

PENENTUAN HARGA OPSI SAHAM KARYAWAN DENGAN EFEK DILUSI MENGGUNAKAN MODEL BINOMIAL HULL-WHITE

Renaldi Junifer Silalahi

Program Studi Matematika, Fakultas Sains Institut Teknologi Sumatera,
e-mail : renaldi.121160076@student.itera.ac.id

Werry Febrianti*

Program Studi Matematika, Fakultas Sains Institut Teknologi Sumatera,
e-mail : werry.febrianti@ma.itera.ac.id

Achmad Suryadi Nasution

Program Studi Matematika, Fakultas Sains Institut Teknologi Sumatera,
e-mail : achmad.nasution@ma.itera.ac.id

Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengevaluasi dan menganalisis penentuan harga Opsi Saham Karyawan dengan memperhitungkan dampak dilusi menerapkan Model Binomial Hull-White. Fokus penelitian meliputi empat saham dari total lima belas saham perusahaan yang sudah menjalankan skema Opsi Saham Karyawan (OSK), memiliki data pengembalian yang berdistribusi normal, dan terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI). Model Binomial Hull-White diterapkan untuk menghitung harga Opsi Saham Karyawan melalui simulasi dengan pendekatan pohon binomial, yang juga mempertimbangkan karakteristik tertentu seperti tingkat *exit rate* dan masa tenggang waktu. Beberapa fitur lain seperti *dividend yield* dan efek dilusi juga diperhitungkan sebagai dampak yang terjadi pada perusahaan akibat penerbitan atau pengeluaran jumlah saham baru dalam penelitian ini. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa dampak dilusi memiliki pengaruh signifikan terhadap harga Opsi Saham Karyawan dengan persentase yang diperoleh yaitu untuk BBKA (14,003973%), BBNI (40,74311%), UNTR (23,225471%), dan ASII (28,292408%), yang menyebabkan penurunan proporsi pemegang saat perusahaan menerbitkan saham baru. Perhitungan menunjukkan bahwa harga tertinggi dari opsi saham karyawan setelah mempertimbangkan efek dilusi terdapat pada saham perusahaan UNTR sebesar Rp89.109,98, sedangkan harga terendah terlihat pada saham perusahaan BBKA dengan nilai Rp30.129,39.

Kata Kunci: Opsi Saham Karyawan, Model Binomial Hull-White, Efek Dilusi.

Abstract

This study aims to evaluate and analyze the determination of Employee Stock Option values by taking into account the impact of dilution using the Hull-White Binomial Model. The focus of the study includes four stocks from a total of fifteen stocks of companies that have implemented an Employee Stock Option (ESO) scheme, have normally distributed return data, and are listed on the Indonesia Stock Exchange (IDX). The Hull-White Binomial Model is applied to calculate the price of Employee Stock Options through simulation using a binomial tree approach, which also considers certain characteristics such as the exit rate and grace period. Several other features such as dividend yield and the dilution effect are also taken into account as impacts on the company resulting from the issuance or expenditure of new shares in this study. The results of the study indicate that the dilution effect has a significant influence on the price of Employee Stock Options with the percentages obtained being for BBKA (14.003973%), BBNI (40.74311%), UNTR (23.225471%), and ASII (28.292408%), which causes a decrease in the proportion of holders when the company issues new shares. The calculation shows that the highest value of employee stock options after considering the dilution effect is in UNTR company shares at IDR 89,109.98, while the lowest value is seen in BBKA company shares at IDR 30,129.39.

Keywords: Employee Stock Options, Hull-White Binomial Model, Dilution Effect

PENDAHULUAN

Pasar modal dan bursa saham memerlukan penerapan strategi investasi yang tepat dan terukur untuk menghasilkan keuntungan yang maksimal. Tujuan utama bagi investor individu atau bisnis adalah mencari peluang di pasar keuangan dengan mengevaluasi kemampuan atau performa finansial perusahaan. Oleh karena itu, bisnis saat ini mulai menciptakan konsep-konsep inovatif untuk menghadapi kompetisi di antara perusahaan. Perusahaan perlu melakukan upaya untuk memperbaiki mutu manfaat bagi karyawan. Dengan pendekatan tersebut, perusahaan dapat bersaing dengan kompetitor lainnya melalui strategi yang tidak semata-mata menitikberatkan pada gaji pokok dan bonus, tetapi juga mencakup berbagai aspek lain. Seiring waktu, sistem kompensasi dikembangkan secara bertahap hingga tidak hanya berbentuk tunai, melainkan juga meliputi program asuransi, dana pensiun, serta kepemilikan saham bagi karyawan (Hayuningrum & Artiono, 2023).

Peningkatan kesejahteraan pegawai dengan memberikan tambahan imbalan biasanya dilakukan oleh perusahaan-perusahaan besar dan diharapkan dapat memberikan efek baik bagi kemajuan perusahaan. Salah satu jenis imbalan tersebut adalah Opsi Saham Karyawan atau yang biasa disebut Opsi Saham untuk Karyawan (OSK). Opsi adalah kesepakatan antara orang yang membeli dan orang yang menjual yang memberikan hak untuk melakukan jual beli saham dengan harga dan waktu yang telah disetujui sebelumnya (Taufiqi & Artiono, 2023). Opsi bisa didefinisikan juga sebagai hak (bukan kewajiban) untuk membeli/menjual saham pada harga tertentu pada waktu jatuh tempo (Febrianti, 2016), (Fauzi, A., & Febrianti, W., 2024),

Opsi banyak dikembangkan sebagai lindung nilai serta sebagai *tools* untuk membuat karyawan agar loyal dan setia kepada Perusahaan/instansi tempat bekerjanya (Febrianti, W., & Sidarto, K. A., 2024), (Febrianti, 2018), (Febrianti, W., Sidarto, K. A., & Sumarti, N., 2022), (Febrianti, W., Sidarto, K. A., & Sumarti, N., 2023).

Selanjutnya, ada opsi yang diberikan sebagai bentuk penghargaan dan dorongan bagi pegawai, sehingga tidak bisa diperdagangkan atau dipindahkan kepada orang lain. Melalui OSK, pekerja mendapatkan kesempatan untuk membeli saham perusahaan, tetapi mereka tidak diwajibkan untuk melakukannya (Fitri & Suherman, 2020).

Merujuk pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Dewi Laily Fitroh dan Rudianto Artiono pada tahun 2023, studi berjudul “Model Matematika Penilaian Opsi Saham Karyawan Menggunakan Metode Pohon Binomial” menggunakan pendekatan metode pohon binomial dalam penelitiannya. Analisis data diteliti menggunakan metode pohon binomial dalam model Cox-Ross-Rubinstein (CRR) atau model binomial standar untuk memodelkan Opsi Saham Karyawan (OSK) dengan metode pohon binomial. Pada penelitian tersebut memodelkan analisis sensitivitas yang digunakan untuk menganalisis ukuran besarnya perubahan nilai Opsi Saham Karyawan yang terpengaruh oleh perubahan berbagai aspek seperti durasi Opsi Saham Karyawan, tingkat suku bunga, *strike price* (harga kesepakatan), dan tingkat *exit rate*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan ilustrasi berupa grafik pengaruh beberapa faktor sebelumnya terhadap nilai Opsi Saham Karyawan (Fitroh & Artiono, 2023).

Efek dilusi yang ditambahkan sebagai fitur penelitian ini. Terjadinya efek tersebut akibat dari perusahaan menerbitkan jumlah lembar saham baru. Berdasarkan hal ini, dengan bertambahnya jumlah lembar saham maka, opsi yang dilaksanakan pada harga akan lebih rendah, yang menyebabkan penurunan pada harga saham. Efek dilusi memengaruhi imbal hasil atas harga saham yang beredar dan nilai Opsi Saham Karyawan. Selain itu, nilai *dividend yield* untuk mencerminkan penurunan nilai Opsi Saham Karyawan akibat pembagian dividen agar hasil nilai Opsi Saham Karyawan lebih akurat, optimal dan realistis. *Dividend yield* digunakan juga untuk menyesuaikan ekspektasi pertumbuhan harga saham pada struktur nilai opsi di seluruh periode pohon binomial dan

sebagai bentuk keuntungan langsung (*income*) yang langsung diterima oleh pemilik saham saat dilaksanakan.

Penelitian ini menggunakan data historis harga penutupan (*closing price*) saham dari lima belas perusahaan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) selama periode satu tahun, yaitu dari 9 Oktober 2023 hingga 25 Oktober 2024. Perusahaan yang dijadikan sampel dalam penelitian Tugas Akhir ini merupakan perusahaan yang telah menerapkan program *Employee Stock Option Plan* (ESOP) atau Opsi Saham Karyawan bagi karyawannya.

Model Binomial Hull-White dipilih dalam penelitian ini karena memiliki keunggulan dalam menangani karakteristik khusus Opsi Saham Karyawan serta mampu mengakomodasi berbagai fitur opsi yang bersifat tidak standar. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung nilai Opsi Saham Karyawan dengan memperhitungkan dampak dilusi melalui Model Binomial Hull-White, sehingga estimasi nilai yang diperoleh menjadi lebih akurat dan mencerminkan keadaan perusahaan yang sesungguhnya.

Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk mengenali dan mengevaluasi nilai Opsi Saham Karyawan dengan menggunakan Model Binomial Hull-White, baik dengan memperhatikan efek dilusi atau tanpa, serta meneliti pengaruh efek dilusi terhadap nilai opsi itu. Selain itu, model yang digunakan diharapkan mampu memberikan simulasi yang lebih transparan dan realistis dalam menggambarkan dampak efek dilusi terhadap nilai Opsi Saham Karyawan.

KAJIAN TEORI

Kajian teori dalam studi ini menjelaskan berbagai ide yang berkaitan dan diterapkan dalam penilaian Opsi Saham Karyawan (OSK) dengan memperhatikan dampak dilusi menggunakan Model Binomial Hull-White. Pembahasan diawali dengan penjelasan mengenai saham sebagai salah satu instrumen yang sudah umum dikenal dalam dunia keuangan dan investasi. Instrumen ini tidak hanya menggambarkan kepemilikan, tetapi juga menjadi bagian dari strategi keuangan banyak pihak, baik individu maupun

perusahaan. Saham merupakan dokumen bernilai yang menunjukkan nilai dasar dan identitas perusahaan, serta menerangkan hak dan tanggung jawab yang dimiliki oleh pemegangnya. Memiliki saham ini menjadi bukti bahwa individu tersebut adalah pemilik sebagian dari perusahaan yang menerbitkan dokumen bernilai itu (Prima & Ahmad, 2023).

Kedua, opsi saham adalah bentuk perjanjian yang menawarkan kesempatan kepada pembeli agar memperjualbelikan aset tertentu dari penjual pada harga yang sudah ditetapkan sebelumnya dalam periode waktu yang spesifik. Opsi saham adalah jenis perjanjian antara dua individu atau bisnis, yaitu penjual (*writer*) maupun pembeli (*holder*), yang mana pembeli memiliki kesempatan untuk memperjualbelikan saham pada harga yang telah disetujui sebelum atau pada hari kedaluwarsa yang diberikan oleh penjual (Gusnela & Ahmad, 2020).

Tidak seperti saham biasa yang diperdagangkan di bursa, saham yang diberikan kepada pegawai adalah saham yang langsung disediakan oleh perusahaan sebagai bentuk penghargaan atau insentif. Biasanya, pilihan saham ini ditawarkan dengan syarat tertentu, seperti periode waktu dan harga yang sudah ditentukan sebelumnya. Di Indonesia, program Opsi Saham Karyawan atau *Employee Stock Options Plan* (ESOP) masih cukup terbatas dan umumnya hanya diterapkan oleh perusahaan-perusahaan besar. Perusahaan yang menerapkan ESOP biasanya dalam bentuk Perseroan Terbatas (PT) dan terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI), sehingga kepemilikan sahamnya terbagi antara pemegang saham individu dan institusi serta mengikuti regulasi yang ada (Sugisnawan, Umbara, & Palupi, 2015). Opsi Saham Karyawan (OSK) adalah suatu keuntungan yang diperuntukkan pekerja oleh perusahaan agar memperoleh saham perusahaan dengan harga yang ditentukan dan dalam periode waktu yang telah disepakati. (Sidarto & Sumarti, Komputasi Matematika Keuangan, 2021).

Keempat, *return* adalah perolehan tingkat keuntungan yang didapat dari suatu aktivitas investasi (Mooy, Rusgiyono, & Rahmawati, 2017). Dalam dunia saham,

return mengacu pada tingkat laba yang diterima pemegang saham dari investasi yang telah mereka lakukan (Syahaza, et al., 2024). Misal, S_t adalah harga saham saat waktu t . Definisi *return* pada suatu selang waktu $[t, \Delta t]$ tanpa dividen sebagai berikut (Febrianti, dan Kuntjoro 2024)

$$\hat{R}_{t+\Delta t, t} = \frac{(S_{t+\Delta t} - S_t)}{S_t}$$

Keterangan :

$R_{t+\Delta t, t}$: *Return* kontinu pada suatu selang waktu $[t + \Delta t, t]$

$S_{t+\Delta t}$: Nilai saham ketika $t + \Delta t$

S_t : Nilai saham ketika t

Apabila definisi *return* kontinu pada saham dihipotesis oleh logaritma natural rasio harga saham (Sidarto, Syamsuddin, & Sumarti, Matematika Keuangan, 2018) (Febrianti, dan Kuntjoro 2024) yang dirumuskan sebagai berikut

$$R_{t+\Delta t, t} = \ln \frac{S_{t+\Delta t}}{S_t}$$

Kelima, volatilitas menggambarkan tingkat perubahan harga saham dalam suatu periode tertentu yang mencerminkan tingkat ketidakpastian pergerakannya. Volatilitas biasanya dihitung dengan cara menghitung deviasi standar, di mana semakin tinggi angkanya, semakin besar pula ketidakpastian mengenai imbal hasil saham yang dapat diterima (Sidarto, Syamsuddin, & Sumarti, Matematika Keuangan, 2018), (Febrianti, dan Kuntjoro 2024) yang dirumuskan sebagai berikut

$$\sigma = \frac{\tilde{\sigma}}{\sqrt{\delta t}}$$

Keterangan :

σ : Volatilitas

$\tilde{\sigma}$: Standar deviasi

δt : Banyaknya hari dalam data historis saham

Untuk μ diartikan sebagai *drift* dalam memodelkan suatu harga saham, *drift* merupakan rata-rata laju pertumbuhan dari harga saham (Febrianti, 2016). Pada kasus saham atau aset yang *risk-neutral*, $\mu = r$ suku bunga bebas risiko. Perhitungan volatilitas dan *drift* digunakan untuk penentuan harga Opsi Saham Karyawan menggunakan

pohon binomial (Sidarto, Syamsuddin, & Sumarti, Matematika Keuangan, 2018).

$$\mu = \frac{\tilde{\mu}}{\delta t} + \frac{1}{2} \frac{\tilde{\sigma}^2}{\delta t} = \frac{1}{\delta t} \left(\tilde{\mu} + \frac{1}{2} \tilde{\sigma}^2 \right)$$

Keterangan :

μ : *Drift*

$\tilde{\mu}$: Rataan (*mean*) *return*

r_i : Nilai *return*

Keenam, penelitian ini menggunakan uji normalitas data dengan menerapkan uji Kolmogorov-Smirnov untuk menentukan apakah data pengembalian saham dari lima belas perusahaan yang telah menjalankan program Opsi Saham Karyawan mengikuti distribusi normal. Uji Kolmogorov-Smirnov adalah metode *goodness of fit* yang dipakai untuk menilai sejauh mana distribusi data cocok secara umum. Metode ini pertama kali diciptakan pada tahun 1933 oleh seorang matematikawan dari Uni Soviet, Andrei Nikolaevich Kolmogorov, dan kemudian dikembangkan melalui sumbangsih dari Nikolai Vasil'yevich Smirnov, sehingga dikenal dengan nama statistik uji Kolmogorov-Smirnov (Nasrum, 2018).

Ketujuh, model Binomial. Misalnya, ketika $t_0 = 0$ nilai saham adalah S_0 , maka nilai saham pada saat $t_1 = 1$. Δt ditentukan oleh $S_0 u$ atau $S_0 d$. Selanjutnya ketika t_2 nilai saham dapat menjadi salah satu dari $S_0 d^2$, $S_0 u d$ atau $S_0 u^2$. Pada langkah ini, ketika $t_j = j \Delta t$ akan ada $j + 1$ kemungkinan nilai saham yang dapat terjadi, yang dinyatakan dengan

$$S_{i,j} = S_0 u^i d^{j-i}, \quad i = 0, 1, \dots, j \quad j = 0, 1, \dots, N$$

dengan S_0 menyatakan harga saham awal dan S_{ij} menyatakan nilai saham ketika t_j setelah mengalami kenaikan nilai saham sebanyak i kali dan penurunan nilai saham sebanyak $j - i$ kali, dihitung dari waktu $t_0 = 0$. Misalkan $\{C_{iN}\}_{i=0,1,\dots,N}$ menunjukkan nilai-nilai hasil (pendapatan) ketika jatuh tempo untuk opsi *call* Eropa, maka

$$C_{i,N} = \text{Maks} \{S_{iN} - K, 0\} \quad i = 0, 1, \dots, N.$$

Formulasi nilai opsi *call* Eropa untuk $i = 0, 1, \dots, j, j = N - 1, N - 2, \dots, 1, 0$ dengan p peluang harga saham naik adalah

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

Oleh karena itu, harga opsi *call* adalah $C_{0,0}$. Formula rekursif dalam metode binomial diubah agar dapat kemungkinan pelaksanaan *exercise* lebih awal berdasarkan nilai *payoff* yang didapatkan jika dilakukan *exercise* ketika t_i (Sidarto, Syamsuddin, & Sumarti, Matematika Keuangan, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa, formulasi opsi *call* Amerika dengan $i = 0,1, \dots, j, j = N-1, N-2, \dots, 1, 0$ adalah

$$C_{i,j} = \text{Maks} \left\{ e^{-r\Delta t}(pC_{i+1,j+1} + (1-p)C_{i,j+1}), \text{maks}\{S_{i,j} - K, 0\} \right\}$$

Keterangan :

S_0	: Nilai saham awal
C	: Nilai opsi <i>call</i>
u	: Faktor kenaikan nilai saham
d	: Faktor penurunan nilai saham
p	: Probabilitas naiknya harga saham
$1-p$	: Probabilitas turunnya harga saham
K	: Harga pelaksanaan atau kesepakatan (<i>strike price</i>)
r	: Suku bunga bebas risiko
N	: Banyaknya periode i hingga jatuh tempo
Δt	: Selang waktu
i	: Tingkat waktu dalam pohon binomial
j	: Tingkat harga aset dasar (<i>underlying asset</i>) pada tingkat waktu tertentu i
$S_{i,j}$	: Harga saham pada node i, j
$C_{i,j}$	: Nilai opsi <i>call</i> Eropa di node i, j , yaitu pada tingkat waktu i dan tingkat harga aset dasar j dalam pohon binomial
$e^{-r\Delta t}$	: Faktor diskon menggunakan suku bunga bebas risiko (r)

Kedelapan, Model Binomial Hull-White merupakan pendekatan yang relatif baru dalam perhitungan Opsi Saham Karyawan. Model ini diperkenalkan pada tahun 1990 oleh dua ekonom sekaligus profesor keuangan ternama, John C. Hull dan Alan White, sebagai pengembangan dari model Binomial Hull-White yang awalnya digunakan untuk memodelkan pergerakan suku

bunga secara stokastik. Secara umum, model ini memiliki kesamaan dengan model binomial yang berkembang di Amerika, namun telah disesuaikan dengan penambahan fitur khusus untuk Opsi Saham Karyawan.

Misal, selang waktu Opsi Saham Karyawan dibagi ke dalam N subselang yang sama panjang, dengan panjang Δt . Misalkan, $S_{i,j}$ menyatakan nilai saham ketika $j\Delta t$ pada titik simpul i , dengan $j = 0,1,2, \dots, N$ dan $i = 0,1,2, \dots, j$. Selanjutnya $f_{i,j}$ menunjukkan bahwa nilai OSK ketika nilai saham sebesar $S_{i,j}$. Misalkan v menunjukkan waktu berakhirnya masa tunggu (*vesting period*) sedangkan K menyatakan harga kesepakatan (*strike price*) (Sidarto & Sumarti, Komputasi Matematika Keuangan, 2021). Skema Model Binomial Hull-White adalah sebagai berikut (Sofiyati, Pratama, & Kartika, 2022) :

1. Ketika jatuh tempo yaitu saat $j = N$ harga opsi diberikan oleh nilai intrinsik keuntungan pada opsi (*payoff*) :

$$f_{i,N} = \text{Maks} \{S_{i,N} - K, 0\}$$

2. Titik-titik simpul yang lain pada pohon binomial dengan $0 \leq j \leq N-1$ akan dicari dengan proses *backward steps* dan diberikan aturan berikut

- a. Selama periode masa tunggu ($j\Delta t < v$)

- Jika karyawan keluar pada perusahaan (probabilitas $1 - e^{-\lambda\Delta t}$), sehingga nilai opsi menjadi hangus dan nilai opsi menghasilkan 0. Komponen nilai opsi menghasilkan :

$$(1 - e^{-\lambda\Delta t}).0 = 0$$

- Jika pekerja bertahan pada perusahaan (probabilitas $e^{-\lambda\Delta t}$), sehingga komponen nilai opsi akan seperti metode Binomial Standar yaitu :

$$(e^{-\lambda\Delta t}).(e^{-r\Delta t}).[pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i,j+1}],$$

sehingga nilai opsi selama periode tenggang waktu adalah

$$f_{i,j} = (1 - e^{-\lambda\Delta t}).0 + (e^{-\lambda\Delta t})(e^{-r\Delta t})[pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i,j+1}]$$

$$f_{i,j} = (e^{-\lambda\Delta t})(e^{-r\Delta t})[pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i,j+1}]$$

- b. Sesudah periode tenggang waktu ($j\Delta t \geq v$)
- Jika $S_{i,j} \geq MK$ (nilai saham lebih besar atau sama dengan kriteria strategi pelaksanaan), sehingga opsi akan dieksekusi. Apabila pekerja keluar pada perusahaan diberikan nilai opsi $(1 - e^{-\lambda\Delta t}) \cdot (S_{i,j} - K)$ dan pekerja yang bertahan pada perusahaan dengan probabilitas $e^{-\lambda\Delta t} \cdot (S_{i,j} - K)$, sehingga diperoleh nilai opsi dalam kondisi $S_{i,j} \geq MK$ yaitu :

$$\begin{aligned} f_{i,j} &= (1 - e^{-\lambda\Delta t}) \cdot (S_{i,j} - K) + (e^{-\lambda\Delta t}) \cdot (S_{i,j} - K) \\ &= (S_{i,j} - K) \end{aligned}$$

- Jika $S_{i,j} < MK$ (nilai saham lebih kecil dari kriteria strategi pelaksanaan), sehingga opsi dieksekusi. Apabila karyawan keluar pada perusahaan komponen nilai opsi menjadi

$$(1 - e^{-\lambda\Delta t}) \cdot \max\{(S_{i,j} - K), 0\},$$

sedangkan apabila pekerja bertahan pada perusahaan komponen harga opsi menjadi

$$(e^{-\lambda\Delta t}) \cdot (e^{-r\Delta t}) \cdot [pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i,j+1}]$$

Hal ini menunjukkan bahwa nilai opsi dalam situasi $S_{i,j} < MK$ adalah :

$$\begin{aligned} f_{i,j} &= (1 - e^{-\lambda\Delta t}) \cdot \max\{(S_{i,j} - K), 0\} + \\ &+ (e^{-\lambda\Delta t}) \cdot (e^{-r\Delta t}) \cdot [pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i,j+1}] \end{aligned}$$

Pada akhir proses akan diperoleh harga Opsi Saham Karyawan yang dicari diberikan oleh nilai $f_{0,0}$. Maka diperoleh parameter baru dari nilai p sebagai berikut

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

sebagai keterangan α yaitu *employee exit rate* atau *turnover rate*, σ adalah volatilitas saham dan D menyatakan *dividend yield*.

Kesembilan, dividen adalah sebagian dari keuntungan perusahaan yang dialokasikan untuk pemilik saham berdasarkan pada total saham yang dimiliki dan jumlah keuntungan perusahaan, yang ditentukan melalui Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Di sisi lain, aturan

dividen mengatur pembagian keuntungan antara dividen yang diberikan kepada pemilik saham dan keuntungan yang disimpan untuk investasi kembali dalam operasional perusahaan. (Husein & Kharisma, 2020).

$$Dividend Yield = \frac{\text{Dividen tahunan/saham}}{\text{Harga saham sekarang}} \times 100\%$$

Kemudian, efek dilusi mengacu pada penurunan nilai atau profit saham yang terjadi saat Opsi Saham Karyawan digunakan dengan harga yang lebih kecil dibandingkan dengan harga saham ketika itu. Situasi ini mengakibatkan persentase pemegang investor berkurang seiring dengan meningkatnya total saham yang beredar, sedangkan investor yang sudah ada tidak ikut serta dalam penerbitan saham baru, sehingga menimbulkan dilusi kepemilikan. (Rosalina & Artiono, 2023).

$$\text{efek dilusi} = \frac{S_{i,j} \omega + K \theta}{\omega + \theta}$$

dengan ω menyatakan total saham yang beredar dan θ menunjukkan nilai Opsi Saham Karyawan yang diberikan oleh Perusahaan. Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa setiap satu Opsi Saham Karyawan memberikan keuntungan untuk membeli satu saham pada harga yang disepakati K , dan tidak ada Opsi Saham Karyawan yang dieksekusi secara bersamaan.

METODE

Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif, yang merupakan pendekatan studi yang bertujuan untuk menganalisis objek atau sampel tertentu dengan menggunakan data yang berbentuk angka dan analisis statistik. (Rijali, 2018). Data yang digunakan dalam studi ini berasal dari data sekunder yang dimanfaatkan untuk menghitung nilai Opsi Saham Karyawan. Kemudian, perolehan tersebut dilakukan dengan mengaplikasikan Model Binomial Hull-White dengan menggunakan software Microsoft Excel 2021 dan Google Colab.

Penelitian ini mengandalkan data harga penutupan saham dari lima belas perusahaan yang ada di Indonesia dan telah menerapkan skema Opsi Saham Karyawan (OSK). Data tersebut diambil secara resmi dan dapat diakses melalui situs Yahoo Finance (yahoo!finance,

2025), dan berasal dari perusahaan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI). Harga saham yang dianalisis mencakup rentang waktu satu tahun, tepatnya dari 9 Oktober 2023 hingga 25 Oktober 2024, yaitu sebagai berikut PT Bank Central Asia Tbk., PT Bank Mandiri (Persero) Tbk., PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk., PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk., PT Telekomunikasi Indonesia Tbk., PT Indofood Sukses Makmur Tbk., PT United Tractors Tbk., PT Unilever Indonesia Tbk., PT Astra International Tbk., PT Astra Otoparts Tbk., PT Alamtri Resources Indonesia Tbk., PT Gudang Garam Tbk., PT Astra Agro Lestari Tbk., PT Surya Semesta Internusa Tbk., dan PT XLSMART Telecom Sejahtera Tbk. Selain itu, lima belas saham perusahaan yang telah dipilih dan dijadikan sampel pada penelitian Tugas Akhir ini dikarenakan merupakan perusahaan yang sudah menerapkan skema ESOP (*Employee Stock Option Plan*) atau Opsi Saham Karyawan bagi pegawai yang bekerja pada instansi tersebut. Tahapan penyelesaian penelitian ini yakni : mencari dan mengumpulkan literatur maupun referensi rujukan yang terkait Opsi Saham Karyawan dan model yang digunakan yaitu Model Binomial Hull-White, mencari data penutupan harga saham pada website Yahoo Finance, menghitung nilai *return* kontinu pada tiap perusahaan dan nantinya hasil tersebut akan diuji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov Test*, menghitung volatilitas, *drift*, nilai u , d , dan p , meramalkan perubahan harga saham suatu perusahaan dan menetapkan nilai Opsi Saham Karyawan dengan menerapkan Model Binomial Hull-White, menganalisis hasil nilai Opsi Saham Karyawan yang diperoleh terhadap simulasi numerik tersebut dengan melihat pengaruh pada perbedaan baik dengan maupun tanpa efek dilusi, dan terakhir menarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Interpretasi hasil disajikan dalam bentuk tabel yang memuat hasil nilai Opsi Saham Karyawan baik dengan dampak dilusi maupun tanpa dampak dilusi, dan pengaruh dari dilusi terhadap nilai Opsi Saham Karyawan (%), serta rata-rata (*mean*) *return* pada empat saham perusahaan yang

berdistribusi normal yaitu PT Bank Central Asia Tbk., PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk., PT United Tractors Tbk., dan PT Astra International Tbk. sebagai berikut

Tabel 1. Empat Saham Perusahaan yang Berdistribusi Normal

No.	Kode Saham	Nama Perusahaan
1.	BBCA	PT Bank Central Asia Tbk.
2.	BBNI	PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk.
3.	UNTR	PT United Tractors Tbk.
4.	ASII	PT Astra International Tbk.

Tabel 2. Interpretasi Hasil dari Empat Saham Perusahaan yang Berdistribusi Normal

Nilai OSK Dengan Efek Dilusi	Nilai OSK Tanpa Efek Dilusi	Pengaruh Efek Dilusi terhadap Nilai OSK (%)	Rataan (<i>Mean</i>) <i>Return</i>
Rp30.129,39	Rp215.148,87	14,003973%	0,000685821
Rp65.033,37	Rp159.618,08	40,74311%	0,000408028
Rp89.109,98	Rp383.673,51	23,225471%	0,00001489371
Rp54.338,87	Rp192.061,66	28,292408%	0,000633163

Berdasarkan Tabel 2. menunjukkan bahwa nilai Opsi Saham Karyawan (OSK) yang dihitung baik dengan dampak dilusi maupun tanpa dampak dilusi menunjukkan perbedaan dari kedua nilai Opsi Saham Karyawan yang di mana terlihat keterkaitan dampak dari pengaruh adanya efek dilusi terhadap nilai Opsi Saham Karyawan. Perbedaan dari kedua nilai opsi tersebut dapat terlihat sehingga terjadi menurunnya nilai kepemilikan Opsi Saham Karyawan. Berdasarkan data hasil penelitian dan teori rujukan bahwa efek dilusi merupakan turunya nilai kepemilikan pemegang saham yang terjadi akibat dari suatu perusahaan menerbitkan atau merilis saham baru.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa nilai Opsi Saham Karyawan tanpa mempertimbangkan efek dilusi secara konsisten lebih tinggi dibandingkan nilai setelah dilusi pada seluruh saham yang dianalisis (BBCA, BBNI, UNTR, dan ASII). Kondisi tersebut mengindikasikan

bahwa dampak dilusi berperan penting dalam mengurangi harga saham. Situasi ini muncul seiring dengan bertambahnya jumlah saham yang beredar, sehingga harga Opsi Saham Karyawan yang dihitung dengan Model Binomial Hull-White, baik yang mempertimbangkan maupun yang tidak mempertimbangkan efek dilusi, pada saham-saham yang terdistribusi normal menunjukkan perbedaan nilai. yaitu BBKA (Rp30.129,39 dan Rp215.148,87), BBNI (Rp65.033,37 dan Rp159.618,08), UNTR (Rp89.109,98 dan Rp383.673,51), dan ASII (Rp54.338,87 dan Rp192.061,66). Kondisi tersebut menggambarkan potensi pertumbuhan nilai saham (*return*) bahwa pada BBKA dan ASII yang memiliki rata-rata *return* tinggi (masing-masing sebesar 0,00068 dan 0,00063) mengindikasikan dengan harga Opsi Saham Karyawan (OSK) mereka mengalami penurunan akibat efek dilusi, nilai tersebut masih relatif kompetitif dibandingkan perusahaan lain.

Sebaliknya, UNTR dengan rata-rata *return* terendah (0,00014) mengalami penurunan nilai OSK paling besar, yang mencerminkan kecilnya potensi pertumbuhan harga saham di masa depan, sehingga nilai OSK sangat terdampak oleh dilusi. Sementara itu, BBNI yang memiliki rata-rata *return* sedang (0,00040) menunjukkan penurunan nilai OSK yang juga moderat, berada di antara dua kondisi ekstrem tersebut. Selain itu, terdapat pengaruh efek dilusi terhadap nilai Opsi Saham Karyawan (%) pada empat saham perusahaan yang berdistribusi normal. Persentase yang diperoleh pada empat saham perusahaan yang berdistribusi normal yaitu BBKA (14,003973%), BBNI (40,74311%), UNTR (23,225471%), dan ASII (28,292408%). Nilai tersebut diperoleh dengan cara menghitung harga Opsi Saham Karyawan, baik dengan maupun tanpa dampak dilusi, kemudian dikalikan dengan 100% sebagaimana ditunjukkan dalam perhitungan berikut

Pengaruh Efek Dilusi terhadap Nilai OSK (%)

$$= \frac{\text{Nilai OSK Dengan Dilusi}}{\text{Nilai OSK Tanpa Dilusi}} \times 100\%$$

$$\text{Efek Dilusi terhadap Nilai OSK (\%)} = \frac{\text{Rp30.129,39}}{\text{Rp215.148,87}} \times 100\%$$

$$\text{Pengaruh Efek Dilusi terhadap Nilai OSK (\%)} = 14,003973\%$$

Berdasarkan perhitungan nilai pengaruh efek dilusi terhadap nilai Opsi Saham Karyawan yang diperoleh, maka saham PT Bank Central Asia Tbk. memiliki nilai pengaruh efek dilusi yang paling kecil dibandingkan saham perusahaan lainnya dan pengaruh efek dilusi terhadap nilai Opsi Saham Karyawan terbesar yaitu saham PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk. sebesar 40,74311%.

PENUTUP

SIMPULAN

Berdasarkan hasil studi yang telah dilaksanakan dengan menerapkan Model Binomial Hull-White dengan efek dilusi, maka melalui analisis terhadap data nilai Opsi Saham Karyawan yang diperoleh, untuk mencapai kesimpulan sebagai berikut

1. Nilai Opsi Saham Karyawan yang diperoleh menerapkan Model Binomial Hull-White, dengan efek dilusi pada saham perusahaan yang berdistribusi normal yaitu BBKA (Rp30.129,39), BBNI (Rp65.033,37), UNTR (Rp89.109,98), dan ASII (Rp54.338,87). Kemudian tanpa efek dilusi pada saham perusahaan yang berdistribusi normal yaitu BBKA (Rp215.148,87), BBNI (Rp159.618,08), UNTR (Rp383.673,51), dan ASII (Rp192.061,66).
2. Dampak dilusi terhadap nilai Opsi Saham Karyawan pada saham perusahaan yang berdistribusi normal berpengaruh signifikan pada nilai yang diperoleh yaitu BBKA (14,003973%), BBNI (40,74311%), UNTR (23,225471%), dan ASII (28,292408%). Berdasarkan nilai pengaruh efek dilusi tersebut, di mana terjadinya penurunan porsi nilai kepemilikan harga Opsi Saham Karyawan berdasarkan data hasil penelitian. Selain itu, ketika sebuah perusahaan mengeluarkan atau merilis saham baru, dampaknya adalah persentase nilai kepemilikan opsi saham yang dimiliki oleh para karyawan akan menurun.

SARAN

Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penambahan efek lain, seperti parameter kelipatan M (*Management*), yang nilainya dapat berbeda antarindividu maupun berdasarkan jabatan karyawan dalam perusahaan. Dalam hal ini, nilai M untuk karyawan pada level manajemen puncak diperkirakan lebih besar dibandingkan karyawan pada tingkat manajemen menengah.

DAFTAR PUSTAKA

- (Persero), P. B. (2024). *Strong Bonds, Great Impact*. Jakarta: PT Bank Negara Indonesia (Persero).
- (Persero), P. B. (2024). *Transforming the Future, Empowering Indonesia*. Jakarta: PT Bank Negara Indonesia (Persero).
- Abdullah, H. (2017). Peranan Manajemen Sumber Daya Manusia Dalam Organisasi. *Jurnal Warta*, 1-11.
- Abidin, A. Z. (2022). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Mojokerto: Insight Mediatama.
- Ahadi, G. D., & Zain, N. N. (2023). The Simulation Study of Normality Test Using Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling, and Shapiro-Wilk. *Eigen Mathematics Journal*, 12-19.
- Asia, P. B. (2024). *Propelled by Trust*. Jakarta: PT Bank Central Asia.
- Asia, P. B. (2024). *Unity for Responsibility*. Jakarta: PT Bank Central Asia.
- Demianyshyna, O., & Osadchuk, N. (2021). *Financial Management System of United Territorial Communities: Conceptual Fundamentals of Theory and Practice*. Praha: dspace.udpu.edu.ua.
- Dewi, S., & Ramli, I. (2018). Opsi Saham Pada Pasar Modal Di Indonesia (Studi Pasar Opsi Saat Pasar Opsi Masih Berlangsung Di Bursa Efek Indonesia). *Jurnal Muara Ilmu Ekonomi dan Bisnis*, 300-312.
- Ermanely, Devianto, D., & Yanuar, F. (2023). Model Volatilitas Saham LQ45 Dengan Pendekatan Markov-Switching Garch. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 1211-1219.
- Fahrezi, R. A., Wijaya, M. Y., & Fitriyati, N. (2024). Prediksi Harga Penutupan Saham Bank Central Asia : Implementasi Algoritma Long Short-Term Memory Dan Perbandingannya Dengan Support Vector Regression. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 452-464.
- Febrianti, W. (2016). *Penggunaan Metode Lattice Pada Real Options dengan Memperhatikan Learning Options dan Perubahan Volatilitas*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Fauzi, A., & Febrianti, W. (2024). *Penerapan solusi persamaan diferensial parsial Black-Scholes untuk menghitung harga premi asuransi pertanian berdasarkan indeks curah hujan di Kabupaten Lampung Selatan*. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 13(2), 566-571.
- Febrianti, W., & Sidarto, K. A. (2024). *Matematika keuangan: Model pergerakan harga saham dan penentuan harga opsi disertai implementasi dengan MATLAB*. Lampung Selatan:ITERA Press.
- Febrianti, W., Sidarto, K. A., & Sumarti, N. (2023). *The combinational mutation strategy of differential evolution algorithm for pricing vanilla options and its implementation on data during Covid-19 pandemic*. arXiv preprint, arXiv:2301.09261.
- Febrianti, W., Sidarto, K. A., & Sumarti, N. (2022). *Approximate solution for barrier option pricing using adaptive differential evolution with learning parameter*. *Mendel*, 28(2), 76-82.
- Febrianti, W. (2018). *Penentuan harga opsi dengan model Black-Scholes menggunakan metode beda hingga forward time central space*. *Journal of Fundamental Mathematics and Applications (JFMA)*, 1(1), 45-51.
- Fitri, A., & Suherman. (2020). Penentuan Nilai Opsi Saham Karyawan (OSK) dengan Memperhitungkan Efek Dilusi dengan Menggunakan Metode Black-Scholes. *UNPjoMath*, 7-11.
- Fitroh, D. L., & Artiono, R. (2023). Model Matematika Penilaian Opsi Saham Karyawan Menggunakan Metode Pohon Binomial. *MATHunesa Jurnal Ilmiah Matematika*, 360-367.
- Gitman, L. J., & Joehnk, M. D. (2016). *Fundamentals Of Investing*. Australia: Pearson.
- Gusnela, N., & Ahmad, D. (2020). Penentuan Nilai Opsi Saham Karyawan (OSK) dengan Memperhitungkan Efek Dilusi Menggunakan Metode Lattice Trinomial. *UNPjoMath*, 48-52.
- Hayuningrum, S. N., & Artiono, R. (2023). Pemodelan Matematika Opsi Saham Karyawan Menggunakan Metode Binomial Enhanced American. *MATHunesa Jurnal Ilmiah Matematika*, 186-191.

- Husein, M. Y., & Kharisma, F. (2020). Pengaruh Kebijakan Dividen Terhadap Harga Saham Pada Perusahaan Manufaktur di Bursa Efek Indonesia (BEI). *Borneo Student Research*, 1062.
- International, P. A. (2024). *Memperkuat Kontribusi dan Memperluas Dampak*. Jakarta: PT Astra International.
- International, P. A. (2024). *Terus Tumbuh dengan Diversifikasi - Akselerasi Transformasi*. Jakarta: PT Astra International.
- Kurniawan, E., Wibawanto, H., & Widodo, D. A. (2019). Implementasi Metode Backpropagation Dengan Inisialisasi Bobot Nguyen Widrow Untuk Peramalan Harga Saham. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 49-54.
- Lapian, Y., & Dewi, S. K. (2018). Peran Kebijakan Dividen dalam Memediasi Pengaruh Profitabilitas dan Leverage Terhadap Harga Saham Pada Perusahaan Manufaktur. *E-Jurnal Manajemen Unud*, 828.
- Merdeka, R. M. (2024, Februari 20). *Turnover Rate vs. Attrition Rate : Dua Metrik Penting bagi HR Perusahaan*. Diambil kembali dari GreatDayHR: <https://greatdayhr.com/id-id/blog/turnover-rate-vs-attrition-rate/>
- Mingka, M. F., & Lubis, R. S. (2023). Analisis Portofolio Saham Optimal Dengan Metode Markowitz Dan Model Indeks Tunggal Pada Saham Perbankan Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 709-727.
- Mooy, M. N., Rusgiyono, A., & Rahmawati, R. (2017). Penentuan Harga Opsi Put dan Call Tipe Eropa Terhadap Saham Menggunakan Model Black-Scholes. *Jurnal Gaussian*, 407-417.
- Nasrum, A. (2018). *Uji Normalitas Data untuk Penelitian*. Denpasar: Jayapangus Press.
- Prima, I., & Ahmad, D. (2023). Analisis Conditional Restricted Boltzmann Machine Untuk Memprediksi Harga Saham Bank Syariah Indonesia. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 409-416.
- Rijali, A. (2018). Analisis Data Kualitatif. *Jurnal Alhadrah*, 81-95.
- Rosalina, V., & Artiono, R. (2023). Pemodelan Matematika Opsi Saham Karyawan Menggunakan Metode Trinomial Yang Memperhitungkan Efek Dilusi. *MATHunesa Jurnal Ilmiah Matematika*, 192-198.
- Sidarto, A. K., & Sumarti, N. (2021). *Komputasi Matematika Keuangan*. Bandung: ITB Press.
- Sidarto, A. K., Syamsuddin, M., & Sumarti, N. (2018). *Matematika Keuangan*. Bandung: ITB Press.
- Sintia, I., Pasarella, M. D., & Nohe, D. A. (2022). Perbandingan Tingkat Konsistensi Uji Distribusi Normalitas Pada Kasus Tingkat Pengangguran di Jawa. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, dan Aplikasinya*, 323.
- Sofiyati, N., Pratama, D., & Kartika, D. L. (2022). Penentuan Nilai Opsi Saham Karyawan (OSK) dengan Metode Binomial Enhanced American. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, 77-85.
- Sugisnawan, A. W., Umbara, F. R., & Palupi, I. (2015). Penentuan Harga Wajar Opsi Saham Karyawan dengan Metode Binomial (Studi Kasus BCA) . *e-Proceeding of Engineering*, 6735.
- Supriadi, G. (2021). *Statistik Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: UNY Press.
- Syahaza, N. B., Kirani, Celanita, Pardede, E., Noviyanti, & Widhastika. (2024). Prediksi Harga dan Opsi Saham menggunakan Metode Geometric Brownian Motion dan Black-Scholes. *Seminar Nasional Statistika Aktuaria III*, 1-7.
- Taufiqi, N. H., & Artiono, R. (2023). Pemodelan Matematika Opsi Saham Karyawan Yang Mempertimbangkan Efek Dilusi. *MATHunesa Jurnal Ilmiah Matematika* , 414-421.
- Tractors, P. U. (2024). *Evolve and Grow*. Jakarta: PT United Tractors.
- Tractors, P. U. (2024). *Evolve and Grow (Laporan Tahunan 2024)*. Jakarta: PT United Tractors.
- yahoo!finance. (2025, Juni 5). *Finance*. Diambil kembali dari Markets Overview: <https://finance.yahoo.com/>