

## Penentuan Nilai Opsi Saham Karyawan (OSK) dengan Memperhitungkan Efek Dilusi dengan Menggunakan Metode Black-Scholes

Annisa Fitri<sup>#1</sup>, Suherman<sup>\*2</sup>

<sup>#</sup>Student of Mathematics Department Universitas Negeri Padang, Indonesia

<sup>\*</sup>Lecturer of Mathematics Department Universitas Negeri Padang, Indonesia

<sup>1</sup>fannisa021@gmail.com

<sup>2</sup>suherman@fmipa.unp.ac.id

**Abstract** — This research will discuss how to determine the value of Employee Stock Options (ESO), in calculating it has a different way from other options. Dilution effects that causes a decrease in stock price returns that will be taken into account. This research is based on relevant theory and case examples will be simulated using computer software. The movement of stock price will be modeled by the *Black-Scholes* method. The results of this study will get the ESO value and also see some influence of parameters. The influence of the parameters of interest rates ( $r$ ) and volatility ( $\sigma$ ) has a value directly proportional to the value of ESO. While the *strike price* ( $K$ ), the rate of employees leaving the company ( $\lambda$ ) and the length of waiting period ( $v$ ) is inversely proportional to the value of ESO.

**Keywords** — employee stocks options, dilution effect, black-scholes model.

**Abstrak** — Penelitian ini akan membahas bagaimana menentukan nilai Opsi Saham Karyawan (OSK), dalam menghitungnya memiliki cara berbeda dengan opsi lainnya. Efek dilusi yang menyebabkan adanya penurunan return harga saham yang akan diperhitungkan. Penelitian ini berdasarkan teori yang relevan dan contoh kasusnya akan disimulasikan menggunakan perangkat lunak komputer. Pergerakan harga saham akan dimodelkan dengan metode *black-scholes*. Hasil dari penelitian ini akan mendapatkan nilai OSK dan juga dilihat beberapa pengaruh parameter. Pengaruh parameter dari suku bunga ( $r$ ) dan volatilitas ( $\sigma$ ) terdapat nilainya berbanding lurus terhadap nilai OSK. Sedangkan pada *strike price* ( $K$ ), laju karyawan meninggalkan perusahaan ( $\lambda$ ) dan lama masa tunggu ( $v$ ) nilainya berbanding terbalik dengan nilai OSK.

**Kata kunci** — opsi saham karyawan, efek dilusi, model black-scholes

### PENDAHULUAN

Opsi saham merupakan suatu kontrak antara dua belah pihak yaitu pihak yang menjual opsi (*writer*) dan pihak yang membeli opsi (*holder*), dimana seorang *writer* menjamin adanya hak dari *holder* untuk dapat membeli atau menjual saham dengan harga tertentu (*exercise price or strike price*) dan pada waktu tertentu (*expiry date or maturity time*) [1]. Berdasarkan haknya, opsi dibedakan menjadi dua yaitu opsi beli (*call options*) dan opsi jual (*put options*). *Payoff* opsi pada saat jatuh tempo adalah :

$$C = \text{Maks}\{S(T) - K, 0\}$$

dan

$$P = \text{Maks}\{K - S(T), 0\}$$

dimana C adalah opsi beli, P adalah opsi jual,  $S(T)$  adalah harga saham pada saat jatuh tempo, dan K adalah *strike price* [2].

Salah satu bentuk opsi yang biasa digunakan adalah opsi saham karyawan. Opsi Saham Karyawan (OSK)

merupakan suatu jenis *opsi call* yang berbeda dengan opsi yang biasa di perdagangan di pasar opsi, dimana opsi ini diberikan secara gratis oleh perusahaan kepada karyawan tertentu. OSK ini tidak dapat diperjual belikan kepada masyarakat umum, hanya pada karyawan perusahaan tersebut. OSK berlaku *early exercise* dimana OSK tidak dapat dilaksanakan pada saat jatuh tempo, tapi dapat dilaksanakan setelah masa tunggu (*vesting time*) [3]. OSK memiliki fitur khusus yang membedakannya dengan opsi lain: (1) memiliki masa tunggu, pada saat itu tidak dapat *diexercise*, (2) karyawan tidak dapat menjual opsinya pada pihak lain, (3) jika karyawan meninggalkan perusahaan selama masa tunggu, maka opsi batal, dan (4) jika karyawan meninggalkan perusahaan setelah masa tunggu, maka opsi akan *diexercise* dan apabila *in-the-money* dan hagus apabila *out-of-the-money* [4].

Ada dua metode dalam penetapan harga opsi yaitu metode binomial pada waktunya diskrit dan metode black-scholes untuk waktu kontinu. Pergerakan harga saham ini adalah suatu pola acak yang setiap saat berubah

dan lebih akurat jika waktu yang digunakan adalah kontinu. Jika metode binomial diperluas lebih dari satu periode maka saham dan nilai opsi membeli Amerika atas saham tidak membagikan dividen maka metode binomial beralih ke metode black-scholes. Metode black-scholes merupakan model penetapan harga opsi yang banyak digunakan oleh masyarakat keuangan karena hasil dari perhitungannya adalah harga yang "fair" [5]. Oleh karena itu, penentuan nilai OSK dirasa akan akurat.

Untuk menerbitkan OSK diperoleh dari saham baru atau membeli saham lama yang beredar. Tetapi menerbitkan saham baru melalui proses yang sulit, oleh karena itu biasanya perusahaan lebih memilih membeli saham lama yang beredar [6]. Pada saat OSK dilaksanakan dapat menyebabkan peningkatan jumlah saham yang beredar. Efek dilusi merupakan penurunan *return* harga saham yang disebabkan oleh OSK yang dilaksanakan memiliki nilai yang lebih rendah dari harga saham pada saat itu [4].

Misalkan  $\omega$  adalah banyak saham yang beredar dan  $\theta$  adalah banyak OSK yang diberikan perusahaan, diasumsikan satu OSK menyatakan hak untuk membeli satu saham dengan *strike price*  $K$  dan tidak ada OSK yang dilaksanakan secara bersamaan, maka harga saham mengalami dilusi dirumuskan adalah [4]

$$\frac{S_{j,i}\omega + K\theta}{\omega + \theta}$$

Penentuan nilai OSK dengan memperhitungkan peluang karyawan meninggalkan perusahaan setelah waktu tunggu ( $v$ ) dan laju karyawan meninggalkan perusahaan ( $\lambda$ ) dimodelkan dengan proses poisson sehingga peluang karyawan meninggalkan perusahaan pada setiap period adalah  $(1 - e^{-\lambda\Delta t})$  [6].

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti akan ditentukan nilai OSK dengan efek dilusi dengan menggunakan metode black-scholes dan akan dilihat pengaruh dari parameter yang ditetapkan.

#### METODE

Penelitian ini merupakan penelitian teoritis dengan menggunakan teori yang relevan sesuai studi kepustakaan serta simulasi menggunakan perangkat lunak komputasi matematika.

Adapun langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian ini yang pertama adalah menentukan parameter dengan mendapatkan model matematika dari metode black-scholes. Sehingga dapat dibentuk model matematika penentuan harga saham untuk periode berikutnya. Setelah dapat modelnya, lalu diambil data harga saham dimana data tersebut merupakan data sekunder pada situs *yahoo finance*. Berdasarkan data yang diperoleh maka dilakukan perhitungan simulasi sehingga didapatkan nilai OSK dan dapat dilihat pengaruh terhadap parameter tertentu.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Model Black-Scholes

Pada metode black-scholes, dimulai dengan investasi sederhana pada saham. Misalkan

$$\Pi_0 = aS_0 + b \quad (1)$$

$$b = \Pi_0 - aS_0 \quad (2)$$

Untuk waktu jatuh tempo  $T$ , nilai investasi menjadi

$$\Pi_T = aS_T + be^{rT} \quad (3)$$

Nilai sekarang dari  $\Pi_T$  dengan tingkat suku bunga bebas resiko,  $r$  adalah

$$e^{-rT}\Pi_T = ae^{-rT}S_T + b \quad (4)$$

Sehingga diperoleh

$$e^{-rT}\Pi_T - \Pi_0 = a(e^{-rT}S_T - S_0) \quad (5)$$

Persamaan diatas menunjukkan bahwa  $\Pi_T$  memiliki sifat yang sama dengan  $S_T$  dan  $S_0$ , jika memenuhi persamaan berikut

$$E(e^{-rT}S_T) = 0 \quad (6)$$

Lalu diekspektasi persamaan (5), sehingga diperoleh

$$e^{-rT}E[\Pi_T] - E[\Pi_0] = aE[e^{-rT}S_T - S_0] \quad (7)$$

Substitusikan persamaan (6) ke persamaan (7) menjadi:  $e^{-rT}E[\Pi_T] - \Pi_0 = 0$ , sehingga diperoleh

$$\Pi_0 = e^{-rT}E[\Pi_T] \quad (8)$$

Untuk memprediksi harga saham digunakan model Gerak Brown Geometrik, diperoleh model untuk saham yaitu

$$S_T = S_0 e^{\sigma\sqrt{T}Z + (r - \frac{\sigma^2}{2})T} \quad (9)$$

Menurut Stampli (2001 : 8), pembayaran terakhir untuk opsi Eropa adalah:  $(S_T - K)^+$ , dimana  $K$  = *exercise price* yang ditetapkan dan tanda (+) menunjukkan nilai positif. Sehingga persamaan (8) menjadi

$$C = e^{-rT}E[(S_T - K)^+] \quad (10)$$

Setelah disubstitusikan persamaan (9) dan (10) maka diperoleh bentuk sederhana penetapan harga opsi beli dengan menggunakan model black-scholes yaitu

$$C = S_0N(d_1) - Ke^{-rT}N(d_2) \quad (11)$$

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{S_0}{K}) + (r - \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (12)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (13)$$

Berdasarkan model diatas, pada saat  $t_i = i\Delta t$  terdapat peluang harga saham yang mungkin terjadi sebanyak  $i + 1$ , maka harga saham pada waktu ke- $i$  dan ke- $j$  adalah

$$S_{ji} = S_0 u^i d^{i-j} \quad (14)$$

dengan :

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, 3, \dots, N \\ j &= 0, 1, \dots, i \end{aligned}$$

##### B. Menentukan Nilai OSK dengan Efek Dilusi

Dalam menentukan nilai OSK mengarah pada harga saham setiap periode dari metode black-scholes dengan melakukan langkah maju (forward). Untuk nilai OSK-nya dihitung dengan langkah mundur (backward) dimulai saat OSK jatuh tempo yaitu pada saat  $j = N$ . Menurut [4] nilai intrinsik pada saat jatuh tempo adalah

$$C_{N,i} = maks \left( \frac{S_{j,i}\omega + K\theta}{\omega + \theta} - K, 0 \right) \quad (15)$$

Untuk nilai opsi pada titik lain ( $0 \leq i \leq N - 1$ ) mengikuti kriteria berikut

Misalkan nilai opsi bebas resiko adalah

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

- Selama masa tunggu ( $i\Delta t < v$ ).

Jika karyawan meninggalkan perusahaan dengan peluang  $(1 - e^{-\lambda\Delta t})$  maka opsi akan batal sehingga bernilai 0.

Jika karyawan tidak meninggalkan perusahaan dengan peluang  $e^{-\lambda\Delta t}$  maka opsi bernilai  $e^{-\lambda\Delta t}V$ .

Sehingga nilai opsi dari penjumlahan keduanya adalah

$$C_{j,i} = e^{-\lambda\Delta t}V. \quad (16)$$

- Setelah masa tunggu ( $i\Delta t \geq v$ ).

Didapat dua kriteria :

$$(i) \quad \left( \frac{S_{j,i}\omega + K\theta}{\omega + \theta} - K > V \right)$$

$$(ii) \quad \left( \frac{S_{j,i}\omega + K\theta}{\omega + \theta} - K \leq V \right).$$

a) Jika kriteria (i) terpenuhi dan karyawan meninggalkan perusahaan maka nilai opsi  $(1 - e^{-\lambda\Delta t}) \left( \frac{S_{j,i}\omega + K\theta}{\omega + \theta} - K \right)$ .

b) Jika kriteria (i) terpenuhi dan karyawan tidak meninggalkan perusahaan maka nilai opsi  $e^{-\lambda\Delta t} \left( \frac{S_{j,i}\omega + K\theta}{\omega + \theta} - K \right)$ .

c) Jika kriteria (ii) terpenuhi dan karyawan meninggalkan perusahaan maka nilai opsi  $(1 - e^{-\lambda\Delta t}) \max \left( \frac{S_{j,i}\omega + K\theta}{\omega + \theta} - K, 0 \right)$ , dimisalkan dengan A.

d) Jika kriteria (ii) terpenuhi dan karyawan tidak meninggalkan perusahaan maka nilai opsi  $e^{-\lambda\Delta t}V$ , dimisalkan dengan B.

Sehingga nilai opsi untuk kriteria (i) adalah

$$C_{j,i} = \frac{S_{j,i}\omega + K\theta}{\omega + \theta} - K$$

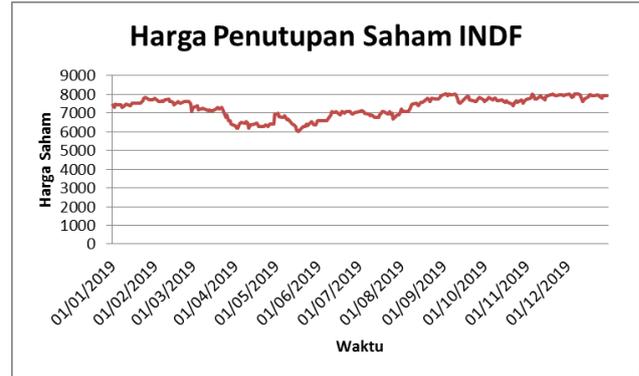
dan untuk nilai kriteria (ii) adalah

$$C_{j,i} = A + B$$

Nilai OSK ditentukan oleh  $C_{0,0}$  didapat dengan langkah perhitungan mundur (*backward*). Langkah *backward* merupakan metode yang digunakan untuk mencapai sebuah kesimpulan atau tujuan yang diinginkan.

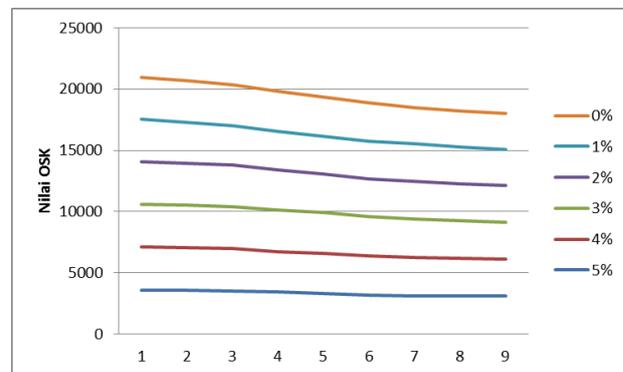
### C. Contoh Penentuan Nilai OSK

Akan dilihat nilai OSK menggunakan model black-scholes dengan memperhitungkan efek dilusi. Data yang digunakan adalah data historis harga saham penutupan harian (*close price*) PT. Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF) dengan periode waktu 1 Januari 2019 – 30 Desember 2019.



Gambar 1. Pergerakan Harga Saham PT. Indofood dalam historical 1 tahun terakhir

Parameter – parameter yang digunakan untuk simulasi adalah sebagai berikut:  $S_0 = 7925$ ;  $K = 7600$ ;  $r = 5\%$ ;  $T = 10$  tahun;  $\lambda = 0.01$ ;  $n = 520$ ;  $v = 1 - 9$ ;  $\omega = 8780426500$ ;  $\alpha = 0 - 5\%$ .



Gambar 2. Perbandingan Nilai OSK dengan Efek Dilusi Menggunakan Metode Black-Scholes

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai OSK mengalami penurunan setiap kenaikan masa tunggu meski tidak terlalu besar. Penurunan ini terjadi saat nilai OSK menggunakan metode black-scholes dengan efek dilusi maupun tanpa efek dilusi. Jadi, semakin besar efek dilusi yang diberikan maka semakin besar juga penurunan nilai OSK-nya. Ini disebabkan karena efek dilusi mempengaruhi penurunan harga saham sehingga nilai OSK juga akan semakin rendah. Semakin banyak jumlah OSK yang diberikan maka efeknya terhadap nilai OSK juga akan semakin besar.

### D. Pengaruh Parameter

Diberikan kasus seperti contoh penerapan pada saham PT. Indofood, akan dilihat beberapa pengaruh dari parameter pada model black-scholes dengan efek dilusi.

#### 1. Pengaruh Strike Price

Diambil nilai K untuk  $K < S_0$ ,  $K = S_0$ , dan  $K > S_0$ . Misalkan  $K_1 = 7600$ ,  $K_2 = 7925$  dan  $K_3 = 8250$ .

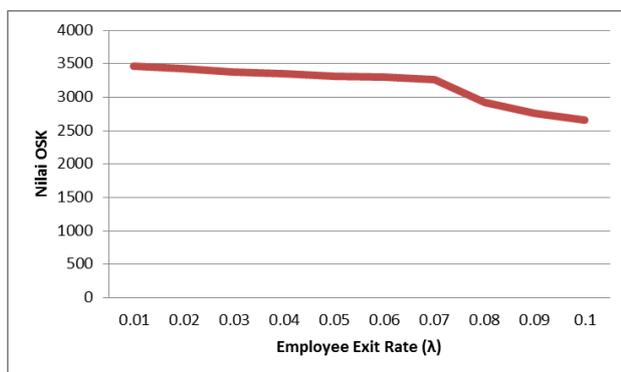
TABEL I  
NILAI OSK DENGAN PENGARUH STRIKE PRICE (K)

K	Nilai OSK
7600	3451.71
7925	314.79
8250	244.01

2. Pengaruh *Employee Exit Rate*

Diberikan variasi pada nilai  $\lambda$  dengan parameter yang digunakan

$S_0 = 7925; K = 7600; r = 5\%; T = 10 \text{ tahun}; \lambda = 0,01 - 0,1; n = 520; v = 2; \omega = 8780426500; \alpha = 2\%$ .



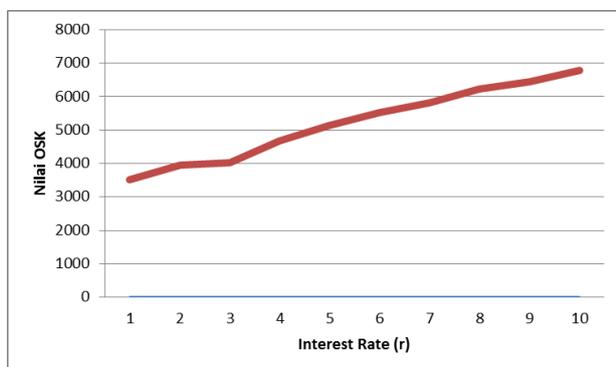
Gambar 3. Pengaruh Nilai  $\lambda$  Terhadap Nilai OSK

Pada Gambar 3 terlihat bahwa nilai OSK semakin rendah saat laju karyawan meninggalkan perusahaan dinaikkan.

3. Pengaruh *Interest Rate*

Diberikan variasi pada tingkat suku bunga dengan parameter sebagai berikut

$S_0 = 7925; K = 7600; r = 1 - 5\%; T = 10 \text{ tahun}; \lambda = 0,01; n = 520; v = 2; \omega = 8780426500; \alpha = 2\%$ .



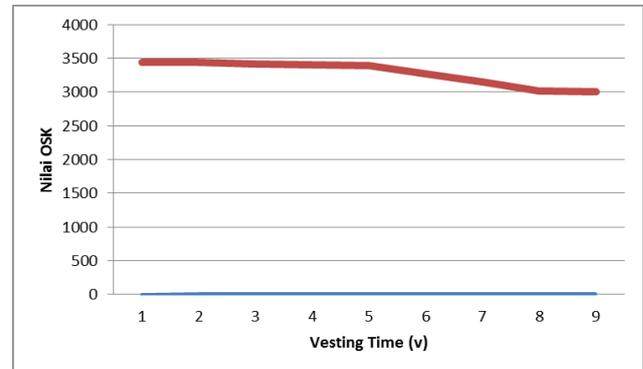
Gambar 4. Pengaruh Nilai  $r$  Terhadap Nilai OSK

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat suku bunga maka nilai OSK akan semakin besar.

4. Pengaruh *Vesting Time*

Dilihat pengaruh lama waktu tunggu dengan memberikan variasi pada  $v$  dan parameter yang digunakan adalah

$S_0 = 7925; K = 7600; r = 1 - 5\%; T = 10 \text{ tahun}; \lambda = 0.01; n = 520; v = 1 - 9; \omega = 8780426500; \alpha = 2\%$ .



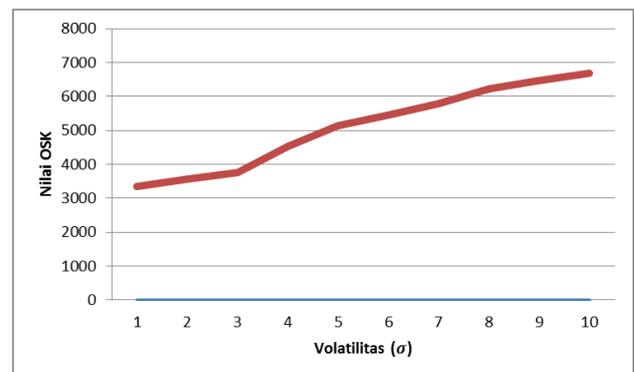
Gambar 5. Pengaruh Nilai  $v$  Terhadap Nilai OSK

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin lama masa tunggu maka nilai OSK semakin berkurang walaupun ada beberapa nilai yang sama.

5. Pengaruh *Volatilitas*

Diberikan variasi pada nilai  $\sigma$  dengan menggunakan parameter

$S_0 = 7925; K = 7600; r = 1 - 5\%; T = 10 \text{ tahun}; \lambda = 0,01; n = 520; v = 2; \sigma = 10 - 100\% \omega = 8780426500; \alpha = 2\%$ .



Gambar 6. Pengaruh Nilai  $\sigma$  Terhadap Nilai OSK

Pada Gambar 6 terlihat bahwa nilai semakin besar nilai *volatilitas* maka nilai OSK juga semakin besar.

Berdasarkan hasil diatas diperoleh, dapat dilihat bahwa nilai OSK mengalami peningkatan setiap kenaikan tingkat suku bunga ( $r$ ) dan volatilitas ( $\sigma$ ). Peningkatan terhadap kenaikan suku bunga ini karena pada saat suku bunga naik maka kemungkinan harga saham akan naik juga di masa yang akan datang. Begitupun dengan peningkatan volatilitas, ketika semakin besar nilainya maka akan semakin besar pula

perbedaan harga beli dan jual saham pada waktu tertentu, keadaan seperti ini memungkinkan kenaikan atau penurunan harga saham yang besar. Peluang harga saham yang besar dapat menyebabkan nilai OSK juga lebih tinggi.

Pengaruh *strike price* ( $K$ ), laju karyawan meninggalkan perusahaan ( $\lambda$ ) dan lama masa tunggu ( $v$ ) berbanding terbalik dengan peningkatan nilai OSK. Pada nilai *strike price*, pada saat nilainya lebih tinggi maka peluang harga saham untuk lebih dari *strike price* pada periode tersebut akan lebih kecil sehingga nilai OSK akan rendah. Begitu dengan laju karyawan meninggalkan perusahaan, jika waktu tunggu semakin lama maka peluang karyawan meninggalkan perusahaan akan semakin besar. Dan jika laju karyawan meninggalkan perusahaan semakin besar maka akan semakin banyak nilai OSK yang tidak dilaksanakan oleh karyawan dan nilai OSK akan menjadi lebih rendah.

#### SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan bahwa metode black-scholes dapat digunakan untuk menentukan nilai OSK dengan memperhitungkan efek dilusi. Efek dilusi ini memberikan pengaruh terhadap nilai OSK walaupun tidak begitu besar,

semakin besar efek dilusi yang terjadi maka nilai OSK akan semakin rendah. Nilai OSK yang didapat berbanding lurus dengan tingkat suku bunga ( $r$ ) dan volatilitas ( $\sigma$ ) yaitu semakin besar nilai parameter maka semakin tinggi nilai OSK-nya. Sedangkan untuk pengaruh dari *strike price* ( $K$ ), laju karyawan meninggalkan perusahaan ( $\lambda$ ) dan lama masa tunggu ( $v$ ) berbanding terbalik dengan nilai OSK, semakin besar nilai parameter maka nilai OSK akan menjadi lebih rendah.

#### REFERENSI

- [1] Martelena, dan Malinda, Maya. (2011). *Pengantar Pasar Modal*. Yogyakarta : Andi.
- [2] Hignan, J. Desmond. (2004). *An Introduction to Financial Valuation Mathematics, Stockastics and Computation*. New York: Cambridge University Press.
- [3] Hull, J., & White. A. (2004). *How to Value Employee Stock Options*. *Financial Analysts Journal*. 60, 114-119.
- [4] Liao, Feng Yu, dan Lyuu, Yuh Dauh. (2009). *An Expanded Model For The Valuat of Employee Stocks Options*. *The journal of Futures Markets*. Vol 29, No 8, 713 – 735.
- [5] Yosmar, Siska. (2012). *Penetapan Harga Opsi Saham dengan Menggunakan Model Black-Scholes*. *Jurnal Sainstek*. Vol 4, No,1 :76-83.
- [6] Maulana, Heru dan Sidarto, Kuntjoro Adji. (2014). *Penentuan Nilai Opsi Saham Karyawan (OSK) dengan Memperhitungkan Efek Dilusi*. *Seminar Nasional Pendidikan FMIPA*. 79-88.