

## PEMODELAN HISTORI TEMPERATUR PADA GUN BARREL MENGGUNAKAN METODE VOLUME HINGGA

Riyadi Lazuardi Sirait<sup>1</sup>, Rian Febrian Umbara<sup>2</sup>, Irma Palupi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Ilmu Komputasi-Telkom University, Bandung

<sup>1</sup>riyadisirait@gmail.com, <sup>2</sup>irma.palupi@gmail.com, <sup>3</sup>rianum123@gmail.com

### Abstrak

---

PT. Telekomunikasi Indonesia menerapkan program Opsi Saham Karyawan (OSK) untuk memberikan kompensasi bagi karyawan di tingkat manajemen tertentu agar dapat membeli saham perusahaan. OSK ini tidak hanya memberikan keuntungan bagi karyawan tetapi juga akan memberikan keuntungan secara tidak langsung bagi perusahaan. Keuntungan yang dapat dirasakan oleh perusahaan anatara lain program ini dapat meningkatkan kinerja karyawan, hal ini dikarenakan munculnya rasa memiliki terhadap perusahaan oleh karyawan yang memperoleh Opsi Saham Karyawan

Penelitian tugas akhir ini akan membahas mengenai opsi saham karyawan (OSK) yang akan memberikan pilihan kepada karyawan sebuah perusahaan untuk memilih kompensasi yang mereka dapatkan berupa saham atau uang. Metode yang akan dipakai dengan menggunakan metode *binomial tree*. Ada beberapa parameter yang mempengaruhi nilai opsi saham karyawan yaitu *exit rate* pegawai dalam jangka waktu tertentu dan *vesting time* atau waktu tunggu. Di dalam selang waktu tunggu, karyawan pemegang opsi tidak dapat mengeksekusi opsi mereka sebelum masa tunggu opsi tersebut habis.

Dengan mengimplementasikan metode *binomial tree* maka nilai wajar OSK dapat ditentukan setelah menemukan nilai batas eksekusi pada setiap waktu. Keuntungan yang diperoleh perusahaan setelah menerapkan metode ini adalah meningkatnya kinerja karyawan sehingga performansi perusahaan menjadi lebih baik.

Kata Kunci : *Binomial Tree, Opsi Saham Karyawan (OSK)*

### Abstract

---

PT. Telekomunikasi Indonesia implements Employee Stock Option (ESO) program to provide the compensations for employees in a certain management level in order to buy the shares of the company. The OSK does not only give the advantages to the employees, but also will give the advantages to the company indirectly. The advantages for the company are this program can increase the employee performance, it is caused by the emergence of a sense of belonging to the company by the employee who acquire Employee Stock Option.

This final project will discuss the Employee Stock Option which will give the choice to the company's employees to choose the compensation they got in the form of shares or cash. The method that will be used is the binomial tree method. There are some parameters that will affect the value of Employee Stock Option, they are exit rate of employee in a certain time period and vesting time or waiting time. In the interval of waiting, the employee that holds the options can't execute their options before the waiting time of the options is exhausted.

By implementing binomial tree method, then the OSK fair value can be determined after finding the boundary exercise value at any time. The advantages that the company got after implementing this method is the increasing of employees' performances so that the company's performance become better.

Keyword: *Binomial Tree, Employee Stock Option (ESO)*

**1. Pendahuluan**

Pemberian opsi saham karyawan oleh perusahaan kepada karyawannya sudah lama dilakukan. Program ini memberikan kompensasi pada karyawannya untuk memiliki saham perusahaan. Jadi secara sederhana Opsi Saham Karyawan dapat dikatakan sebagai salah satu bentuk kompensasi yang memberikan hak kepada karyawan untuk ikut serta memiliki saham perusahaan tempat dimana karyawan tersebut bekerja.

John Hull dan Alan White (2002) telah

meneliti dalam mencari nilai wajar OSK dengan menggunakan metode Black Scholes dan

Binomial Tree [5]. Metode Binomial Tree cenderung lebih fleksibel karena nilai wajar OSK dapat ditentukan pada waktu tertentu sebelum masa OSK jatuh tempo. Terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk menentukan

nilai wajar OSK yaitu harga saham, harga kesepakatan, jangka waktu opsi, suku bunga, tingkat keluarnya karyawan, dan level jabatan suatu perusahaan.

**2. Tinjauan Pustaka**

**2.1 Model Binomial Tree**

Didalam keuangan, *model binomial tree* menyediakan metode numerik yang digeneralisasikan untuk penilaian opsi. Pada

dasarnya, model binomial menggunakan waktu yang diskrit karena harga yang terus berubah dari waktu ke waktu.

Parameter *u* (faktor pembuat harga saham naik), *d* (faktor pembuat harga saham turun), dan *p* (peluang harga saham naik) di adopsi dari model binomial CRR yang didapatkan dengan menghubungkan persamaan pada model diskrit dengan model kontinu. Langkah yang dilakukan

adalah dengan menyamakan mean saham dan variansi saham dari model diskrit dan model kontinu.

Dengan,

Model diskrit:

$$S_{t+\Delta t} = S_t u + (1 - p) S_t d \quad (2.2)$$

Model kontinu :

$$S_{t+\Delta t} = S_t e^{(r - \frac{1}{2}\sigma^2)\Delta t + \sigma\epsilon\sqrt{\Delta t}} \quad (2.3)$$

Persamaan yang didapatkan setelah

$$V(S_t, t) = S_t^2 = \frac{1}{2} \sigma^2 S_t^2 + (1 - p) S_t^2 - r S_t + (1 - p) S_t^2 \quad (2.5)$$

Model kontinu :

$$V(S_t, t) = S_t^2 = \frac{1}{2} \sigma^2 S_t^2 + (r - \frac{1}{2}\sigma^2) S_t^2 \Delta t \quad (2.6)$$

Sehingga dari peyamaan persamaan (2.5) dan persamaan (2.6) menghasilkan persamaan (2.7).

$$\frac{1}{2} \sigma^2 S_t^2 + (1 - p) S_t^2 - r S_t + (1 - p) S_t^2 = \frac{1}{2} \sigma^2 S_t^2 + (r - \frac{1}{2}\sigma^2) S_t^2 \Delta t \quad (2.7)$$

Persamaan berikutnya didapatkan dengan memili *ud* = 1. Pilihan untuk *ud* = 1 makan menghasilkan *u, d* dan *p* dengan ketentuan :

$$u = \beta + \sqrt{\beta^2 - 1} \quad (2.8)$$

$$d = \frac{1}{u} = \beta - \sqrt{\beta^2 - 1} \quad (2.9)$$

$$p = \frac{r - d}{u - d} \quad (2.10)$$

Maka diperoleh parameter Binomial model Cox, ross, Rubinstein (CRR) dengan persamaan (2.11), persamaan (2.12), dan persamaan (2.13) :

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (2.11)$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (2.12)$$

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} \quad (2.13)$$

Keterangan :

- *u* : faktor pembuat harga saham naik
- *d* : faktor pembuat harga saham turun
- *p* : peluang harga saham naik
- *σ* : volatilitas
- *Δt* : panjang interval *time step*
- *r* : suku bunga deposito

Pada Metode *binomial tree* ini juga dapat dihitung besar laba atau dengan kata lain disebut *return* atau biasanya disimbolkan dengan *R(n)*. pada selang waktu antara [*n-1, n*] dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$R(n) = \frac{S_{n+1} - S_n}{S_n} \quad (2.14)$$

menyamakan mean dari model diskrit dengan persamaan (2.2) dan model kontinu dengan persamaan (2.3) akan mendapatkan persamaan (2.4)

$$\sigma^2 + (1 - \sigma^2) = \sigma^2 \quad (2.4)$$

Persamaan yang didapatkan untuk penyamaan variansi kedua model adalah sebagai berikut :

Dengan,

Model diskrit :

Dari persamaan diatas akan menghasilkan nilai return yang akan dipakai untuk menghitung nilai volatility atau pergerakan saham. Setelah mendapatkan nilai volatility maka kita dapat mencari nilai faktor yang membuat harga saham naik (u) dengan persamaan (2.11) dan juga faktor yang membuat harga saham turun (d) dengan persamaan (2.12) yang akan digunakan untuk menentukan harga saham dengan menggunakan metode binomial.

Dari semua parameter yang telah dicari akan digunakan untuk menentukan harga saham dengan metode binomial dengan persamaan seperti :

$$S(i) = S(0) \cdot (1 + u)^i \cdot (1 + d)^{n-i} \quad (2.15)$$

Dimana:

- S(i) : harga pada waktu ke-i
- S(0) : harga pada saat sekarang (t = 0)

### 2.2 Model Binomial Menghitung Harga OSK

Pada metode *binomial tree* ini harus membutuhkan panjang interval time step atau biasa disimbolkan  $\Delta t$  karena untuk mencari nilai u dan d yang menjadi parameter penting dalam *binomial tree* diopsi saham karyawan. Untuk menentukan panjang interval time step menggunakan rumus:

$$\Delta t = \frac{T}{n} \quad (2.16)$$

Keterangan:

- $\Delta t$  : panjang interval *time step*
- T : lama hidup opsi
- n : jumlah *time step*

Sebelum menghitung  $\Delta t$  kita harus mengetahui tingkat keluar karyawan atau yang sering disebut dengan *exit rate* (w). Dalam menentukan exit rate (w), kita harus menghitung selisih tiap bulan karyawan yang keluar dalam satu tahun kemudian setelah mendapatkan hasil selisih tiap bulan maka akan dibagi dengan banyaknya bulan dalam satu tahun. Setelah mendapatkan hasil tersebut maka kita dapat menghitung peluang exit rate dengan menggunakan distribusi poisson dengan menggunakan rumus:

$$P(Z) = 1 - e^{-w \Delta t} \quad (2.17)$$

Keterangan :

- Z : Peluang exit rate dengan menggunakan distribusi poisson
- w : Exit rate karyawan dalam satu tahun

Dengan menggunakan metode binomial dalam mencari nilai OSK memakai model John Hull dan Alan White, maka saat jatuh tempo adalah pada saat  $i = n$  untuk setiap simpul pada bagian akhir cabang pohon binomial akan ditentukan dengan menggunakan persamaan rumus :

$$C(i) = \max(C(i+1) - S(i), 0) \quad (2.18)$$

Keterangan :

- $C(i)$  : fungsi penentuan nilai opsi pada saat jatuh tempo

- $S(i)$  : harga saham pada saat jatuh tempo
- $K$  : harga kesepakatan

Didalam perhitungan OSK ada yang dinamakan dengan vesting time atau yang disebut masa tunggu opsi. Pada saat vesting time karyawan tidak dapat mengeksekusi OSK. Apabila mereka mengeksekusi OSK mereka maka karyawan tidak akan mendapatkan kompensasi mereka yang berupa saham. Maka dengan adanya vesting time, formula yang didapatkan adalah sebagai berikut :

$$C(i) = e^{-r \Delta t} [p C(i+1) + (1-p) C(i+1)] \quad (2.19)$$

Keterangan :

- $C(i)$  : harga OSK pada waktu tertentu
- r : suku bunga
- p : peluang harga saham naik

Setelah lewat masa tunggu atau pada saat  $i > v$  dalam selang waktu  $\Delta t$  maka :

- Dalam  $S(i) > K$  ( harga saham lebih besar daripada harga kesepakatan) maka formula yang digunakan untuk menentukan harga OSK pada saat  $S(i) > K$  dengan menggunakan persamaan :

$$C(i) = S(i) - K \quad (2.12)$$

- Sedangkan pada saat  $S(i) < K$  ( harga kesepakatan lebih besar daripada harga saham) maka formula yang digunakan untuk menentukan harga OSK pada saat  $S(i) < K$  dengan menggunakan persamaan :

$$C(i) = (1 - e^{-r \Delta t}) [p C(i+1) + (1-p) C(i+1)] + e^{-r \Delta t} \max(S(i) - K, 0) \quad (2.21)$$

### 2.3 Cook-off

Sama dengan menghitung OSK, masa opsi juga menggunakan metode binomial dengan memakai model John Hull dan Alan White, maka saat jatuh tempo adalah pada saat  $i = N$  untuk setiap simpul pada bagian akhir cabang pohon binomial akan ditentukan dengan menggunakan persamaan rumus :

$$C(i) = 0 \quad (2.22)$$

Keterangan :

- $C(i)$  : masa opsi pada saat waktu jatuh tempo

Seperti perhitungan OSK, dalam menghitung masa OSK juga ada yang dinamakan dengan vesting time atau yang disebut masa tunggu opsi. Dengan

adanya vesting time maka formula yang didapatkan adalah sebagai berikut :

$$C_{i,t} = (C_{i,t+1} + (1 - r)C_{i,t+1} + \Delta C_{i,t}) \quad (2.23)$$

Setelah masa vesting time lewat maka ada kondisi dimana masa opsi :

- $C_{i,t} > kM$  ( harga saham lebih besar daripada harga kesepakatan) maka formula yang digunakan untuk menentukan masa OSK pada saat  $C_{i,t} > kM$  dengan menggunakan persamaan :

$$C_{i,t} = 0 \quad (2.24)$$

- $C_{i,t} < kM$  ( harga saham lebih kecil daripada harga saham) maka formula yang digunakan untuk menentukan masa OSK pada saat  $C_{i,t} < kM$  dengan menggunakan persamaan :

$$C_{i,t} = (1 - r)(C_{i,t+1} + (1 - r)C_{i,t+1} + \Delta C_{i,t}) \quad (2.25)$$

**2.4 Penentuan Batas Eksekusi**

Setelah nilai semua simpul telah diketahui maka kita dapat mencari simpul yang dijadikan kondisi stopping dan juga kondisi continue tetapi simpul yang dicari adalah simpul yang telah melewati masa tunggu atau vesting time. Kondisi stoping adalah kumpulan nilai wajar yang akan dijadikan untuk menentukan batas eksekusi sedangkan kondisi continue adalah kumpulan nilai yang tidak digunakan untuk menentukan batas eksekusi. Nilai wajar yang akan digunakan sebagai nilai wajar batas eksekusi harus dipertimbangan dengan ketentuan sebagai berikut [7] :

$$C_{i,t} = \{ (C_{i,t} | C_{i,t} = C_{i,t} - C_{i,t}) \} \quad (2.26)$$

$$C_{i,t} = \{ (C_{i,t} | C_{i,t} > C_{i,t} - C_{i,t}) \} \quad (2.27)$$

Setelah ditemukan kondisi stoping dan continue yang berada diluar waktu tunggu dan dengan ketentuan yang ada, maka langkah berikutnya adalah dengan mencari kenaikan minimal dari kondisi stopping dengan menggunakan sebagai berikut :

$$C_{i,t} := \min\{C_{i,t} \in C_{i,t}\} \quad (2.28)$$

Dengan ,  
 $t = 0, 1, 2, \dots, N$  (banyak selang waktu)  
 $i = 0, 1, 2, \dots, N$  (banyak kenaikan)

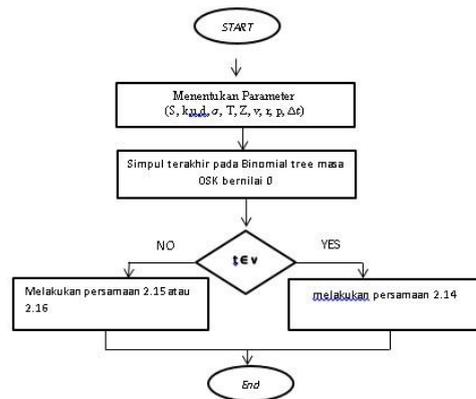
Apabila sudah menemukan kenaikan minimal dari kondisi stopping maka kita dapat menentukan batas eksekusi pada opsi call dengan menggunakan persamaan :

$$C_{i,t} = C_{i,t} + C_{i,t} \quad (2.29)$$

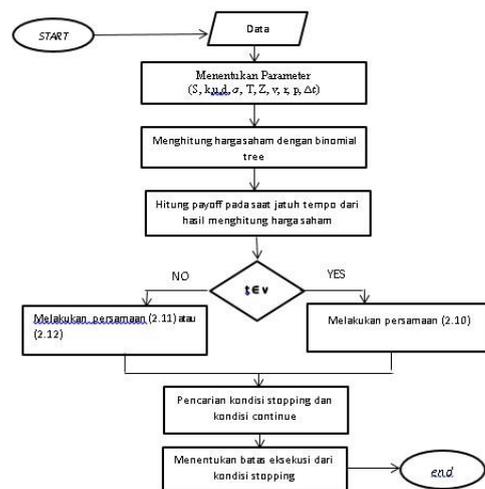
Dengan,  
 $t = 0, 1, 2, \dots, N$  (banyak selang waktu)  
 $i = 0, 1, 2, \dots, N$  (kenaikan minimum pada kondisi stopping)

**3. Perancangan dan Implementasi Sistem**

Dalam menyelesaikan permasalahan OSK akan dilakukan sesuai dengan prosedur diagram alur atau flowchart untuk menentukan harga OSK, batas eksekusi dan masa OSK. Terdapat dua flowchart pada kasus OSK yaitu diagram alur untuk menentukan masa hidup OSK dan diagram alur untuk menentukan harga OSK serta batas eksekusi OSK. Gambar 3.1 akan menjelaskan bagaimana langkah menentukan masa hidup.



**Gambar 3.1** Alur pengerjaan penentuan masa OSK



**Gambar 3.2** Alur pengerjaan penentuan harga OSK dan batas eksekusi

**3.1 Data**

Data yang digunakan untuk menentukan nilai volatilitas adalah data historis harga saham PT.TELKOM selama satu tahun. Langkah pertama untuk menghitung volatilitas adalah mencari nilai return dengan menggunakan persamaan (2.13)

kemudian menentukan nilai mean dari return dengan menggunakan rumus :

$$\mu = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{n} \quad (3.30)$$

Setelah mendapatkan nilai mean dari return, kemudian menentukan nilai variansi dengan menggunakan rumus :

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \mu)^2}{n} \quad (3.31)$$

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan nilai variansi, nilai variansi tersebut digunakan untuk menentukan nilai volatilitas dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \mu)^2}{n}} \quad (3.32)$$

Selain volatilitas, kita juga harus mencari nilai *exit rate* dari jumlah keluar masuknya karyawan selama satu tahun. Langkah pertama untuk menentukan nilai *exit rate* adalah dengan menghitung selisih jumlah karyawan yang keluar dan masuk setiap bulannya. Berikut adalah perhitungan selisih jumlah karyawan :

$$W = \sum_{i=1}^n (K_{i+1} - K_i) \quad (2.33)$$

Keterangan :

- n : banyak bulan selama satu tahun

Setelah menentukan selisih karyawan, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *exit rate* dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

$$w = \frac{\sum_{i=1}^n (K_{i+1} - K_i)}{K_1} \quad (2.34)$$

Selain volatilitas dan *exit rate*, parameter-parameter seperti harga saham awal, harga kesepakatan, waktu jatuh tempo, masa tunggu dan suku bunga tidak membutuhkan proses perhitungan sehingga dapat langsung digunakan dalam perhitungan nilai opsi.

### 3.2 Menghitung Harga Saham

Setelah data sudah didapatkan dan parameter yang berhubungan telah ditentukan maka langkah selanjutnya adalah menentukan prediksi harga saham dengan metode binomial. Dalam memprediksi harga saham diperlukan parameter seperti faktor yang membuat harga saham naik (u) dan faktor yang membuat harga saham turun (d). Untuk menentukan nilai u, rumus yang digunakan adalah persamaan (2.11) dan untuk menentukan nilai d rumus yang digunakan adalah persamaan (2.12). langkah selanjutnya yaitu memprediksi harga saham selama 1 tahun dengan menggunakan persamaan (2.15).

### 3.3 Menghitung Harga Opsi Saham Karyawan

karena metode binomial dalam menentukan harga opsi saham karyawan dilakukan dengan proses perhitungan mundur.

Apabila harga opsi pada simpul-simpul terakhir telah diketahui, maka kita dapat menghitung seluruh harga opsi pada simpul-simpul yang ada dengan melakukan perhitungan mundur atau backward dari simpul terakhir ke simpul

didepannya. Proses perhitungan harga opsi dapat dilihat pada subbab 2.5.

### 3.4 Menghitung Masa Hidup OSK

Untuk menghitung masa hidup opsi langkah yang dilakukan adalah membuat semua simpul terakhir pada binomial tree masa OSK bernilai 0. Alasan mengapa perhitungan dimulai dari simpul

terakhir bernilai 0 dikarenakan pada simpul terakhir OSK pasti akan langsung dieksekusi karena lama masa hidup opsi telah jatuh tempo.

Setelah semua simpul terakhir telah diketahui maka kita dapat menghitung seluruh masa opsi pada simpul yang ada dengan melakukan perhitungan mundur dari simpul terakhir ke simpul didepannya. Proses menentukan masa OSK dapat dilihat pada subbab 2.6.

### 3.5 Penentuan Batas Eksekusi

Ketika semua harga opsi telah diketahui pada setiap waktu, maka langkah terakhir adalah dengan mencari batas eksekusi sebagai harga wajar opsi dimana langkah untuk mencari dapat dilihat pada subbab 2.7.

Setelah memprediksi harga saham selama satu tahun maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan payoff opsi call seperti persamaan (2.1) pada simpul terakhir binomial tree opsi saham karyawan. Perhitungan dimulai dari simpul terakhir

## 4. Hasil dan Implementasi

### 4.1 Skenario Pengujian

Skenario pengujian pada tugas akhir ini dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Pengujian penentuan harga Opsi saham karyawan menggunakan  $T = 1$  tahun dan  $N$  (jumlah time step) adalah jumlah hari dalam tahun. Bila  $T = 1$ , maka  $N$  satu tahun = 365 hari. Jadi didapatkan  $\Delta t$  dengan menggunakan persamaan (2.16) yaitu bernilai  $1/365$ .
2. Masa tunggu yang digunakan adalah  $1/4$  dari  $T$  jadi masa tunggu yang digunakan adalah  $1/4 \times 365 = 91$  hari. Atau selama 3 bulan.
3. Nilai  $M$  yang digunakan berdasarkan perolehan rasio dari data gaji karyawan PT.TELKOM di Bandung secara umum yang

telah diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.1.

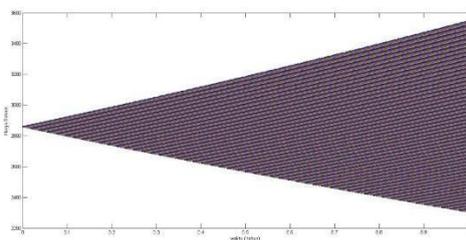
**Tabel 4. 1 Nilai M sesuai data gaji karyawan**

Data Gaji Karyawan		
Jabatan	Gaji	M
IT	2.5 jt	1
Maintenance	2.7 jt	1,08
Internt	3 jt	1.2
EOS	3.2 jt	1.28
Staff	3.6	1.44
Engineer	4	1.6
Helpdesk	4	1.6
Trainee	4	1.6
Management Traine	4.6	1.84
Finance Staff	6	2.4
Assisten Manager	10.8	4.32
Manager	10.8	4.32
Senior Manager	19.5	7.8
Senior Account Manager	19.5	7.8
Senior SAP Consultant	42.5	17

4. Harga Presiden awal yang digunakan adalah 2860.

**4.2 Perhitungan Harga Saham dengan Binomial Tree**

Perhitungan harga saham dilakukan seperti yang berada di subbab 3.4, yaitu mulai dari menentukan nilai dari parameter seperti u dan d sampai ditemukan prediksi harga saham selama satu tahun sebagai penentu harga opsi. Dari proses perhitungan volatilitas yang dilakukan disubbab 3.3, parameter seperti u dan d dapat dicari dengan persamaan 2.11 dan 2.12 yang menghasilkan nilai  $u = 1.00059169646293$  dan  $d = 0.999408653434736$ . Berikut ini adalah sampel hasil dari perhitungan harga saham dengan metode binomial.



Gambar 4. 1 Sampel Hasil Perhitungan Harga saham dengan Binomial Tree saat  $S_0 = 2860, K$

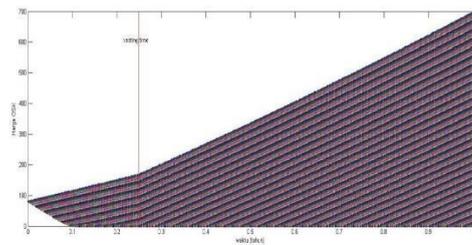
$= 2850, T = 1$  tahun,  $\sigma = 0.011301002, N = 365,$   
 $d = 0.999408653434736, u = 0.999408653434$

Gambar 4.1 memperlihatkan nilai dari perhitungan harga saham dengan metode binomial yang akan digunakan untuk mencari harga saham saat di eksekusi, ekspektasi harga saham, dan juga menentukan harga OSK.

**4.3 Perhitungan Harga OSK**

Dalam perhitungan harga OSK dapat dilakukan seperti pada subbab 3.5 yaitu dari menghitung harga OSK dari simpul terakhir karena metode binomial dalam menentukan harga OSK menerapkan proses perhitungan mundur atau backward.

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan harga OSK:



Gambar 4. 2 Sampel Hasil Perhitungan OSK saat  $M = 1, S_0 = 2860, K = 2850, T = 1$  tahun,  $v = 3$  bulan,  $r = 0.1, \sigma = 0.011301002, N = 365, d = 0.999408653434736, u = 0.999408653434736, w = -0.003073576$

Gambar 4.2 memperlihatkan sampel dari hasil perhitungan harga OSK yang akan digunakan sebagai penentu batas eksekusi.

**4.4 Menentukan Batas Eksekusi**

Ketika semua harga opsi telah diketahui pada setiap waktu, maka langkah terakhir adalah dengan mencari batas eksekusi sebagai harga wajar opsi dimana langkah untuk mencari batas eksekusi dapat dilihat pada subbab 2.6. Berikut ini adalah hasil batas eksekusi:

**Tabel 4. 1 Sampel batas eksekusi saat  $M = 1, S_0 = 2860, K = 2850, T = 1$  tahun,  $v = 3$  bulan,  $r = 0.1, \sigma = 0.011301002, N = 365, d = 0.999408653434736, u = 0.999408653434736, w = -0.003073576$**

Batas Eksekusi
2852
2850
2852
2850
...
...
...
2850
2852
2850

Tabel 4.3 memperlihatkan sampel hasil batas eksekusi dengan jarak antara harga saham dan harga kesepakatan yang dekat, sedangkan pada tabel 4.4 memperlihatkan sampel hasil batas eksekusi dengan jarak antara harga saham dan harga kesepakatan yang jauh.

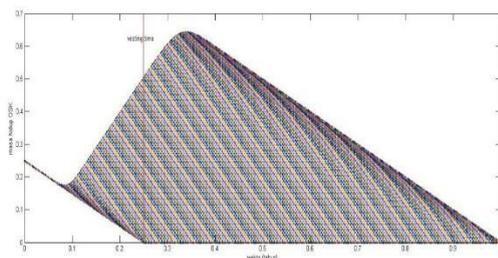
**Tabel 4. 2 Sampel batas eksekusi saat  $M = 1, S_0 = 2860, K = 2000, T = 1$  tahun,  $v = 3$  bulan,  $r = 0.1, \sigma = 0.011301002, N = 365, d = 0.999408653434736, u = 0.999408653434736, w = -0.003073576$**

Batas Eksekusi
2710
2709
2707
2705
2704
...
...
..
2307
2306

Dari hasil sampel batas eksekusi pada tabel 4.3 dan tabel 4.4 memperlihatkan bahwa harga saham dan harga kesepakatan dengan nilai yang berdekatan akan menghasilkan nilai batas eksekusi yang berulang tetapi sebaliknya apabila harga saham dan harga kesepakatan berjauhan akan menghasilkan nilai batas eksekusi yang bervariasi

**4.5 Menghitung Masa Hidup Opsi**

Untuk menghitung masa OSK langkah awal yang dilakukan sama dengan menghitung harga OSK yaitu harus menentukan nilai simpul terakhir masa OSK dan juga metode binomial yang dilakukan menerapkan perhitungan mundur atau backward. Yang membedakan antara menghitung harga OSK dan masa OSK adalah nilai pada simpul terakhir masa OSK bernilai 0 karena pada waktu jatuh tempo OSK harus dieksekusi. Perhitungan masa hidup opsi dapat dilihat pada subbab 2.5. berikut ini adalah hasil dari perhitungan masa OSK :

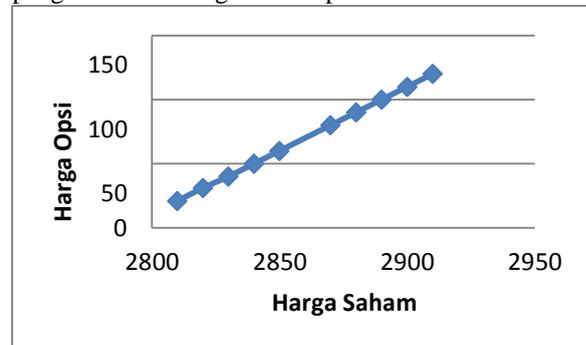


**Gambar 4. 3 Sampel Hasil Perhitungan masa OSK saat  $M = 1, S_0 = 2860, K = 2850, T = 1$  tahun,  $v = 3$  bulan,  $r = 0.1, \sigma = 0.011301002, N = 365, d = 0.999408653434736, u = 0.999408653434736, w = -0.003073576$**

Gambar 4.3 memperlihatkan sampel hasil masa hidup opsi. Dimana dengan adanya masa hidup opsi akan mempermudah karyawan untuk mengetahui kapan karyawan harus mengeksekusi opsi mereka.

**4.6 Pengaruh Parameter Terhadap Harga OSK**

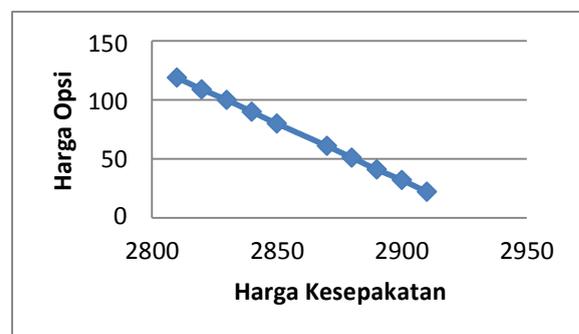
Pada subbab ini menjelaskan sensitifitas parameter-parameter yang berhubungan dengan perhitungan harga OSK. Parameter-parameter tersebut adalah harga saham, harga kesepakatan, suku bunga deposito, level jabatan, dan nilai volatilitas. Parameter pertama yang mempengaruhi nilai OSK adalah harga saham. Dapat dilihat dari gambar 4.4 bagaimana pengaruh suku bunga terhadap nilai OSK.



**Gambar 4. 4 Menampilkan pengaruh  $S$  terhadap harga OSK saat  $M = 1, K = 2850, T = 1$  tahun,  $v = 3$  bulan,  $r = 0.1, \sigma = 0.011301002, N = 365, d = 0.999408653434736, u = 0.999408653434736, w = -0.003073576$**

Pada gambar 4.4 memperlihatkan pengaruh harga saham yaitu membuat harga OSK semakin meningkat setiap harga saham semakin besar. Seiring meningkatnya harga saham, karyawan akan tertarik untuk menggunakan OSK yang mereka miliki karena keuntungan yang mereka dapat akan semakin besar.

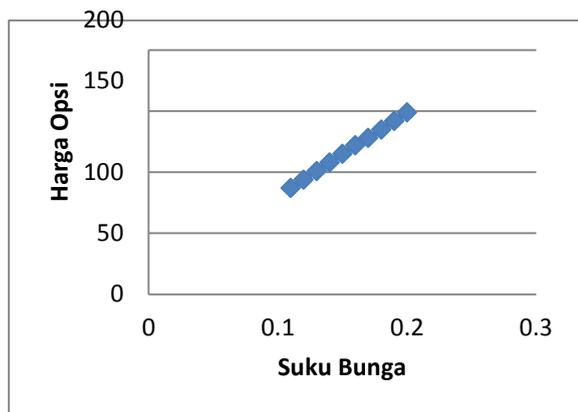
Berikutnya pada gambar 4.5 akan memperlihatkan bagaimana pengaruh harga kesepakatan terhadap harga OSK.



**Gambar 4. 5 Menampilkan pengaruh  $K$  terhadap harga OSK saat  $M = 1, S = 2860, T = 1$  tahun,  $v = 3$  bulan,  $r = 0.1, \sigma = 0.011301002, N = 365, d = 0.999408653434736, u = 0.999408653434736, w = -0.003073576$**

Pada gambar 4.5 menjelaskan bahwa semakin besarnya harga kesepakatan maka harga OSK akan semakin kecil. Dengan semakin besarnya harga kesepakatan membuat karyawan perusahaan menggunakan haknya untuk membeli karena harga kesepakatan semakin tinggi akan membuat karyawan akan berpikiran apabila mereka membeli akan membuat mereka rugi.

Untuk gambar 4.6 akan memperlihatkan pengaruh suku bunga deposito terhadap harga OSK.

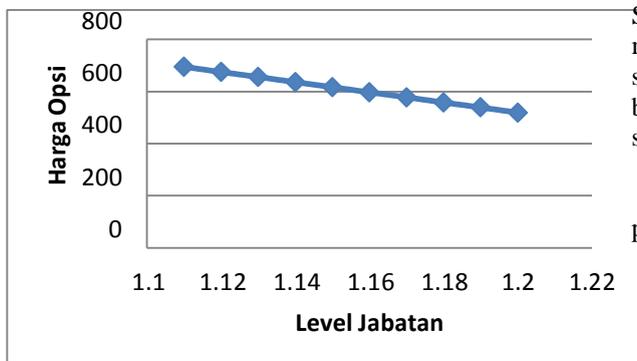


**Gambar 4. 6 Menampilkan pengaruh  $r$  terhadap harga OSK saat  $M = 1, S = 2860, K = 2850, T = 1$  tahun,  $v = 3$  bulan,  $\sigma = 0.011301002, N = 365, d = 0.999408653434736, u = 0.999408653434736, w = -0.003073576$**

Pada gambar 4.6 memperlihatkan bahwa pengaruh suku bunga yang semakin besar

menyebabkan harga OSK akan semakin meningkat. Suku bunga yang semakin besar akan membuat perusahaan merugi apabila harga OSK yang diberikan terhadap karyawan tidak ikut meningkat. Sebaliknya pada pihak karyawan akan mendapatkan untung apabila suku bunga yang berlaku semakin besar.

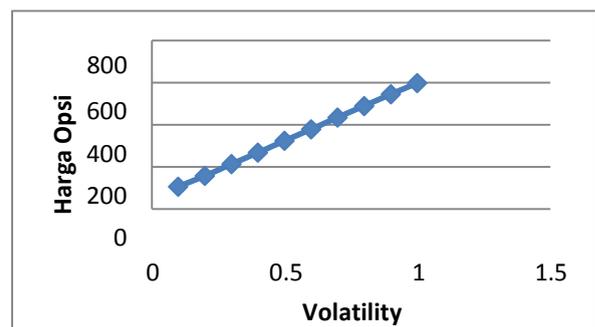
Berikutnya pada gambar 4.7 memperlihatkan pengaruh level jabatan terhadap harga OSK.



**Gambar 4. 7 Menampilkan pengaruh  $M$  terhadap harga OSK saat  $S = 2860, K = 2000, T = 1$  tahun,  $v = 3$  bulan,  $\sigma = 0.011301002, r = 0.1, N = 365, d = 0.999408653434736, u = 0.999408653434736, w = -0.003073576$**

Pada gambar 4.7 memperlihatkan bahwa semakin tinggi level jabatan akan semakin kecil harga OSK. Semakin kecilnya harga OSK dikarenakan semakin tinggi level jabatan akan membuat kemungkinan harga saham yang sesuai dengan level jabatan karyawan akan semakin sedikit atau berkemungkinan tidak ada sampai jatuh tempo masa hidup opsi. Oleh karena itu semakin tinggi jabatan karyawan berkemungkinan tidak menggunakan kompensasi mereka untuk membeli saham dikarenakan akan tidak menguntungkan bagi karyawan tersebut.

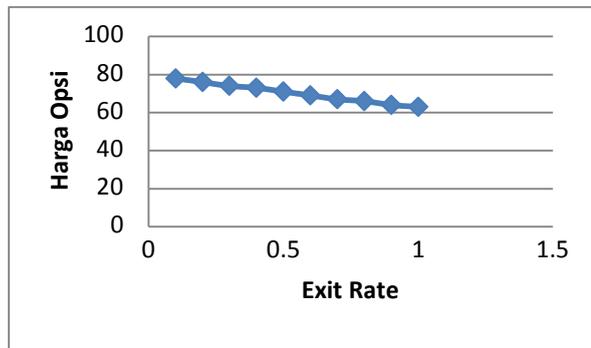
Untuk selanjutnya diperlihatkan bagaimana pengaruh nilai volatility terhadap harga OSK. Pengaruh nilai volatility terhadap nilai OSK dapat dilihat pada gambar 4.8.



**Gambar 4. 8 Menampilkan pengaruh  $\sigma$  terhadap harga OSK saat  $M = 1, S = 2860, K = 2850, T = 1$  tahun,  $v = 3$  bulan,  $r = 0.1, N = 365, d = 0.999408653434736, u = 0.999408653434736, w = -0.003073576$**

Gambar 4.8 memperlihatkan bahwa semakin besar volatility akan semakin besar juga harga OSK. Semakin besarnya nilai volatility sangat mempengaruhi faktor pembuat naik harga saham ( $u$ ) sehingga semakin besar nilai volatility akan semakin besar juga harga saham dan itu akan menyebabkan semakin tinggi juga harga OSK.

Pada gambar 4.9 akan memperlihatkan bagaiman pengaruh karyawan keluar terhadap nilai OSK..



**Gambar 4. 9 Menampilkan pengaruh  $w$  terhadap harga OSK saat  $M = 1$ ,  $S = 2860$ ,  $K = 2850$ ,  $T = 1$  tahun,  $v = 3$  bulan,  $r = 0.1$ ,  $N = 365$ ,  $d = 0.999408653434736$ ,  $u = 0.999408653434736$**

Pada gambar 4.9 memperlihatkan pengaruh exit rate karyawan terhadap opsi dimana semakin meningkatnya exit rate karyawan membuat harga OSK menjadi menurun. Hal ini terjadi dikarenakan semakin banyak karyawan keluar akan berdampak terhadap kinerja perusahaan.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis tentang implementasi binomial pada pencarian nilai wajar OSK yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Harga saham dan harga eksekusi memiliki pengaruh terhadap penentuan harga OSK. Semakin besarnya harga saham akan membuat harga OSK semakin besar sedangkan sebaliknya dengan harga kesepakatan, semakin besarnya harga kesepakatan akan membuat harga OSK semakin kecil.
2. Level jabatan juga memiliki pengaruh yang besar dalam menentukan harga OSK. Semakin besar level jabatan akan membuat harga OSK semakin kecil.
3. Semakin besarnya suku bunga dan volatilitas akan membuat harga OSK semakin besar. Tetapi semakin besarnya peluang karyawan keluar akan membuat harga OSK semakin kecil.
4. Tidak ditemukan batas eksekusi pada masa tunggu OSK karena pada saat masa tunggu karyawan tidak dapat mengeksekusi opsi yang dimiliki oleh karyawan
5. Semakin dekat harga kesepakatan dengan harga saham akan menghasilkan batas eksekusi dengan nilai berulang sedangkan sebaliknya apabila harga kesepakatan dan harga saham semakin jauh akan menghasilkan batas eksekusi dengan nilai yang bervariasi.

### 5.2 Saran

Saran dari tugas akhir ini adalah partisi yang ada dibuat semakin besar karena akan membuat nilai OSK akan semakin banyak kemungkinan. Harga kesepakatan dan harga saham dibuat berjauhan karena akan menghasikan batas eksekusi yang beragam.

### 6. Daftar Pustaka

- [1] Abudy, M. And S. Benninga. 2010. Valuing Employee Stock Option and Restricted Stock In The Presence of Market Imperfections\*
- [2] Carpenter, J., R. Stanton and N. Wallace. 2008. Estimation of Employee Stock Option Exercise Rates and Firm Cost\*.
- [3] Cox, J.C., S. Ross and M. Rubinstein. 1979. Option Pricing : A Simplified Approach. *Journal of Financial Economics*, vol.7, no.3, pp.229-264 .
- [4] Huddart, S., Lang, M., 1995. Employee Stock Option Exercises : An Empirical Analysis. *Journal of Accounting and Economics* 21 (1996), 5-43.
- [5] Hull, J. and A. White. 2002. Determining The Value Of Employee Stock Options.
- [6] Hull, J., 2008. Options, Futures, and Other Derivatives. 7th Edition, Prentice-Hall.
- [7] Joon Kim, I., dan Suk Joon Byun 1994. Optimal Exercise Boundary in a Binomial Option Pricing Model. *The Journal of Financial Engineering*, vol.3, no.2.
- [8] Rubinstein, M. 1995. How to Value Employee Stock Option. *Financial Analysis Journal*.

