadap besarnya nilai opsi. Dari hasil perhitungan didapatkan kesimpulan bahwa opsi *call barrier* akan semakin turun nilainya apabila nilai *strike price* semakin besar, sedangkan nilai opsi *put barrier* akan semakin naik nilainya apabila nilai *strike price* diperbesar. Pada opsi *barrier* terdapat nilai batas yang berpengaruh terhadap konsistensi kenaikan atau penurunan harga saham.

**Kata Kunci:** Opsi *Barrier*, Model Binomial, Opsi *Call*, Opsi *Put*.

**ABSTRACT.** Stock price fluctuation is one of the risks that investors must be wary of in investing. So there is a need for products that can provide protection and increase profits on the investments. Option is an alternative investment that can be used by investors to minimize the risk of stock price fluctuations. This is because options can determine the minimum and maximum limits for the stock price. One of the methods used to determine the option value is the binomial model, which enable investors to determine the parameters of the increase in stock prices, the parameters for the decline in stock prices, and the opportunities for increasing stock prices. The purpose of this study is to calculate the value of barrier call and put options using the binomial model in the case of the daily closing price of Netflix, Inc. as well as seeing the effect of the strike price and different number of steps on the value of the option. The results, shows that the call barrier option

*will decrease in value if the strike price is getting bigger, while the value of the put barrier option will increase in value if the strike price is increased. In the barrier option, there is a limit value or barrier that affects the consistency of the increase or decrease in stock prices.*

**Keyword:** *Barrier Option, Binomial Model, Call Option, Put Option.*

## 1. PENDAHULUAN

Investasi merupakan kegiatan penanaman modal dalam jangka waktu tertentu yang dapat berupa dana atau aset yang harapannya di waktu mendatang penanam modal akan memperoleh keuntungan dari penanaman modalnya tersebut. Pada era ini, para investor tidak hanya berinvestasi pada aset real saja tetapi mereka juga tertarik pada investasi di pasar modal. Pasar modal ialah pasar atau bursa modal yang memperjualbelikan instrumen keuangan diantaranya saham, obligasi, *warrant* dan berbagai produk derivatif.

Opsi menjadi salah satu produk derivatif yang banyak digemari investor. Menurut Peterson dan Fabozzi (2003: 97), opsi merupakan salah satu instrumen derivatif yang memiliki kelebihan dalam menangani risiko keuangan karena dapat digunakan untuk menentukan batas maksimum dan minimum harga aset. Ada dua jenis opsi, yaitu opsi beli (*call option*) dan opsi jual (*put option*). Opsi beli adalah kontrak yang memberikan hak kepada pembeli opsi untuk membeli saham tertentu dari penjual opsi pada nilai dan waktu tertentu. Opsi jual ialah opsi yang memberikan hak kepada pemegangnya untuk menjual saham tertentu kepada pembeli opsi pada nilai dan waktu tertentu. Berdasarkan nilai *payoff* opsi, opsi dibagi menjadi dua yaitu opsi vanilla dan opsi eksotik. Opsi vanilla adalah opsi yang nilai *payoff* opsinya bergantung pada harga saham saat dilaksanakan. Contoh opsi vanilla yaitu opsi Eropa dan opsi Amerika. Sementara itu, opsi eksotik adalah opsi yang nilai *payoff* opsinya tidak hanya bergantung pada harga saham saat dilaksanakan, tetapi bergantung pada harga-harga saham dalam suatu periode tertentu. Contoh opsi eksotik adalah opsi *barrier*, opsi Asia dan opsi *lookback*.

Opsi *barrier* merupakan salah satu tipe opsi yang cukup menarik untuk diteliti. Opsi *barrier* adalah opsi yang pendapatannya bergantung pada ketercapaian harga aset ketika harga aset itu menyentuh atau tidak menyentuh

nilai pembatas (*barrier*) selama masa hidup opsi (Hull, 2015: 604). Perhitungan nilai opsi *barrier* dapat dilakukan dengan dua cara utama, yaitu dengan cara menyelesaikan persamaan diferensial parsial Black-Scholes dan menghitung nilai harapan dari *payoff* (Moon, 2008).

Pada penelitian ini digunakan model binomial untuk menghitung nilai opsi *barrier*. Model binomial adalah sebuah model penentuan nilai opsi yang menggunakan bantuan diagram pohon untuk menunjukkan pergerakan harga saham di masa yang akan datang, yaitu ketika harga saham akan naik maupun turun (Nadia, dkk., 2018). Harga saham akan naik sebesar faktor  $u$  (*up*) dan akan turun sebesar faktor  $d$  (*down*) karena dipengaruhi oleh faktor suku bunga. Oleh karena itu, investor dapat mengambil tindakan ekonomi berdasarkan pertimbangan hasil perhitungan harga saham yang diperoleh dari model binomial tersebut. Selanjutnya, pada penelitian ini ditentukan model binomial untuk menentukan nilai opsi *barrier* yang akan diaplikasikan pada data harga penutupan saham harian Netflix, Inc. Hal ini dikarenakan, pada tahun 2020 Netflix mempunyai lebih dari 200 juta pelanggan dan berhasil menjaring 36,6 juta pelanggan baru. Naiknya pengguna Netflix di tahun 2020 mengakibatkan bertambahnya keuntungan dan melonjaknya saham Netflix pada saat itu. Dengan keadaan ini membuat sejumlah investor tertarik untuk berinvestasi di Netflix, Inc. Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. bagaimana menentukan parameter model binomial?
2. bagaimana aplikasi rumus nilai opsi *barrier* dengan menggunakan model binomial pada data pergerakan saham harian Netflix, Inc.?

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi pustaka yang disertai dengan contoh kasus. Menggunakan data penutupan harga saham harian Netflix, Inc. pada bulan Juli – Desember 2021, akan diselidiki terkait nilai opsi *barrier* menggunakan model binomial. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- 1) mengkontruksi model binomial;
- 2) pengaplikasian model binomial untuk perhitungan opsi *barrier* pada data harga penutupan saham harian Netflix, Inc, yaitu dengan langkah-langkah:
  - a. Menentukan *return* harga saham ( $R_i$ )

*Return* saham diperoleh menggunakan persamaan berikut

$$R_i = \ln \frac{S(t_{i+1})}{S(t_i)} ..$$

Kemudian rata-rata *return* ( $\bar{R}_i$ ), memberikan gambaran keuntungan yang akan diterima oleh investor di masa yang akan datang, dengan

$$\bar{R}_i = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

dengan

$R_i$  : *return* harga saham saat  $i$ ,

$\bar{R}_i$  : rata-rata *return* harga saham  $i$ ,

$S(t_{i+1})$ : harga saham saat  $t_{i+1}$ ,

$S(t_i)$  : harga saham saat  $t_i$ ,

$t_i$  : waktu dengan  $i = 1,2,3,4, \dots, n$ ,

$n$  : banyaknya harga saham yang mungkin terjadi;

- b. uji normalitas *return* harga saham;
- c. menentukan standar deviasi dan volatilitas *return* saham

Harga saham seringkali berfluktuasi, dan fluktuasi ini dapat diukur menggunakan volatilitas. Rumus volatilitas berkaitan dengan standar deviasi. Standar deviasi dimanfaatkan untuk mengukur penyebaran data dan melihat seberapa jauh penyebaran data dari hasil observasi terhadap rata-rata. Menurut Hull (2015: 326-327), standar deviasi dihitung dengan rumus

$$\sigma_{R_i}^2 = \frac{\sum_{t=1}^n [R_t - \bar{R}_t]^2}{n - 1}$$

Sementara itu, volatilitas yaitu

$$\sigma = \sqrt{n S_{R_i}^2}.$$

dengan

$\sigma_{R_i}^2$  : standar deviasi *return* harga saham,

$R_i$  : *return* saham,

$\bar{R}_i$  : rata-rata *return*,

$n$  : banyaknya periode perdagangan,,

$\sigma$  : volatilitas;

- d. Menentukan harga saham awal ( $S_0$ ), volatilitas ( $\sigma$ ), nilai *barrier* ( $B$ ), tingkat suku bunga ( $r$ ), waktu jatuh tempo, banyaknya periode ( $N$ ) dan *strike price* ( $K$ ).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh parameter model binomial yang kemudian digunakan untuk menentukan nilai saham dan nilai opsi *barrier*.

#### 3.1 Kontruksi Model Binomial

Terlebih dahulu akan ditentukan parameter model binomial, menurut Sidarto, dkk. (2019: 44), dalam menentukan parameter model binomial diperlukan asumsi-asumsi sebagai berikut:

- Dalam selang waktu  $\Delta t$  harga saham dapat naik atau turun berturut-turut, yaitu  $S \rightarrow Su$  atau  $S \rightarrow Sd$  dengan  $0 < d < u$ ;
- Peluang harga saham naik adalah  $P(\text{naik}) = p$ , dan peluang harga saham turun adalah  $P(\text{turun}) = 1 - p$ . Jadi ekspektasi harga saham model diskret adalah

$$E(S_{i+1}) = pS_i u + (1 - p)S_i d; \quad (1)$$

- Besarnya ekspektasi harga saham sama dengan tingkat suku bunga bebas risiko yang disimbolkan  $r$ . Jadi, ekspektasi harga saham model kontinu diberikan oleh

$$E(S_{i+1}) = S_i e^{r\Delta t} \quad (2)$$

Pada persamaan (1) terdapat tiga buah parameter, yaitu  $u$ ,  $d$ , dan  $p$ , yang nilai-nilainya belum diketahui. Nilai parameter tersebut dapat ditentukan dengan sistem

persamaan yang menghubungkan ketiganya. Dengan menyamakan ekspektasi metode diskret pada persamaan (1) dan ekspektasi metode kontinu pada persamaan (2), diperoleh

$$\begin{aligned} S_i e^{r\Delta t} &= pS_i u + (1-p)S_i d \\ e^{r\Delta t} &= pu + (1-p)d \end{aligned} \quad (3)$$

dari persamaan (3) diperoleh

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}. \quad (4)$$

Agar dipenuhi  $0 \leq p \leq 1$ , maka haruslah  $d \leq e^{r\Delta t} \leq u$ . Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut. Untuk  $0 \leq p \leq 1$  berlaku

$$\begin{aligned} 0 &\leq \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} \leq 1 \\ 0 &\leq e^{r\Delta t} - d \leq u - d \\ d &\leq e^{r\Delta t} \leq u. \end{aligned}$$

Selanjutnya, persamaan untuk faktor kenaikan diperoleh dengan menyamakan variansi model diskret, yaitu

$$\text{Var}(S_{i+1}) = p(S_i u)^2 + (1-p)(S_i d)^2 - S_i^2 (pu + (1-p)d)^2 \quad (5)$$

dengan variansi model harga saham kontinu, yaitu

$$\text{Var}(S_{i+1}) = S_i^2 e^{2r\Delta T} (e^{\sigma^2 \Delta T} - 1) \quad (6)$$

Oleh karena itu, dengan menyamakan persamaan (5) dan persamaan (6) diperoleh

$$\begin{aligned} e^{2r\Delta T} (e^{\sigma^2 \Delta T} - 1) &= pu^2 + (1-p)d^2 - e^{2r\Delta t} \\ p &= \frac{e^{(2r+\sigma^2)\Delta T} - d^2}{(u^2 - d^2)} \end{aligned} \quad (7)$$

Selanjutnya, dengan menyamakan persamaan (4) dengan persamaan (7), dan mengasumsikan  $u \cdot d = 1$ , diperoleh

$$u^2 - u(e^{-r\Delta t} + e^{(r+\sigma^2)\Delta T}) + 1 = 0 \quad (8)$$

Misalkan  $\beta = \frac{1}{2}(e^{-r\Delta t} + e^{(r+\sigma^2)\Delta T})$ , maka dari persamaan (8) diperoleh

$$u^2 - u2\beta + 1 = 0 \quad (9)$$

akar-akar  $u_{1,2} = \beta \pm \sqrt{\beta^2 - 1}$ , dengan  $\beta^2 - 1 > 0$ . Karena  $u > d$ , maka dipilih  $u = \beta + \sqrt{\beta^2 - 1}$ . Kemudian, dari  $\beta = \frac{1}{2}(e^{-r\Delta t} + e^{(r+\sigma^2)\Delta t})$  dan aproksimasi untuk fungsi eksponensial,  $e^x \approx 1 + x + x^2$ , diperoleh  $\beta = 1 + \frac{1}{2}\sigma^2\Delta t$ . Jadi,

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \tag{10}$$

$$d = 1/e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \tag{11}$$

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} \tag{12}$$

Setelah ditentukan parameter kenaikan harga saham dan penurunan harga saham, maka parameter tersebut dapat diterapkan untuk menentukan pergerakan harga saham dengan model binomial. Pergerakan harga saham model binomial ditentukan menggunakan persamaan (13), yaitu

$$S_{j,i} = S_0 u^j d^{i-j}, \quad j = 0, 1, 2, 3, \dots, i \tag{13}$$

$S_{j,i}$  menyatakan harga saham pada saat  $t_i$  dan telah terjadi kenaikan harga saham sebanyak  $j$  kali serta penurunan saham sebanyak  $i - j$  kali, dihitung dari  $t_0 = 0$ . Pada saat jatuh tempo  $t_N = N\Delta t = T$ , terdapat sebanyak  $N + 1$  harga saham yang mungkin terjadi yaitu  $\{S_{j,N}\}_{j=0,1,2,\dots,N}$ . Misal  $\{C_{j,N}\}_{j=0,1,2,\dots,N}$  menyatakan nilai-nilai *payoff* pada saat jatuh tempo untuk opsi *call barrier* tipe Eropa dengan model binomial, adalah

- Untuk *payoff* opsi *call barrier down-and-out*

$$C_{j,N} = \begin{cases} \{S_{j,N} - K\}^+, & S_{j,N} > B \\ 0, & S_{j,N} \leq B \end{cases} \tag{14}$$

- Untuk *payoff* opsi *call barrier down-and-in*

$$C_{j,N} = \begin{cases} 0, & S_{j,N} > B \\ \{S_{j,N} - K\}^+, & S_{j,N} \leq B \end{cases} \tag{15}$$

Sementara itu, nilai-nilai *payoff* pada saat jatuh tempo untuk opsi *put barrier* tipe Eropa, yaitu

- Untuk *payoff* opsi *put barrier down-and-out*

$$P_{j,N} = \begin{cases} \{K - S_{j,N}\}^+, & S_{j,N} > B \\ 0, & S_{j,N} \leq B \end{cases} \quad (16)$$

- Untuk *payoff* opsi *put barrier down-and-in*

$$P_{j,N} = \begin{cases} 0 & ; S_{j,N} > B \\ \{K - S_{j,N}\}^+ & ; S_{j,N} \leq B \end{cases} \quad (17)$$

Selanjutnya, perhitungan *payoff* dilakukan dengan metode langkah mundur. Tujuan menggunakan metode ini adalah untuk memperoleh nilai opsi pada saat  $t_0 = 0$ . Nilai opsi pada titik  $(j, i)$  dengan menggunakan metode langkah mundur (*backward*) ditentukan dari persamaan (18), yaitu

$$V_{j,i} = e^{-r\Delta t}(pV_{j+1,i+1} + (1-p)V_{j,i+1}) \quad (18)$$

Sementara itu, menurut Sidarto, dkk. (2019: 77), dimisalkan  $V_{j,i}$  adalah nilai opsi saat  $t_i$  yang berkaitan dengan nilai saham  $S_{j,i}$ , dengan  $V_{j,i} = C_{j,i}$  untuk opsi *call* dan  $V_{j,i} = P_{j,i}$  untuk opsi *put*, sehingga nilai opsi dihitung sebagai rata-rata dari nilai opsi  $V_{j,i+1}$  dan  $V_{j+1,i+1}$  pada saat  $t_{i+1}$  untuk  $j = 0, 1, 2, \dots, i$  dan  $i = N - 1, N - 2, \dots, 1, 0$ ; dengan  $p$  adalah peluang harga saham naik. Oleh karena itu, nilai *payoff* opsi *call* dan opsi *put* Eropa untuk  $j = 0, 1, 2, \dots, i$  dan  $i = N - 1, N - 2, \dots, 1, 0$  diberikan oleh persamaan (19) dan persamaan (20)

$$C_{j,i} = e^{-r\Delta t}(pC_{j+1,i+1} + (1-p)C_{j,i+1}) \quad (19)$$

$$P_{j,i} = e^{-r\Delta t}(pP_{j+1,i+1} + (1-p)P_{j,i+1}) \quad (20)$$

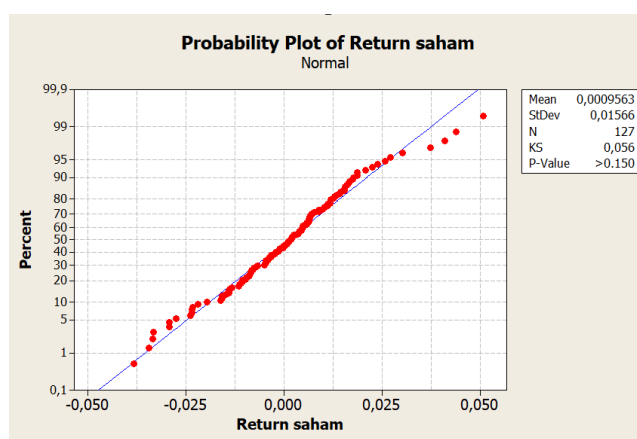
### 3.2 Perhitungan Nilai Opsi *Barrier* Pada Data Saham Netflix, Inc. Menggunakan Model Binomial

Pada 3 Januari 2021 telah ditentukan  $S_0 = \$597,369995$ . Tingkat suku bunga yang digunakan pada penelitian ini adalah *Daily Treasury Par Yield Curve Rates* pada tanggal 31 Desember 2021 dengan jangka waktu 6 bulan sebesar 0,19%. Sementara itu, ditentukan  $T = 0,5$ . Volatilitas ( $\sigma$ ) = 0,177195, dan nilai *barrier* ( $B$ ) = 594,616951. Model binomial yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak  $N = 2$  periode,  $N = 4$  periode,  $N = 8$  periode dan  $N = 16$  periode. Sementara itu, untuk nilai *strike price* ( $K$ ) yaitu \$450, \$500, \$550, \$600, \$650 dan



\$700. Dalam artikel ini akan ditunjukkan cuplikan proses perhitungan nilai opsi dengan  $K = 650$  dan  $N = 4$  periode.

Menurut Sidarto, dkk. (2019: 37) untuk membuktikan bahwa harga saham berdistribusi lognormal maka perlu dibuktikan bahwa *return* saham berdistribusi normal. Oleh karena itu, akan dibuktikan bahwa *return* saham Netflix, Inc. pada Juli–Desember 2021 berdistribusi normal dengan melihat *Normal P-Plot* dan perolehan *p-value* dari uji *Kolmogorov-Smirnov*.



**Gambar 1.** Output uji normalitas *return* harga saham

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa plot kenormalan data *return* saham menyebar di sekitar garis linier sehingga dapat dikatakan bahwa *return* saham Netflix, Inc. periode Juli sampai Desember 2021 berdistribusi normal dan diperoleh *p-value*  $> 0,150$ . Kemudian, dengan menggunakan uji hipotesis diperoleh:

a. Hipotesis

$H_0$  : data *return* saham berdistribusi normal

$H_1$  : data *return* saham tidak berdistribusi normal

b. Taraf signifikansi ( $\alpha$ )

$\alpha = 5\% = 0,05$

c. Daerah penolakan

Jika *p-value*  $< \alpha$  maka  $H_0$  ditolak, sedangkan jika *p-value*  $> \alpha$  maka  $H_0$  diterima.

## d. Keputusan

Karena  $p$  – *value* mempunyai nilai lebih besar dari 0,150, maka  $p$  – *value*  $> \alpha = 0,05$ . Jadi,  $H_0$  diterima. Artinya, nilai *return* dalam Netflix, Inc. pada periode Juli – Desember 2021 berdistribusi normal.

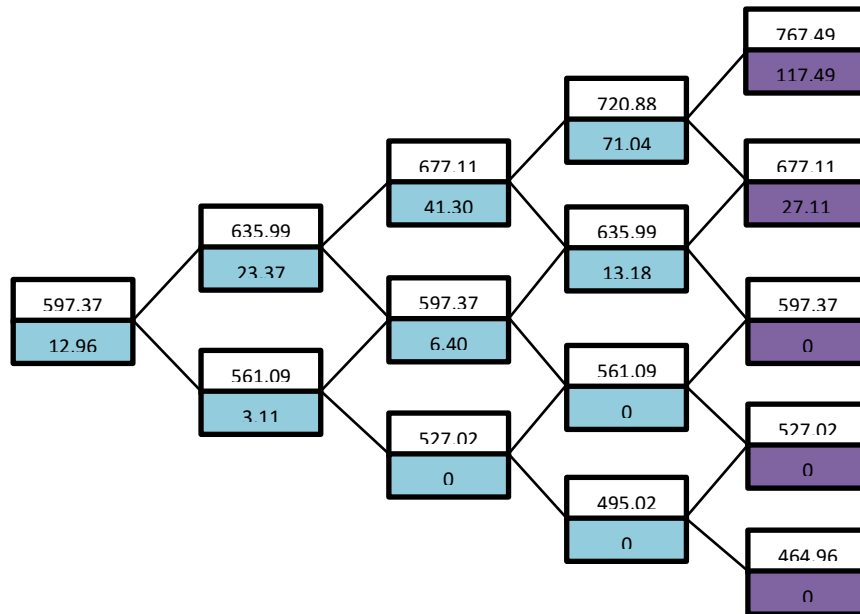
Ditampilkan proses perhitungan nilai opsi *call barrier down-and-out*, *call barrier down-and-in*, *put barrier down-and-out*, *put barrier down-and-in* dengan *strike price* \$650 dan  $N = 4$  periode. Terlebih dahulu, ditentukan pergerakan harga saham saat jatuh tempo menggunakan persamaan (13) dengan hasil yang tertuang dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Harga saham saat jatuh tempo 4 periode

$S_{ji}$	Harga Saham Saat Jatuh Tempo
$S_{0,0}$	597,369995
$S_{0,1}$	561,094347
$S_{1,1}$	635,990922
$S_{0,2}$	527,021560
$S_{1,2}$	597,369995
$S_{2,2}$	677,108753
$S_{0,3}$	495,017862
$S_{1,3}$	561,094347
$S_{2,3}$	635,990922
$S_{3,3}$	720,884918
$S_{0,4}$	464,957609
$S_{1,4}$	527,021560
$S_{2,4}$	597,369995
$S_{3,4}$	677,108753
$S_{4,4}$	767,491282

Selanjutnya akan ditentukan *payoff* saat jatuh tempo opsi yang dilanjutkan dengan perhitungan metode langkah mundur untuk memperoleh nilai opsi *call barrier down-and-out*, *call barrier down-and-in*, *put barrier down-and-out*, *call barrier down-and-in* saat  $t_0 = 0$ .

a. Opsi *call barrier down-and-out*



**Gambar 2.** Model pohon binomial 4 periode opsi *call barrier down-and-out* dengan *strike price* \$650

Sementara itu, untuk nilai opsi *call barrier down-and-out* dengan  $N$  periode dan nilai *strike price* lain tertuang dalam Tabel 2.

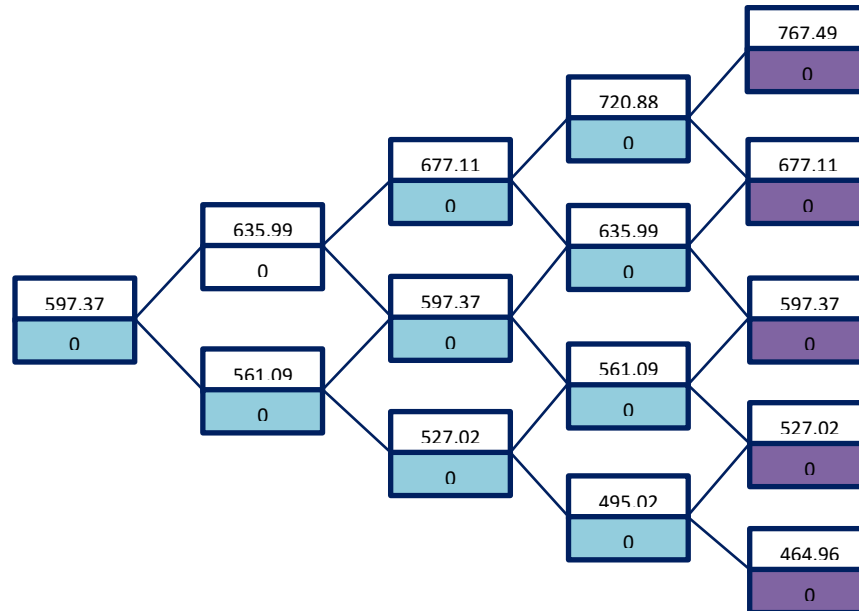
**Tabel 2.** Nilai opsi *call barrier down-and-out*

Strike Price (K)	N periode			
	2	4	8	16
450	134,219302	126,460900	119,775508	114,515638
500	97,745746	93,163657	89,043262	85,721749
550	61,272191	59,866414	58,311016	56,927859
600	26,110400	27,552994	28,296141	28,649179
650	14,575284	12,959574	11,202097	12,023509
700	3,040169	3,769031	4,033076	4,135100

Tabel 2 menunjukkan nilai opsi *call barrier down-and-out* yang semakin turun apabila harga *strike price* semakin besar. Sementara itu, pengaruh  $N$  periode dan *strike price* menyebabkan dua keadaan yang berbeda terhadap nilai opsi *call barrier down-and-out*. Ketika  $N$  periode semakin banyak dan *strike price* kurang dari nilai *barrier*, maka nilai opsi *call barrier down-and-out* cenderung turun. Di sisi lain, apabila  $N$  periode semakin banyak dan

*strike price* telah melewati nilai *barrier* maka nilai opsi *call barrier down-and-out* menjadi tidak stabil nilai opsi.

b. Opsi *call barrier down-and-in*



**Gambar 3.** Model pohon binomial 4 langkah opsi *call barrier down-and-in* dengan *strike price* \$650

Sementara itu, untuk hasil perhitungan dengan  $N$  periode dan *strike price* ( $K$ ) lainnya. Diperoleh,

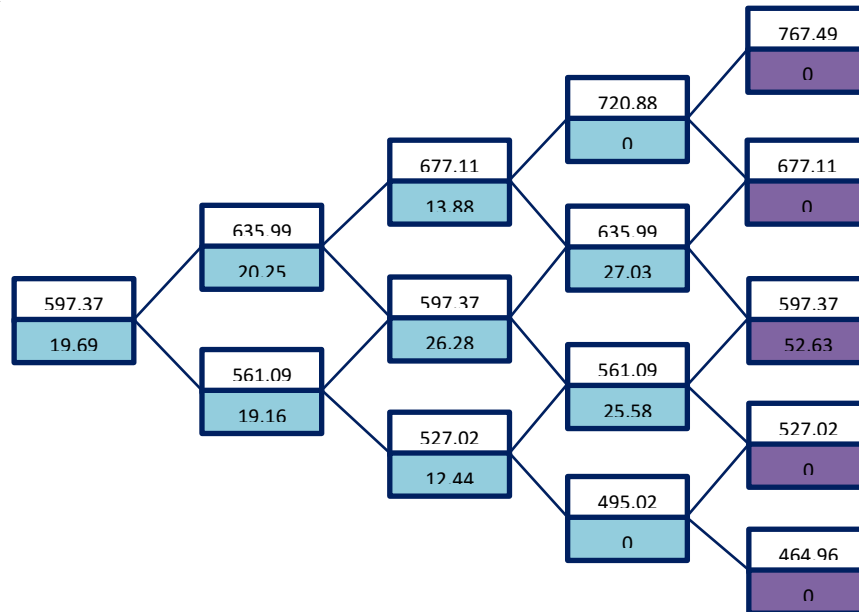
**Tabel 3.** Nilai opsi *call barrier down-and-in*

<b>Strike Price (K)</b>	<b>N langkah</b>			
	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>16</b>
450	13,577990	21,336392	27,884111	33,518060
500	0,099023	7,120215	10,643277	14,415516
550	0	0	0	1,985793
600	0	0	0	0
650	0	0	0	0
700	0	0	0	0

Tabel 3 menunjukkan nilai opsi *call barrier down-and-in* yang semakin turun nilainya saat harga *strike price* semakin besar. Sementara hubungan  $N$  periode yang semakin besar dengan *strike price* yang belum melewati nilai *barrier*, opsi *call barrier down-and-in* akan konsisten naik, sedangkan setelah

melewati *strike price* opsi menjadi tidak. Kemudian, akan ditunjukkan grafik dari hubungan *strike price* dengan nilai opsi *call barrier down-and-in*.

c. Opsi *put barrier down-and-out*



**Gambar 4.** Model pohon binomial 4 periode opsi *put barrier down-and-out* dengan *strike price* \$650

Berdasarkan perhitungan nilai opsi *put barrier down-and-out* dengan  $N$  langkah dan *strike price* ( $K$ ) yang berbeda-beda disajikan dalam Tabel 4.

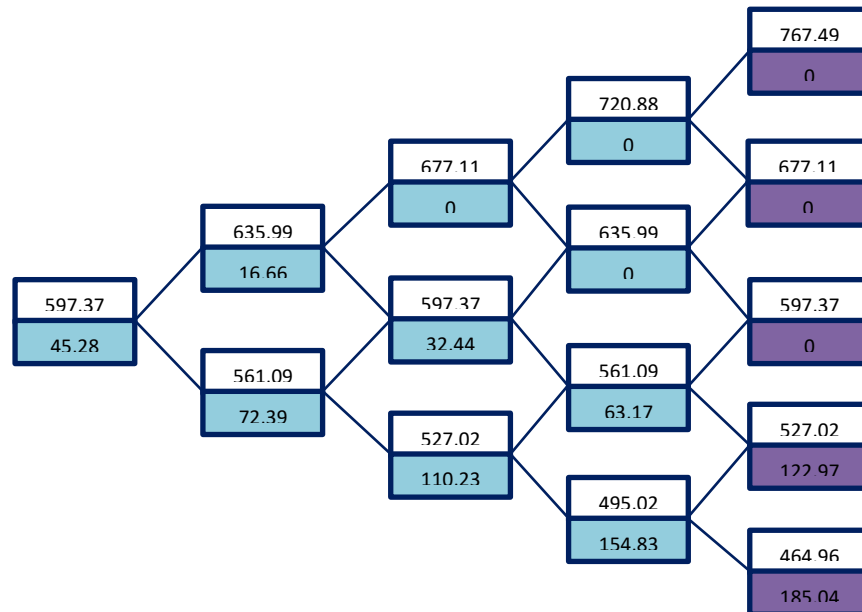
**Tabel 4.** Nilai opsi *put barrier down-and-out*

<i>Strike Price</i> ( $K$ )	$N$ langkah			
	2	4	8	16
450	0	0	0	0
500	0	0	0	0
550	0	0	0	0
600	1,311764	0,983823	0,717370	0,515210
650	26,250204	19,687647	14,355573	12,683219
700	51,188644	43,794347	37,918798	33,589847

Tabel 4 menunjukkan nilai opsi *put barrier down-and-out* yang semakin naik apabila harga *strike price* semakin besar. Berbeda dengan opsi *call*, kenaikan opsi *put barrier down-and-out* dengan  $N$  yang semakin naik dan *strike price* telah melewati nilai *barrier* maka besarnya opsi *put barrier down-and-out*

akan konsisten menurun. Sementara itu, nilai opsi tidak akan aktif sebelum *strike price* mencapai nilai *barrier*.

d. Opsi *put barrier down-and-in*



**Gambar 5.** Model pohon binomial 4 periode opsi *put barrier down-and-in* dengan *strike price* \$650

Berdasarkan perhitungan nilai opsi *put barrier down-and-in* dengan  $N$  langkah dan *strike price* ( $K$ ) yang berbeda-beda disajikan hasil perhitungan opsi yang tertuang dalam Tabel 5.

**Tabel 5.** Nilai opsi *put barrier down-and-in*

<i>Strike Price</i> ( $K$ )	$N$ langkah			
	2	4	8	16
450	0	0	0,140624	0,236405
500	0	2,439102	1,841768	2,292495
550	13,379944	11,974167	10,418768	11,021405
600	26,858911	28,629446	29,639044	30,194245
650	40,337878	45,284725	48,859321	51,352878
700	53,816846	61,940005	68,079598	72,514259

Tabel 5 menunjukkan nilai opsi *put barrier down-and-in* yang semakin naik apabila harga *strike price* semakin besar. Sementara itu, pengaruh  $N$  langkah dan *strike price* menyebabkan tidak konsistennya kenaikan atau penurunan

nilai opsi di setiap titik *strike price* yang akan di eksekusi terhadap kenaikan  $N$  langkah yang diberikan.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di bagian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. parameter-parameter yang digunakan untuk memperoleh nilai opsi *put* dan opsi *call* menggunakan model binomial adalah

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

2. berdasarkan data pergerakan harga saham harian Netflix, Inc. pada Juli - Desember 2021 diperoleh bahwa nilai saham Netflix, Inc. cenderung mengalami penurunan harga saham, hal ini buktikan dari perolehan peluang harga saham turun nilainya selalu lebih besar dari 0,5. Sementara itu, nilai opsi *barrier* dengan model binomial mendapatkan nilai opsi *call barrier* yang akan semakin turun apabila nilai *strike price* ( $K$ ) diperbesar; dan nilai opsi *put barrier* akan semakin naik apabila nilai *strike price* ( $K$ ) diperbesar. Kemudian, pada kasus *strike price* yang nilainya belum mencapai nilai *barrier* dan banyaknya langkah/periode yang berbeda namun kontinu naik, nilai opsi *call* akan lebih konsisten kenaikan atau penurunan nilai opsinya, sedangkan untuk opsi *put* akan lebih konsisten naik atau turun nilainya ketika telah melewati nilai *barrier*.

### 4.2 Saran

Perhitungan nilai opsi pada penelitian ini masih menggunakan cara yang manual, yaitu dengan menggunakan *software excel*. Untuk penelitian selanjutnya, penulis menyarankan agar digunakan program komputasi, misalnya menggunakan *software R*, sehingga didapatkan lebih banyak prediksi atau kemungkinan harga saham dan opsi yang muncul saat jatuh tempo. Penelitian ini hanya menggunakan satu nilai *barrier* dengan  $B < S_0$ , pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan beberapa kasus nilai *barrier*, diantaranya  $B > S_0$  dan  $B = S_0$ .

**DAFTAR PUSTAKA**

- Hull, J. C., *Options, Futures, and Other Derivatives*, 9<sup>th</sup> Ed., Pearson Education, New Jersey, 2015.
- Moon, K. S., *Efficient Monte Carlo Algorithm For Pricing Barrier Options*, Communication of The Korean Mathematical Society, **23**(2) (2008), 285-294.
- Nadia, S., Sulistianingsih, E., dan Imro'ah, N., *Penentuan Harga Opsi Tipe Eropa dengan Metode Binomial*, Buletin Ilmiah Matematika Statistika dan Terapannya, **7**(2) (2018), 127-134.
- Peterson, P. P., dan Fabozzi, F. J., *Financial Management and Analysis*, 2<sup>th</sup> Ed., John Wiley dan Sons, New Jersey, 2003
- Sidarto, K. A., Syamsudin, M., dan Sumarti, N., *Matematika Keuangan*, ITB Press, Bandung, 2019.