

PEMODELAN MATEMATIKA OPSI SAHAM KARYAWAN MENGGUNAKAN METODE BINOMIAL ENHANCED AMERICAN

Shintya Nafitri Hayuningrum

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

email : shintya.19051@mhs.unesa.ac.id

Rudianto Artiono

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Penulis Korespondensi : rudiantoartiono@unesa.ac.id

Abstrak

Opsi saham karyawan (OSK) diberikan kepada karyawan sebagai salah satu jenis opsi saham yang memberikan hak (tanpa kewajiban) kepada karyawan untuk membeli sebagian saham perusahaan dalam periode tertentu di masa depan dengan harga yang telah disepakati saat opsi diberikan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model matematika Opsi Saham Karyawan menggunakan metode *Binomial Enhanced American*. Dalam penelitian ini, telah dikembangkan sebuah model matematika yang dapat digunakan untuk menghitung harga dari opsi saham karyawan. Harga kontrak mempengaruhi perhitungan harga OSK. Jika harga saham awal (S_0) lebih kecil atau sama dengan harga kontrak (K), maka harga OSK cenderung lebih rendah. Namun, jika harga saham awal (S_0) lebih besar dari harga kontrak (K), maka harga OSK cenderung lebih tinggi. Dengan demikian, karyawan tetap akan mendapatkan keuntungan dari selisih antara (S_0) dan (K), sementara perusahaan tidak terlalu berat dalam mengeluarkan biaya untuk penerbitan OSK.

Kata Kunci: Opsi Saham Karyawan, *Binomial Enhanced American*.

Abstract

Employee stock options (ESO) are given to employees as a type of stock option that gives the right (without obligation) to employees to buy a portion of the company's shares within a certain period in the future at a price that has been agreed upon when the option is granted. This study aims to determine the mathematical model of Employee Stock Option using the Enhanced American Binomial method. In this research, a mathematical model has been developed that can be used to calculate the price of employee stock options. The contract price affects the calculation of ESO price. If the initial stock price (S_0) is less than or equal to the strike price (K), the ESO price tends to be lower. However, if the initial stock price (S_0) is greater than the strike price (K), the ESO price tends to be higher. Thus, employees will still benefit from the difference between (S_0) and (K), while the company is not burdened heavily in terms of issuing ESO.

Keywords: *Employee Stock Option, Binomial Enhanced American.*

PENDAHULUAN

Pada saat ini banyak perusahaan yang mulai membuat ide-ide kreatif untuk menghadapi persaingan antar perusahaan. Perusahaan perlu mengeluarkan kebijakan untuk meningkatkan kualitas kinerja karyawan. Dengan begitu, perusahaan bisa bersaing dengan perusahaan lain. Salah satu upayanya adalah mengeluarkan kebijakan berupa kompensasi di luar gaji pokok dan bonus. Kompensasi mulai dikembangkan dalam bentuk non tunai seperti program asuransi, program pensiun, dan pemberian opsi saham karyawan (Artiono,2009).

Opsi saham karyawan (OSK) diberikan kepada karyawan sebagai salah satu jenis opsi saham yang

memberikan hak (tanpa kewajiban) kepada karyawan untuk membeli sebagian saham perusahaan dalam periode tertentu di masa depan dengan harga yang telah disepakati saat opsi diberikan. Menurut Faoso(2000) penerima OSK dapat dilaksanakan oleh seluruh karyawan tanpa melakukan penyeleksian atau dapat pula dilakukan dengan cara menyeleksi karyawan dengan kriteria tertentu.

Bagi perusahaan, OSK ini dapat dijadikan alasan untuk menahan karyawan yang unggul supaya tidak keluar dari perusahaan. Hal ini dikarenakan OSK dapat menyetarakan kepentingan karyawan dengan pemegang saham perusahaan. Dengan begitu karyawan dapat memberikan hasil yang terbaik

untuk perusahaan karena karyawannya juga sebagai pemilik perusahaan. Sementara bagi karyawan, OSK dapat menjadi program pensiun berupa keuntungan pendapatan saat memasuki masa pensiun. Selain itu menurut Ross, Randolph, dan Bradford (2005), kepentingan karyawan sejalan dengan pemegang saham (*stockholder*), sehingga tekanan moral yang mungkin timbul akibat perbedaan gaji antara eksekutif dapat berkurang. OSK menjadi alat yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi dalam menanggung beban pajak oleh perusahaan. Jika dilihat dari sisi karyawan maka memungkinkan karyawan unggul akan mendapatkan penawaran menarik dari perusahaan lain. Faktor tersebut mengakibatkan saat perhitungan opsi harus memperhitungkan *vesting period* yang bertujuan agar karyawan tidak keluar dari perusahaan.

Menurut Ammann dan Seiz (2003) terdapat perbedaan OSK dengan opsi saham lainnya yaitu: *vesting period* (masa tunggu), *exit rate* (perbandingan karyawan yang keluar perusahaan *Non-Transferability* (tidak bisa dipindah tangankan). Karyawan yang keluar dari perusahaan bisa terjadi kapan saja mengikuti *exit rate*, sehingga diperlukan pemodelan matematika untuk menentukan opsi saham tersebut.

Penelitian sebelumnya telah dibahas mengenai metode Binomial untuk menghitung harga OSK, yang dilakukan oleh Artiono (2009) yang berjudul "Penentuan Harga Opsi Saham Karyawan Model VERR" dan Anggraeni (2015) dengan judul "Penggunaan Model Binomial Pada Penentuan Harga Opsi Saham Karyawan". Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model matematika Opsi Saham Karyawan menggunakan metode Binomial Enhanced American, sehingga perusahaan dapat mengkombinasikan opsi saham tipe Eropa dan tipe Amerika. Hal ini mengakibatkan karyawan dapat melakukan *exercise* kapan saja saat *vesting period* berakhir sampai jatuh tempo, dengan begitu karyawan mendapat keuntungan dapat memilih waktu *exercise* kapan saja sebelum jatuh tempo. Karyawan tidak perlu menunggu lama sampai jatuh tempo, karena karyawan sudah menunggu saat *vesting period*.

KAJIAN TEORI

1. SAHAM

Saat ini, saham menjadi pilihan alternatif yang paling diminati oleh masyarakat dan digunakan oleh

para investor untuk mencapai keuntungan yang tinggi di pasar modal (Bernstein, 1995). Saham (stock) merupakan dokumen yang menunjukkan bukti atau tanda kepemilikan seseorang atau badan usaha terhadap suatu perseroan terbatas (Dahlan, 2001). Terdapat produk turunan dari saham salah satunya adalah opsi saham (Herlianto, 2013).

2. OPSI SAHAM

Opsi saham merupakan produk derivatif saham yang berbentuk kontrak antara dua pihak, di mana pihak kedua diberikan hak oleh pihak pertama untuk membeli atau menjual saham perusahaan dengan harga yang telah disepakati, dalam jangka waktu yang ditentukan. Dalam opsi saham terdapat dua jenis kontrak, yakni *put option* dan *call option*. (Wahyuni dkk., 2017). Selain opsi saham tipe Eropa dan Amerika terdapat juga opsi saham karyawan.

3. OPSI SAHAM KARYAWAN

Terdapat salah satu jenis opsi saham yang diperuntukan untuk karyawan disuatu perusahaan yaitu opsi saham karyawan. Menurut Ammann dan Seiz (2003) terdapat perbedaan opsi saham karyawan dengan opsi saham yang lain: (1) Terdapat *Vesting period*: opsi dapat dilaksanakan apabila setelah melewati *Vesting Period* (masa tunggu); (2) *Exit rate*: Apabila karyawan keluar dari perusahaan sebelum *vesting period* berakhir maka opsi akan hilang. Hal itu dikarenakan jika karyawan keluar dari perusahaan saat tiap selang waktu Δt sebesar $(1 - e^{-w\Delta t})$ dimana w merupakan *exit rate* (perbandingan karyawan yang keluar dari perusahaan); (3) *Non-Transferability*: karyawan tidak diizinkan untuk menjual opsi saham karyawan yang dimilikinya.

4. MODEL BINOMIAL STANDAR

Model Binomial dengan beberapa bagian telah dimodifikasi pertama kali di kemukakan oleh (Hull dan White, 2002).

Model binomial standar harga saham yang mungkin terjadi:

$$S_{i,j} = S_0 u^j d^{i-j}, i = 0, 1, \dots, N; j = 0, 1, \dots, i \quad (2.22)$$

Nilai *payoff* opsi call saat t_n :

$$\max\{S_{N,j} - K, 0\} \quad (2.23)$$

Nilai opsi Call Eropa:

$$C_{i,j} = e^{-r\Delta t} (pC_{i+1,j+1} + (1-p)C_{i+1,j}). \quad (2.24)$$

Nilai opsi Call Amerika dengan $j = 0, 1, \dots, i, i = N - 1, N - 2, \dots, 0$:

$$C_{i,j} = \max\{\max\{S_{i,j} - K, 0\}, e^{-r\Delta t}(pC_{i+1,j+1} + (1-p)C_{i+1,j})\}. \quad (2.25)$$

Keterangan:

S_0 : Harga saham awal

C : Nilai opsi *call*

p : Peluang harga saham naik

K : Harga kontrak

N : Banyak Periode

r : Suku bunga bebas resiko

Δt : Selang waktu

u : Tingkat kenaikan harga saham

d : Tingkat penurunan harga saham

i : indeks waktu

j : indeks banyaknya harga saham

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian teoretis yang menggunakan teori yang didasarkan pada studi literatur dan penelitian kuantitatif. Tujuannya adalah untuk menghitung harga opsi saham karyawan dengan menggunakan metode *Binomial Enhanced American*.

Terdapat tahapan yang dilakukan dalam pembuatan penelitian ini yaitu seperti berikut:

1. Melakukan studi literatur dari sumber resmi yang berkaitan dengan opsi saham karyawan.
2. Membuat bentuk model matematika yang akan digunakan.
3. Mencari data saham dari *website* keuangan yaitu *yahoo finance*.
4. Mengelola data yang sudah didapat kedalam model matematika yang sudah didapatkan.
5. Melakukan simulasi.
6. Mengambil kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. BINOMIAL ENHANCED AMERICAN

Metode *Binomial Enhanced American* ini merupakan metode baru yang digunakan untuk memperhitungkan OSK. Metode ini pada umumnya seperti model Amerika yang disempurnakan dengan fitur-fitur yang terdapat di OSK. Dengan mempertimbangkan *vesting period* (waktu tunggu), *exit rate* (perbandingan karyawan keluar dari perusahaan), dan

ketentuan *Non-Transferability* (Opsi tidak dapat dialihkan kepemilikannya). Penetapan harga lebih menitik beratkan pada kemungkinan waktu penggunaan opsi (Ammann dan Seiz, 2004).

Menurut Ammann dan Seiz (2004), terdapat asumsi-asumsi yang mendasari metode ini yaitu:

1. Terdapat perhitungan *vesting period*, *exit rate*.
2. Metode ini didasarkan pada model Binomial standar.
3. Metode ini berasumsi bahwa setelah merasa puas dengan perbandingan nilai intrinsik terhadap harga kesepakatan MK, karyawan akan segera menggunakan opsi tersebut. Dalam hal ini, tidak diasumsikan bahwa opsi akan dieksekusi secara langsung begitu harga saham melebihi MK. Sebaliknya, pemegang opsi akan memilih waktu yang optimal untuk memperoleh keuntungan maksimal.

Pada saat pelaksanaan opsi, Opsi Saham Karyawan (OSK) memiliki karakteristik yang mencakup fitur *vesting period*. OSK dapat dianggap sebagai kombinasi antara opsi Amerika dan opsi Eropa. Opsi ini memiliki sifat seperti opsi Eropa saat periode antara tanggal pemberian opsi dan saat *vesting period* berakhir. Dalam opsi Eropa, penggunaan opsi hanya diperbolehkan pada saat jatuh tempo. Analoginya juga berlaku untuk OSK, di mana opsi baru dapat dilakukan setelah *vesting period* OSK berakhir.

Selain itu, OSK juga memiliki karakteristik serupa dengan opsi Amerika dalam hal periode antara saat OSK dapat digunakan (setelah *vesting period* berakhir) sampai tanggal jatuh tempo OSK. Pada opsi Amerika, pelaksanaan opsi dapat dilakukan kapan saja sebelum tanggal jatuh tempo. Analoginya juga berlaku untuk OSK, di mana setelah *vesting period* OSK berakhir, opsi baru dapat di *exercise* pada waktu kapan saja sampai tanggal jatuh tempo.

Ketika mencapai tanggal jatuh tempo ($i = N$) untuk setiap simpul di ujung akhir pohon Binomial harga saham, harga opsi diberi nilai berdasarkan nilai intrinsiknya, sebesar dengan

$$f_{N,j} = \max\{S_{N,j} - K, 0\} \quad (4.1)$$

Terdapat aturan bahwa opsi dapat digunakan kapan saja saat *vesting period* berakhir hingga jatuh tempo, yang mengakibatkan pemisahan perhitungan model harga opsi saat dan setelah *vesting period*. Pada titik simpul aturan harga opsi adalah $0 \leq i \leq N - 1$, dan melakukan *backward* setiap :

$$\Delta t = \frac{T}{N} \quad (4.2)$$

• Saat *Vesting Period*

- I. Jika karyawan keluar dari perusahaan dengan peluang sebesar $(1 - e^{-w\Delta t})$, maka opsi menjadi tidak berlaku dan opsi bernilai 0 sehingga karyawan tidak mendapatkan apapun.
- II. jika karyawan tidak keluar dari perusahaan dengan peluang sebesar $(e^{-w\Delta t})$, maka harga opsi yang diberikan kepada karyawan adalah

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

Dari kedua situasi di atas, diperoleh peluang yang terjadi jika karyawan keluar dari perusahaan atau jika karyawan tidak keluar dari perusahaan. Dengan menggabungkan kedua kondisi tersebut, diperoleh penjumlahan untuk menentukan harga opsi saat *vesting period*, yaitu:

$$\begin{aligned} f_{i,j} &= (1 - e^{-w\Delta t}).0 + \\ &e^{-w\Delta t} e^{-r\Delta t} (pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i+1,j}) \\ f_{i,j} &= e^{-w\Delta t} e^{-r\Delta t} (pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i+1,j}) \end{aligned} \quad (4.3)$$

• Setelah *Vesting Period*

Jika harga saham lebih besar atau sama dengan kriteria strategi *exercise* $(\max(S_{i,j} - MK, 0) \geq e^{-r\Delta t} (pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i+1,j}))$ maka opsi akan dilaksanakan.

- I. Jika karyawan keluar dari perusahaan peluang yang terjadi sebesar $(1 - e^{-w\Delta t})$. Maka opsi dapat digunakan apabila karyawan keluar dari perusahaan setelah *vesting period*. Nilai *payoff* pada saat itu adalah $(S_{i,j} - K)$. Sehingga harga opsi setelah *vesting period* adalah

$$(1 - e^{-w\Delta t}).(S_{i,j} - K)$$

- II. Jika karyawan tidak keluar dari perusahaan peluang yang terjadi sebesar $(e^{-w\Delta t})$. Maka opsi dapat digunakan apabila karyawan tidak keluar dari perusahaan, sehingga harga opsi adalah

$$e^{-w\Delta t}(S_{i,j} - K)$$

Dengan menggabungkan kedua situasi diatas, Maka harga Opsi setelah *vesting period* dan kriteria *exercise* terpenuhi, yaitu:

$$\begin{aligned} f_{i,j} &= (1 - e^{-w\Delta t}).(S_{i,j} - K) + e^{-w\Delta t}(S_{i,j} - K) \\ f_{i,j} &= S_{i,j} - K \end{aligned} \quad (4.4)$$

Jika kriteria *exercise* tidak terpenuhi yaitu apabila $(S_{i,j} - K < 0)$ atau $(\max(S_{i,j} - MK, 0) < e^{-r\Delta t} (pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i+1,j}))$ sehingga komponen harga opsi adalah:

- I. Jika karyawan keluar dari perusahaan maka peluang yang terjadi sebesar $(1 - e^{-w\Delta t})$. Karyawan keluar dari perusahaan setelah *vesting period*, maka komponen harga opsi menjadi

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

- II. Jika karyawan tidak keluar dari perusahaan maka peluang yang terjadi sebesar $(e^{-w\Delta t})$. Karyawan tidak keluar dari perusahaan, maka komponen harga opsi adalah

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

Dengan menggabungkan situasi di atas, maka harga opsi setelah *vesting period* tetapi kriteria *exercise* tidak terpenuhi, menjadi:

$$\begin{aligned} f_{i,j} &= (1 - e^{-w\Delta t}).\max\{S_{i,j} - K, 0\} \\ &+ e^{-w\Delta t} e^{-r\Delta t} (pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i+1,j}) \end{aligned} \quad (4.5)$$

Penentuan harga opsi saat opsi diberikan akan dihitung dengan melakukan proses mundur pada model binomial.

Nilai parameter $u, d, dan p$ yang digunakan pada model ini adalah:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}; d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}; p = \frac{e^{(r-D)\Delta t} - d}{u - d} \quad (4.6)$$

B. CONTOH MENENTUKAN OSK

Data yang dipakai dalam contoh penentuan OSK ini adalah data sekunder. Data sekunder yang merujuk pada data yang disediakan oleh pihak ketiga, yang berarti bukan dari sumber langsung tetapi data yang telah diterbitkan di salah satu situs keuangan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari program opsi saham karyawan.

Umur Opsi (T)	5 tahun
Vesting Period (v)	2 tahun
Exit rate (w)	0,01 %
Harga saham awal (S_0)	107
Harga kesepakatan (K)	100
Bunga bebas resiko (r)	5,75 %
Volatilitas (σ)	0,94 %
Dividen (D)	2,11 %
Faktor exercise (M)	1,1 %
Banyak periode (N)	5

Dari data di atas akan ditentukan Opsi Saham Karyawan (OSK) dengan langkah-langkah seperti berikut:

1. Menghitung interval antara simpul satu ke simpul yang lain pada pohon binomial (periode ke-t menuju t+1). Berdasarkan persamaan 4.2:

$$\Delta t = \frac{T}{N} = \frac{5}{5} = 1$$

2. Menghitung nilai parameter u,d dan p. Berdasarkan persamaan 4.6:

$$u = 1,0691; d = 1,0492; p = 0,5$$

3. Menghitung nilai $S_{i,j}$, berdasarkan persamaan 2.22:

$$S_{i,j} = 107 (1,0691)^j (1,0492)^{i-j}$$

4. Menghitung nilai peluang karyawan keluar dari perusahaan dalam interval waktu Δt

$$F(\Delta t, w) = 1 - e^{0,0001(1)} = 0,0001$$

5. Menghitung nilai intrinsik opsi disaat jatuh tempo dengan persamaan 4.1:

$$f_{5,j} = maks\{S_{5,j} - K, 0\} \quad j = 0,1,2,3,4,5$$

6. Aturan harga opsi yang berlaku untuk titik simpul $0 \leq i \leq N - 1$ yaitu saat $0 \leq i \leq 4$ dengan melakukan proses mundur pada setiap Δt :

- a. Setelah *vesting period* jika kriteri exercise terpenuhi maka akan menggunakan persamaan 4.4 dan jika tidak terpenuhi maka menggunakan persamaan 4.5
- b. Saat *vesting period* maka menggunakan persamaan 4.3

Program Matlab digunakan untuk proses perhitungan nilai $f_{0,0}$. Nilai $f_{0,0}$ diperoleh dari output yang digunakan sebagai pemberian harga opsi saham karyawan sebesar 31,98 Dollar Amerika.

T	v	w	S_0	K	r	σ	D	M	N	Harga OSK
5	2	0,001	107	110	5,75	0,94	2,11	1,1	5	24,48
5	2	0,001	107	109	5,75	0,94	2,11	1,1	5	25,23
5	2	0,001	107	108	5,75	0,94	2,11	1,1	5	25,98
5	2	0,001	107	107	5,75	0,94	2,11	1,1	5	26,73
5	2	0,001	107	106	5,75	0,94	2,11	1,1	5	27,48
5	2	0,001	107	105	5,75	0,94	2,11	1,1	5	28,23
5	2	0,001	107	104	5,75	0,94	2,11	1,1	5	28,98
5	2	0,001	107	103	5,75	0,94	2,11	1,1	5	29,73
5	2	0,001	107	102	5,75	0,94	2,11	1,1	5	30,48
5	2	0,001	107	101	5,75	0,94	2,11	1,1	5	31,23
5	2	0,001	107	100	5,75	0,94	2,11	1,1	5	31,98
5	2	0,001	107	99	5,75	0,94	2,11	1,1	5	32,73
5	2	0,001	107	98	5,75	0,94	2,11	1,1	5	33,48
5	2	0,001	107	97	5,75	0,94	2,11	1,1	5	34,23
5	2	0,001	107	96	5,75	0,94	2,11	1,1	5	34,98
5	2	0,001	107	95	5,75	0,94	2,11	1,1	5	35,73

Dari hasil simulasi di atas, dapat dilihat bahwa harga kontrak memiliki pengaruh terhadap hasil perhitungan harga OSK, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.1 di atas. Jika harga saham awal (S_0) lebih kecil atau sama dengan harga kontrak (K), maka harga OSK cenderung semakin kecil. Namun, jika harga saham awal (S_0) lebih besar dari harga kontrak (K), maka harga OSK cenderung semakin besar.

Oleh karena itu, perusahaan dapat memanfaatkan situasi di mana harga saham awal (S_0) lebih besar dari harga kontrak (K). Dengan demikian, karyawan tetap akan mendapatkan keuntungan dari selisih antara (S_0) dan (K), sementara perusahaan tidak terlalu berat dalam mengeluarkan biaya untuk penerbitan OSK.

PENUTUP

SIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh, maka didapatkan penentuan harga opsi saham dengan menggunakan metode *Binomial Enhanced American* pada setiap waktu ke-i dan indeks kemungkinan ke-j adalah $S_{i,j} = S_0 u^j d^{i-j}$. Sehingga model ini menghasilkan nilai intrinsik opsi saat jatuh tempo yaitu $f_{N,j} = maks\{S_{N,j} - K, 0\}$. Kemudian, harga OSK dapat ditentukan dengan langkah mundur untuk menentukan $f_{0,0}$ sesuai aturan harga opsi:

- I. Saat *vesting period* maka harga opsi $e^{-w\Delta t} e^{-r\Delta t} (p f_{i+1,j+1} + (1 - p) f_{i+1,j})$
- II. Setelah *vesting period* jika kriteria *exercise* terpenuhi maka harga opsi adalah $(1 - e^{-w\Delta t}) \cdot (S_{i,j} - K) + e^{-w\Delta t} (S_{i,j} - K) = S_{i,j} - K$ dan apabila tidak memenuhi maka harga opsi $(1 - e^{-w\Delta t}) \cdot maks\{S_{i,j} - K, 0 + e^{-w\Delta t} e^{-r\Delta t} (p f_{i+1,j+1} + (1 - p) f_{i+1,j})$.

Dalam hasil simulasi, terlihat bahwa harga kontrak mempengaruhi perhitungan harga OSK. Jika harga saham awal (S_0) lebih kecil atau sama dengan harga kontrak (K), maka harga OSK cenderung lebih rendah. Namun, jika harga saham awal (S_0) lebih besar dari harga kontrak (K), maka harga OSK cenderung lebih tinggi. Oleh karena itu, perusahaan dapat memanfaatkan situasi di mana harga saham awal (S_0) lebih besar dari harga kontrak (K) untuk mem-

berikan keuntungan pada karyawan sementara perusahaan tidak terlalu berat dalam mengeluarkan biaya untuk penerbitan OSK.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan untuk melakukan penelitian selanjutnya yang difokuskan pada penentuan harga opsi saham karyawan dengan metode yang berbeda serta menambahkan fitur tambahan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ammann, M., dan Seiz, R., (2003). Does the model matter? a valuation analysis of employee stock options. *SSRN Electronic Journal*, 60, 21-37.
- Ammann, M., dan Seiz, R., (2004). Does the model matter? a valuation analysis of employee stock options. *the Financial Analysts Journal*, 60, 21-37.
- Anggraeni, D. P., 2015. Penggunaan model binomial pada penentuan harga opsi saham karyawan. *Jurnal Matematika*, 5.
- Arora, T., dan Folami, K. L. A. L. B., (2009). Using lattice models to value employee stock option under sfas 123(r). *The CPA Journal*, (hal. 38-43).
- Artiono, R., 2009. Penentuan harga opsi saham karyawan model verr (vesting period, exit rate, reload, reset).
- Aziz, A., (2009). Empat model aproksimasi binomial harga saham model black-scholes. *Jurnal Matematika Murni dan Aplikasi*, 1, 15-24.
- Bernstein, P., (1995). *The Portable MBA in Investment*. John Wiley & Sons, Inc.
- Blessinda, K., (2022). Analisis perbandingan harga opsi put dan call tipe amerika terhadap opsi saham menggunakan metode monte carlo, metode binomial crr, dan metode basic binomial. *ResearchGate*.
- Chendra, E., dan Sidarto, K. A., (2020). An improved of hull-white model for valuing employee stock options (esos). *Review of Quantitative-Finance and Accounting*, 54, 651-669.
- Dahlan, S., (2001). *Manajemen Lembaga Keuangan*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia., keempat ed.
- Faoso, T., (2000). *Opsi Saham Karyawan, Bisnis Indonesia*. 29 ed.
- Gitman, L. J., (2000). *Principles of Managerial Finance*. EddisonWesley Longman., 9th ed.
- Herlianto., D., (2013). *Manajemen Investasi Plus Jurus Mendeteksi Investasi Bodong*. Gosyen Publishing.
- Higham, J. D., 2004. *An Introduction to Financial Option Valuation: Mathematics, Stochastics and Computation*. Cambridge University Press, 1 ed.
- Hull, J., 2009. *Option, Futures, and other Derivatives*. Prentice Hall, 7 ed.
- Hull, J., dan White, A., (2002). *Determining The Value Of Employee Stock Options*. Prentice-Hall, 7 ed.
- Istiqomah, (2014). Analisis metode binomial dipercepat pada perhitungan harga opsi eropa.
- Maulida, V., Siswanah, E., dan Nisa, E. K., (2019). Penentuan harga opsi tipe eropa dengan model binomial. *Square : Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 1, 65.
- Novan, Taqwiyum, A., dan Irsyad, H. W., (2017). Perancangan pola pembelian saham berdasarkan pekerjaan nasabah dengan metode association rule pt xyz. *JUTIM (Jurnal Teknik Informatika Musirawas)*, 2.
- Ross, S. A., Randolph, W., dan Bradford, D. J., (2005). *Corporate finance essentials*. McGraw-Hill Irwin.
- Syamsuddin, dan Sidarto, N. S. K. A., 2019. *Matematika Keuangan*. ITB Press.
- Tjiptono, D., dan Hendy, M. F., (2012). *Pasar modal di Indonesia: pendekatan tanya jawab*. Salemba Empat, 3 ed.
- Wahyuni, E., Lestari, R., dan Syafwan, M., (2017). Model blackscholes opsi call dan opsi put tipe eropa dengan dividen pada keadaan constant market. *Jurnal Matematika UNAND*, 6, 43.
- West, G., (2009). A finite difference model for valuation of employee stock options. *SSRN Electronic Journal*.
- Zulfikar, (2016). *Pengantar pasar modal dengan pendekatan statistika*. Deepublish.