

## PEMODELAN MATEMATIKA OPSI SAHAM DENGAN MENGGUNAKAN METODE BLACK-SCHOLES

Muhammad Aghil Putra Anam

Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: [muhammadaghil.19065@mhs.unesa.ac.id](mailto:muhammadaghil.19065@mhs.unesa.ac.id)

### Abstrak

Opsi saham merupakan salah satu sistem kompensasi antara penjual opsi (*writer*) dan pembeli opsi (*holder*) untuk membeli atau menjual saham pada harga yang telah disepakati saat atau sebelum tanggal tertentu. Metode *Black-Scholes* adalah salah satu pemodelan matematika dalam penentuan harga opsi saham. Metode *Black-Scholes* pertama kali dikembangkan pada tahun 1973 oleh Fischer Black dan Myron Scholes dan biasa digunakan pada opsi saham tipe Eropa pada jangka waktu tertentu (*expiration date*). Dalam penelitian ini, digunakan metode studi literatur. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan uji coba simulasi untuk mengevaluasi kesesuaian antara hasil analisis dari model matematika dengan perhitungan numerik. Data yang dikumpulkan berupa informasi *closing price* harga saham per hari pada perusahaan yaitu tanggal 17 April 2023 yang diperoleh dari *website* <http://yahoo.finance.com>.

Adapun hasil yang diperoleh pada Opsi saham menggunakan pemodelan *Black-Scholes* adalah nilai *return* harga saham sebesar -0,00455715, standar deviasi opsi saham sebesar 0,002278575, *volatilitas* harga saham sebesar 0,002278575, tingkat suku bunga sebesar 5,75% dan nilai *strike price* sebesar 6678. Sehingga harga opsi saham yang diperoleh sebesar IDR 4017,3459 dengan menggunakan model *Black-Scholes*. maka dapat disimpulkan bahwa persamaan *Black-Scholes* dalam digunakan dalam penentuan harga opsi, khususnya harga opsi tipe Eropa.

**Kata Kunci:** *Black-Scholes, Model Matematika, Opsi Saham, Penentuan Harga*

### Abstract

A stock option is a compensation system between an option seller (*writer*) and an option buyer (*holder*) to buy or sell shares at an agreed price on or before a certain date. The *Black-Scholes* method is one of the mathematical modeling in stock option pricing. The *Black-Scholes* method was first developed in 1973 by Fischer Black and Myron Scholes and is commonly used on European-type stock options at expiration dates. In this research, literature study method is used. In addition, this study also involves simulation trials to evaluate the suitability between the results of the analysis of mathematical models with numerical calculations. The data collected is in the form of information on the closing price of the company's share price per day on April 17, 2023 obtained from the *website* <http://yahoo.finance.com>.

The results obtained on stock options using *Black-Scholes* modeling with an observation time on April 17, 2023, a stock price return value of -0.00455715, standard deviation of stock options of 0.002278575, stock price volatility of 0.002278575, interest rate of 5.75% and strike price value of 6678. So that the stock option price obtained is IDR 4017,3459 using the *Black-Scholes* model. then it can be concluded that the *Black-Scholes* equation is used in the determination of the price of options, in particular the price of options of European type.

**Keywords:** *Black-Scholes, Mathematics Model, Stock Options, Pricing*

### PENDAHULUAN

Opsi saham adalah suatu pemberian hak, dimana terdapat jaminan untuk membeli atau menjual suatu aset dari pihak pemegang opsi saham kepada pembeli opsi saham dalam menjalankan haknya. Pembeli opsi saham mendapatkan hak, berupa hak untuk membeli suatu aset yang sering

disebut opsi beli (*call option*) dan hak untuk menjual aset kepada pemegang pemegang opsi saham dengan harga yang telah disepakati disebut opsi jual (*put option*). Opsi merupakan kontrak yang dapat memberi jaminan kepada pembeli opsi suatu hak, untuk membeli atau menjual saham pada harga dan periode waktu tertentu. (Annisa *et al.*, 2020)

Secara teoretis, nilai suatu opsi terbagi pada dua komponen yaitu nilai intrinsik dan nilai waktu. Nilai intrinsik adalah suatu opsi yang mencerminkan jumlah/harga suatu opsi dalam keuangan, atau selisih antara *spot price* nilai atau harga tunai instrumen keuangan ( $s$ ) dengan *exercise price* ( $e$ ). Jadi suatu opsi yang *out of the money* tidak memiliki nilai *intrinsic*. Nilai intrinsik dari suatu opsi dengan nilai atau harga tunai lebih rendah dibanding *strike price* adalah nol. Setiap kelebihan dari nilai opsi terhadap nilai intrinsiknya disebut nilai waktu dari opsi. (Djou *et al.*, 2021)

Opsi saham memiliki beberapa kelebihan dalam penerapannya, di antaranya, pemilik saham berhak menerima bukti kepemilikan saham, pemilik saham memiliki hak atas dividen dan sisa kekayaan likuidasi, pemilik saham memiliki hak untuk mengambil tindakan apabila mengalami kerugian sebagai akibat dari kegiatan perseroan yang tidak wajar dan tidak rasional berdasarkan keputusan rapat umum pemegang saham (RUPS), pemilik saham memiliki hak menjual sahamnya terhadap perseroan harga yang wajar. Opsi saham membutuhkan sebuah model yang dapat membantu penentuan harga/nilai opsi saham.

Saat ini banyak berkembang metode-metode untuk menentukan harga opsi. Hal ini akan terus berkembang sehingga sangat membantu investor dalam menentukan keputusan investasinya pada opsi. Penentuan harga opsi secara umum dapat dibedakan atas dua cara, yaitu metode analitik dan metode numerik. Salah satu model pada metode analitik yang banyak digunakan untuk menghitung harga opsi adalah model *Black-Scholes*. Model ini dikembangkan 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 (Mooy *et al.*, 2017)

Perspektif perusahaan untuk menentukan harga opsi saham melibatkan banyak opsi dengan jangka waktu lama. *Vesting period*, yaitu pelaksanaan opsi tidak diperbolehkan dilakukan dan pemutusan hubungan kerja menyebabkan hilangnya opsi. Salah satu komponen kerangka penilaian yang dilakukan adalah proses lompatan eksogen yang memodelkan *exercise* acak dari waktu ke waktu, serta menyertakan waktu penghentian pekerjaan acak dan mengizinkan tingkat pemutusan hubungan kerja

menjadi berbeda selama dan setelah *vesting period*. Sehingga dapat dibentuk kerangka kerja misalnya intensitas *exercise* dapat konstan atau stokastik dan jumlah opsi yang dilakukan pada setiap waktu dapat ditentukan menjadi deterministik atau acak (Megawati dan Artiono, 2021).

Model *Black-Scholes* merupakan suatu model yang umumnya digunakan dalam menentukan harga/nilai opsi saham yang sering digunakan dalam bidang perekonomian. Model *Black-Scholes* mulai dikembangkan pada tahun 1973 oleh Fischer Black dan Myron Scholes. Penggunaan model *Black-Scholes* biasa digunakan pada penentuan harga/nilai opsi di Eropa yang dijalankan pada jangka waktu tertentu (*expiration date*) (Pramuditya, 2016). Penelitian ini bertujuan menghitung nilai opsi saham menggunakan metode *Black-Scholes* yang bergantung pada parameter-parameter yang telah ditentukan.

## KAJIAN TEORI

### SAHAM

Saham merupakan salah satu instrumen pasar modal yang menarik bagi investor karena dapat memperoleh keuntungan melalui berinvestasi saham. Harga saham pada satu waktu bergantung pada arus kas yang diharapkan diterima di masa depan oleh investor "rata-rata" jika investor membeli saham. Indeks harga saham adalah suatu angka yang digunakan untuk membandingkan perubahan harga saham dari waktu ke waktu, apakah suatu harga saham mengalami kenaikan atau penurunan dibandingkan dengan suatu waktu tertentu (Kartikaningsih dan Nugraha 2020).

Menurut Hidayat (2018) mengemukakan bahwa "Saham adalah tanda penyertaan, andil atau pemilikan seseorang atau lembaga dalam suatu perusahaan". Saham terdiri dari dua macam, yaitu saham preferen atau saham istimewa dan saham biasa. Kedua saham tersebut mempunyai perbedaan pada hak dan kewajiban yang dimiliki oleh investor atau pemegang saham. Ketika investor mempunyai saham, investor akan mendapatkan keuntungan, yaitu berupa *return* saham. Tingkat pengembalian/*return* saham merupakan besarnya laba/*return* yang akan investor peroleh. Tingkat pengembalian atau *return* saham ini ada dua macam yaitu dividen dan *capital gain*. Laba yang diperoleh

investor, yang disebabkan oleh nilai beli saham lebih kecil dibandingkan nilai jual disebut sebagai *capital gain*. Sementara itu deviden diartikan sebagai keuntungan bersih yang diperoleh perusahaan, yang diberikan kepada para pemilik perusahaan (Nurmasari, 2020).

Nilai saham sekilas memiliki makna yang sama dengan harga saham. Hanya saja, nilai saham punya aspek yang lebih luas daripada harga saham. Nilai suatu saham adalah nilai intrinsik dari saham tersebut yang bisa berbeda dengan harganya. Apabila harga saham dibentuk dari minat pasar maka nilai saham dibangun berdasarkan persepsi publik atas emiten yang terkait. Nilai saham sendiri memiliki empat konsep yaitu nilai nominal, nilai buku, nilai pasar, dan nilai intristik. Nilai nominal merupakan nilai dari setiap saham yang berkaitan dengan hukum, nilai buku merupakan nilai saham menurut pembukuan sebuah perusahaan. Nilai pasar adalah harga saham di bursa efek, dan nilai intrinsik merupakan nilai sebenarnya dari saham. Nilai saham mempunyai sifat yang lebih luas, jika harga saham hanya berkaitan dengan keseimbangan nilai saham di bursa efek maka nilai saham akan berkaitan dengan penilaian publik terhadap perusahaan tersebut seperti citra perusahaan di mata publik, pendapatan perusahaan, keuntungan pemegang saham, citra produk, pelayanan perusahaan, dan aspek pengabdian kepada masyarakat. Semakin sebuah saham dianggap menguntungkan maka akan semakin besar nilai sahamnya (Putri, 2020). Menurut Umar dan Anava (2020) saham dapat dibedakan menjadi dua jenis diantaranya sebagai berikut :

- a) Saham biasa (*common stock*), surat berharga yang dijual oleh suatu perusahaan yang menjelaskan nominal (rupiah, dollar, yen, dan sebagainya) dimana pemegangnya diberikan hak untuk mengikuti Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) dan Rapat Umum Pemegang Saham Luar Biasa (RUPSLB) serta berhak untuk menentukan membeli right issue (penjualan saham terbatas) atau tidak. Pemegang saham di akhir tahun memperoleh keuntungan dalam bentuk deviden.
- b) Saham istimewa (*preferred stock*), surat berharga yang dijual oleh suatu perusahaan yang menjelaskan nilai nominal (rupiah, dollar, yen dan sebagainya) dimana pemegangnya akan

memperoleh pendapatan tetap dalam bentuk deviden yang akan diterima setiap kuartal (tiga bulan).

## OPSI SAHAM

Opsi saham merupakan kontrak perjanjian antara penjual opsi (*writer*) dan pembeli opsi (*holder*), dimana *writer* menjamin adanya hak dari *holder* untuk membeli atau menjual saham pada harga/nilai yang telah disepakati pada waktu tertentu (Gusnela dan Ahmad, 2020). Kontrak opsi saham terbagi atas dua jenis, yakni hak beli (*call option*) dan hak jual (*put option*). Hak beli (*call option*) adalah jenis kontrak yang memberikan hak untuk membeli aset dengan harga yang disepakati dalam kurun waktu tertentu. Hak jual (*put option*) adalah jenis kontrak yang memberikan hak untuk menjual aset dengan harga yang disepakati dalam kurun waktu tertentu (Wahyuni *et al.*, 2017).

*Option* adalah bagian dari satu instrumen keuangan yang disebut *Derivatives*. *Derivatives* dapat didefinisikan sebagai instrumen keuangan yang nilainya tergantung pada instrumen lain yang mendasarinya. Sebagai salah satu bagian dari instrumen *derivative* maka nilai sebuah produk *option* bergantung dari nilai instrumen atau produk lain yang mendasari *option* tersebut. Misalnya *option* untuk suatu saham nilainya tergantung dari nilai saham tersebut, *option* untuk suatu *currency* tertentu maka nilai *option* tergantung pada nilai dari *currency* tersebut (Djou *et al.*, 2021). Opsi saham (OS) merupakan salah satu jenis penerapan opsi saham yang kita kenal sebagai hak beli (*call option*). Berdasarkan klasifikasinya jenis opsi saham dalam dikategorikan sebagai berikut:

- Opsi saham berdasarkan waktu pelaksanaannya, diantaranya :
  - 1) Opsi tipe Amerika (*American Option*), merupakan kontrak opsi yang transaksinya dapat dilakukan kapan saja sampai dengan tanggal berakhir; dan
  - 2) Opsi tipe Eropa (*European Option*), adalah kontrak opsi yang dapat dilakukan pada tanggal berakhir kontrak.
- Opsi saham berdasarkan fungsinya, diantaranya:
  - 1) Opsi beli (*call option*) merupakan suatu opsi untuk membeli, atau "*call*", lembar

saham pada harga dan dalam jangka waktu yang telah ditentukan.

- 2) Opsi jual (*put option*), merupakan opsi untuk menjual lembar saham pada harga tertentu.

Opsi pada perjanjian memberikan “hak” kepada pemegang opsi untuk menentukan apakah akan melaksanakan atau tidak (*exercise*) opsi yang dipegangnya, yaitu hak membeli (pada opsi beli) atau hak menjual (pada opsi jual) dan pihak yang menjual opsi wajib untuk memenuhi hak opsi dari pemegang opsi tersebut sesuai dengan ketentuan yang disepakati (Djou *et al.*, 2021)

Opsi saham adalah *call option* yang diberikan oleh perusahaan kepada pemilik saham untuk memiliki saham perusahaan tersebut. Opsi saham dilaksanakan pada harga/nilai tertentu (*exercise price*) setelah melalui periode waktu tertentu (*vesting period*) dan memiliki batas waktu tertentu (*maturity time*) (Habib, 2022). Opsi saham dapat memberi keuntungan yang signifikan bagi perusahaan karena dapat menarik dan mempertahankan pemilik saham yang berprestasi, menciptakan lebih banyak pemilik saham yang rela berkorban demi kesuksesan perusahaan, serta biayanya efisien bagi perusahaan kecil untuk bersaing dengan perusahaan besar (Erwinna, 2016).

Opsi Saham atau *Stock Option Plan* merupakan hak pemilik saham yang diberikan oleh manajemen perusahaan untuk membeli saham pada periode tertentu pada tingkat harga yang sudah ditentukan pada saat diberikan. Periode pelaksanaan opsi saham berkisar antara lima sampai sepuluh tahun. Pembeli opsi mempunyai pilihan untuk menggunakan opsi tersebut kapan saja selama masih berlaku atau tidak menggunakannya sama sekali sampai masa berlakunya habis (Menawati dan Ida, 2017)

Adanya perbedaan pada opsi saham menyebabkan cara yang berbeda untuk menentukan nilainya. Metode binomial adalah salah satu metode untuk menentukan harga opsi dengan memodelkan harga saham kedalam pohon binomial dan diasumsikan harga saham pada setiap periode berikutnya bisa naik atau turun. Umumnya dalam penentuan opsi saham lainnya digunakan metode *lattice trinomial*. Jika pergerakan harga saham pada metode binomial hanya diasumsikan bisa naik atau turun, maka pada metode trinomial harga saham

bisa tetap pada periode selanjutnya. Maka penentuan nilai opsi saham akan dirasa lebih akurat karena lebih mendekati nilai pergerakan harga saham yang sebenarnya. (Gusnela dan Defri, 2020).

**PENENTUAN HARGA OPSI SAHAM MODEL BLACK-SCHOLES**

Model pergerakan harga saham yang digunakan pada penurunan persamaan diferensial parsial Black-Scholes adalah

$$dSt = \mu St dt + \sigma St dW$$

Dimana  $\mu$  adalah ekspektasi *return* saham,  $\sigma$  adalah volatilitas saham, dan  $W$  adalah gerak Brown standar (proses *Wiener* standar)

Misal terdapat persamaan  $V(S(t),t)$ . Dengan memakai deret Taylor, nilai perubahan  $V(S(t),t)$  terhadap waktu dapat dituliskan sebagai persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial S} \cdot \frac{dS}{dt} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} (dt)^2 \\ \frac{dV}{dt} &= \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial S} \cdot \frac{dS}{dt} + \frac{1}{2} \left[ \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \left( \frac{dS}{dt} \right)^2 + \frac{\partial V}{\partial S} \cdot \frac{d^2 S}{dt^2} \right] (dt)^2 \\ \frac{dV}{dt} &= \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial S} \cdot \frac{dS}{dt} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} dS^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial V}{\partial S} \cdot \frac{d^2 S}{dt^2} (dt)^2 \end{aligned}$$

Dikarenakan perubahan waktu  $dt$  bernilai sangat kecil, maka untuk  $n > 1$  dapat diasumsikan  $(dt)^n$  menuju 0. Sehingga dengan mengalikan  $dt$  pada kedua ruas persamaan, serta dengan menyubstitusikan untuk nilai perubahan saham  $dS$ , maka diperoleh bentuk model untuk perubahan nilai opsi  $dV$  seperti pada persamaan diatas

$$dV = \sigma S \frac{\partial V}{\partial S} dW + \left( \mu S \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + \frac{\partial V}{\partial t} \right) dt$$

Misalkan dirancang suatu portofolio dengan nilai  $\Pi$  yang terdiri dari beli opsi dengan nilai  $V$  dan jual sebanyak  $\Delta$  saham dengan harga  $S$ .

$$\Pi = V - \Delta S$$

Dalam selang waktu  $\Delta t$  nilai portofolio  $\Pi$  akan mengalami perubahan nilai  $d\Pi$ .

$$d\Pi = dV - \Delta dS$$

Disini  $\Delta$  diasumsikan tetap atau konstan pada interval waktu. Selanjutnya substitusikan persamaan (4), (5), (7) secara bersamaan, kita dapatkan bahwa  $\Pi$  mengikuti *random walk*.

$$d\Pi = \sigma S \left( \frac{\partial V}{\partial S} - \Delta \right) dW + \left( \mu S \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + \frac{\partial V}{\partial t} - \mu \Delta S \right) dt$$

Proses penghilangan komponen acak didalam *random walk* dengan memilih delta, diberikan

$$\Delta = \frac{\partial V}{\partial S}$$

Sehingga persamaan berubah menjadi,

$$d\Pi = \left( \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right) dt$$

$$rd\Pi dt = \left( \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right) dt$$

maka kita dapatkan persamaan model *Black-Scholes* seperti berikut:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + (r - \delta) S \frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0$$

karena nilai deviden = 0, maka persamaan model *Black-Scholes* menjadi seperti berikut:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0$$

Persamaan dapat diselesaikan dengan pendekatan numerik, dimana solusi nilai opsi (*V*) terdefinisi pada domain variabel waktu (*t*) dan harga saham (*S*). Adapun persamaan *black-scholes* yang dapat digunakan dalam penentuan opsi saham adalah sebagai berikut:

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

Maka:

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

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Keterangan:

- C : Nilai/Harga Beli
- S : Harga Saham Saat ini
- N : Distribusi Kumulatif Standar
- d<sub>1</sub> : Opsi Jual Standar
- d<sub>2</sub> : Opsi Jual
- K : *exercise price*
- E : Nilai *Exponential*

Model *Black-Scholes* sering digunakan dalam proses penentuan harga opsi saham yang diperkenalkan oleh Fisher Black dan Myron Scholes

pada tahun 1973. Model *Black-Scholes* ini menggunakan beberapa asumsi, yaitu:

1. Tingkat suku bunga bebas, resiko jangka pendek diketahui dan nilainya konstan.
2. Harga saham mengikuti pada pola acak yang berdistribusi log normal dengan variansi *return* dari harga saham konstan.
3. Tidak ada pembayaran dividen pada saham selama sisa usia opsi.
4. Opsi yang digunakan adalah opsi tipe Eropa, yaitu opsi yang hanya dapat digunakan pada saat jatuh tempo.
5. Tidak ada biaya transaksi dalam menjual atau membeli saham atau opsi.
6. Diperbolehkan bagi pembeli untuk membayar terlebih dahulu sebagian tertentu dari harga sekuriti.

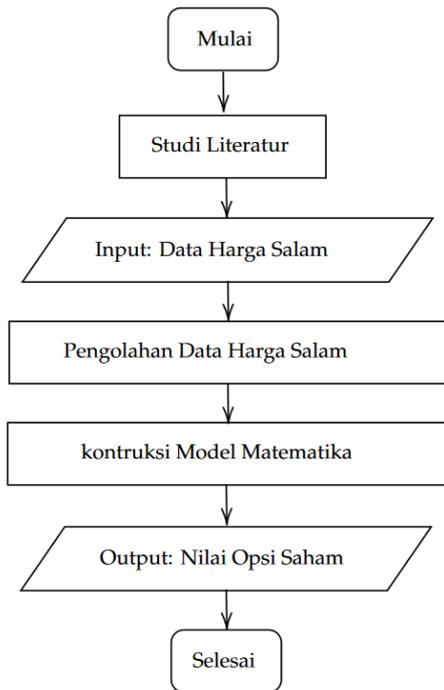
Penggunaan notasi dalam penghitungan harga opsi saham menggunakan notasi standar yang digunakan dalam metode binomial kecuali untuk penotasian *vesting period*. Notasi *T* untuk menyatakan *vesting period* dan *T<sub>exp</sub>* untuk menyatakan *maturity time* (jatuh tempo).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur untuk mengeksplorasi konsep dan teori yang terkait dengan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini. Peneliti mengumpulkan berbagai sumber pustaka seperti buku, jurnal, dan artikel referensi yang relevan untuk mendukung penyusunan penelitian ini. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan uji coba simulasi untuk mengevaluasi kesesuaian antara hasil analisis dari model matematika dengan perhitungan numerik. Melalui simulasi ini, peneliti dapat menguji validitas dan akurasi model matematika yang digunakan dalam penelitian ini.

Dalam penelitian ini, digunakan metode studi literatur untuk menggali konsep dan teori yang terkait dengan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini. Peneliti mengumpulkan berbagai sumber pustaka seperti buku, jurnal, dan artikel referensi yang relevan untuk mendukung penyusunan penelitian ini. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan uji coba simulasi untuk mengevaluasi kesesuaian antara hasil analisis dari model matematika dengan perhitungan numerik.

Rancangan penelitian yang akan dilakukan disusun dan disajikan dalam diagram alur berikut:



Gambar 1. Alur Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**DATA HARGA SAHAM**

Data harga saham yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari situs website <http://www.finance.yahoo.com> yang berupa data harga saham harian perusahaan. Pengamatan data harga saham harian dengan jangka waktu selama 1 hari mulai dari tanggal pengamatan 17 April 2023. Adapun data harga saham penutupan harian pada tanggal 17 April 2023 adalah 6787, dengan nilai saham di buka pada 6818 dengan nilai tertinggi sebesar 6829.

**RETURN HARGA SAHAM**

Penentuan nilai *return* opsi saham dilakukan dengan memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi harga opsi saham diantaranya interval waktu pengamatan (*i*), harga saham pada waktu ke *i* (*S<sub>i</sub>*) dan *return* harga saham ke *i* (*r<sub>i</sub>*), maka *return* harga saham dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$r(i) = \ln\left(\frac{S(i)}{S(i-1)}\right)$$

Untuk :

*i* = 1, maka:

$$\begin{aligned} r(1) &= \ln\left(\frac{6787}{6818}\right) \\ &= \ln 0,99545321 \\ &= -0,00455715 \end{aligned}$$

**STANDAR DEVIASI**

Penentuan nilai standar deviasi pada opsi saham ditentukan dengan memperhatikan faktor yang mempengaruhinya diantaranya banyaknya data yang diamati (*n*), rata-ran dari *r<sub>i</sub>* ( $\bar{r}$ ) dan standar deviasi dari *r<sub>i</sub>* (*S<sub>r<sub>i</sub></sub>*) sehingga standar deviasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S_{r_i} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}$$

Dimana :  $r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i$

Berdasarkan data harga saham yang di peroleh jumlah data pengamatan adalah *n* = 1 sehingga perhitungan *S<sub>r<sub>i</sub></sub>* menggunakan interval *i* = 1. Nilai standar deviasi *r<sub>i</sub>* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} S_{r_i} &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - r)^2} \\ &= \sqrt{\frac{1}{1} \sum_{i=1}^n (0,00000519)} \\ &= \sqrt{0,00000519} \\ &= 0,002278575 \end{aligned}$$

**VOLATILITAS HARGA SAHAM**

*Volatilitas* ( $\sigma$ ) harga saham, ditentukan dengan  $\tau$  diperoleh dari persamaan  $\frac{1}{T_s}$  dimana *T<sub>s</sub>* adalah kumulatif hari yang diamati, sehingga dalam menentukan nilai volatilitas harga saham dapat digunakan persamaan standar deviasi (*r<sub>i</sub>*) sebagai berikut :

$$S_{r_i} = \sigma\sqrt{\tau}$$

Atau

$$\sigma = \frac{S_{r_i}}{\sqrt{\tau}}$$

Dimana :

$$\tau = \frac{1}{T_s}, T_s = 1 \text{ hari masa perdagangan}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{S_{ri}}{\sqrt{\tau}} \\ \sigma &= \frac{0,002278575}{\sqrt{1}} \\ \sigma &= \frac{0,002278575}{\sqrt{1}} \\ \sigma &= \frac{0,002278575}{1} \\ \sigma &= 0,002278575 \end{aligned}$$

Berdasarkan penentuan nilai *volatilitas* harga saham pada tanggal 17 April 2023 diperoleh volatilitas ( $\sigma$ ) sebesar 0,002278575

#### TINGKAT SUKU BUNGA

Pada penentuan nilai opsi saham tingkat suku bunga menjadi salah satu komponen penting memperoleh nilai opsi saham yang sesuai. Nilai suku bunga yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Sertifikat Bank Indonesia (SBI), dengan menggunakan jangka waktu 1 hari tepatnya pada tanggal 17 April 2023. Berdasarkan data SBI tingkat suku bunga pada tanggal 17 April 2023 sebesar 5,75%.

#### STRIKE PRICE

Penentuan nilai opsi saham, *strike price* sangat mempengaruhi nilai opsi saham yang diperoleh. Berdasarkan data yang dikumpulkan melalui website <http://www.finance.yahoo.com> opsi saham perusahaan, Nilai *strike price* pada perdagangan tanggal 17 April 2023 sebesar 6678.

#### PENENTUAN HARGA OPSI SAHAM MENGGUNAKAN PERSAMAAN BLACK-SCHOLES

Pada penentuan harga opsi saham menggunakan pemodelan persamaan *Black-Scholes* berikut:

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

Dimana :

#### Penentuan Nilai $d_1$

$$\begin{aligned} d_1 &= \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{\tau}} \\ d_1 &= \frac{\ln\left(\frac{6818}{6678}\right) + \left(0,0095 + \frac{(0,002278575)^2}{2}\right)1}{0,002278575\sqrt{1}} \\ d_1 &= \frac{\ln(1,02096436) + \left(0,0095 + \frac{(0,002278575)^2}{2}\right)1}{0,002278575\sqrt{1}} \\ d_1 &= \frac{(0,020747631) + (0,0095 + 0,000002595)1}{0,002278575\sqrt{1}} \\ d_1 &= \frac{(0,020747631) + (0,0095025)}{0,002278575(1)} \end{aligned}$$

$$d_1 = \frac{0,03025023}{0,002278575}$$

$$d_1 = 13,2759$$

#### Penentuan Nilai $d_2$

$$\begin{aligned} d_2 &= d_1 - \sigma\sqrt{T} \\ d_2 &= 13,2759 - 0,002278575\sqrt{1} \\ d_2 &= 13,2759 - 0,002278575(1) \\ d_2 &= 13,2759 - 0,002278575 \\ d_2 &= 13,2736 \end{aligned}$$

#### Penentuan Nilai $N(d_1)$

$$\begin{aligned} N(13,2759) &= N(13,27) + 13,59 [N(13,28) - N(13,27)] \\ &= 0,9499 + 13,59 [(0,9472) - (0,9499)] \\ &= 0,9499 + 13,59 [-0,0027] \\ &= 14,5399 + (-0,0366) \\ &= 14,53624 \end{aligned}$$

#### Penentuan Nilai $N(d_2)$

$$\begin{aligned} N(13,2736) &= N(13,27) + 13,36 [N(13,28) - N(13,27)] \\ &= 0,9499 + 13,36 [(0,9472) - (0,9499)] \\ &= 0,9499 + 13,36 [-0,0027] \\ &= 14,3099 + (-0,0027) \\ &= 14,3072 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 C &= N(d_1)S - N(d_2)Ke^{-rT} \\
 &= (14,53624)6787 - (14,3072) 6678e^{-0,0095\frac{1}{1}} \\
 &= (14,53624)6787 - (14,3072) 6678e^{-0,0095} \\
 &= (14,53624)6787 - (14,3072) 6614,8593 \\
 &= 98657,4609 - 94640,115 \\
 &= 4017,3459
 \end{aligned}$$

## PENUTUP

## SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah

1. Nilai opsi saham untuk opsi tipe Eropa pada tanggal 17 April 2023, diperoleh dari situs <https://finance.yahoo.com>, nilai dari *return* harga saham sebesar -0,00455715, standar deviasi opsi saham sebesar 0,002278575, *volatilitas* harga saham sebesar 0,002278575, tingkat suku bunga sebesar 5,75% dan nilai *strike price* sebesar 6678. Sehingga harga opsi saham yang diperoleh sebesar IDR 4017,3459 dengan menggunakan model *Black-Scholes*. maka dapat disimpulkan bahwa persamaan *Black-Scholes* dalam digunakan dalam penentuan harga opsi, khususnya harga opsi tipe Eropa.
2. Pengaruh nilai K terhadap harga opsi saham bahwa semakin besar nilai K maka semakin kecil harga opsi saham.

## SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah Penulis berharap pada penelitian selanjutnya, untuk mengembangkan pemodelan matematika dalam penentuan opsi saham, karena dalam penentuan harga opsi saham masih banyak pemodelan dan persamaan lain yang dapat digunakan untuk menentukan harga opsi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chendra dan Erwina., 2016. *Opsi Saham Karyawan (OSK) : Bonus atautkah Bencana*. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.
- Djou, D. R., Pudjiono, V. R., Ali, S. dan Maratusaleha., 2021. Analisis Penetapan Harga dan Penilaian Opsi pada Perusahaan. *Jurnal Ilmiah Ilmu Manajemen dan Kewirausahaan*, 1(2), 510-527.
- Fitri, S., dan Suherman., 2020. Penentuan Nilsi Opsi Saham Karyawan (OSK) dengan Memperhitungkan Efek Dilusi dengan Menggunakan Metode Black-Scholes. *UNPjoMath*, 3(2), 7-11.
- Gusnela, N., dan Ahmad, D., 2020. Penentuan Nilai Opsi Saham Karyawan (OSK) dengan Memperhitungkan Efek Dilusi Menggunakan Metode Lattice Trinomial. *UNPjoMath*, 3(1), 48-52
- Habib, A., 2022. Penentuan Harga Opsi Saham Karyawan dengan Memperhitungkan RISIKO Pemutusan Hubungan Kerja Menggunakan Levy-Exponential, *Jurnal Ilmiah Matematika*, 10(1), 101-108
- Megawati, M. dan Artiono, R., 2021. Pemodelan Opsi Saham Karyawan Menggunakan Pendekatan Top-Down, *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 9(3), 524-531.
- Menawati, N. M. W., dan Astika, I. B. P., 2017. Pengaruh Rentabilitas dan Likuiditas pada Jumlah Opsi Saham dan Dampaknya pada Nilai Perusahaan. *E-Jurnal Akuntansi Universitas Udayana*, 18(3), 1915-1942
- Mooy, M. N., Rusgiyono, A., dan Rahmawati, R., 2017. Penentuan Harga Opsi Put Call Tipe Eropa Terhadap Saham Menggunakan Model Black-Scholes. *Jurnal GaussianGaussian*, 6(3), 407-417.
- Salim, L., 2003. *Derivatif Option & Warrant*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Sartono, A., 2001. *Manajemen Keuangan Teori dan Aplikasi Edisi 4*. Yogyakarta: BPFE UGM.
- Wahyuni, E., Lestari, R., dan Syafwan, M., 2017. Model Black-Scholes Opsi Call dan Opsi Put Tipe Eropa dengan Dividen pada Keadaan Constant Market. *Jurnal Matematika UNAND*, 6(2), 43-49.