

PENENTUAN HARGA OPSI DENGAN MODEL BLACK-SCHOLES MENGGUNAKAN METODE BEDA HINGGA *FORWARD TIME CENTRAL SPACE*

Werry Febrianti

Institut Teknologi Sumatera
Email : werry.febrianti@ma.ite.ra.ac.id

Abstract. Option can be defined as a contract between two sides/parties said party one and party two. Party one has the right to buy or sell of stock to party two. Party two can invest by observe the put option price or call option price on a time period in the option contract. Black-Scholes option solution using finite difference method based on forward time central space (FTCS) can be used as the reference for party two in the investment determining. Option price determining by using Black-Scholes was applied on Samsung stock (SSNLF) by using finite difference method FTCS. Daily data of Samsung stock in one year was processed to obtain the volatility of the stock. Then, the call option and put option are calculated by using FTCS method after discretization on the Black-Scholes model. The value of call option was obtained as \$1.457695030014260 and the put option value was obtained as \$1.476925604670225.

Keywords: Option, Black-Sholes model, Finite difference method FTCS

Abstrak. Opsi didefinisikan sebagai kontrak antara dua pihak. Pihak pertama memiliki suatu hak untuk membeli atau menjual beberapa saham ke pihak kedua. Pihak kedua dapat berinvestasi dengan mempertimbangkan harga opsi jual atau opsi beli pada periode tertentu dalam kontrak opsi. Solusi harga opsi Model Black-Scholes dengan metode beda hingga forward time central space (FTCS) dapat dijadikan acuan pihak kedua dalam penentuan investasi. Penentuan harga opsi dengan model Black-Scholes diterapkan pada saham Samsung (SSNLF) menggunakan metode beda hingga FTCS. Data harian Samsung selama satu tahun diolah untuk memperoleh volatilitas dari saham Samsung. Kemudian, dihitung nilai opsi call dan opsi put menggunakan metode FTCS setelah dilakukan diskritisasi pada model Black-Scholes. Nilai opsi beli (call) diperoleh sebesar \$1.457695030014260 dan nilai opsi jual (put) diperoleh sebesar \$1.476925604670225.

Kata kunci: Opsi, Model Black-Scholes, Metode Beda Hingga, FTCS.

I. PENDAHULUAN

Investasi merupakan suatu strategi dalam bidang ekonomi yang dapat digunakan untuk meningkatkan *income* (pendapatan). Secara umum, investasi dapat dikatakan sebagai komitmen atas sejumlah dana atau sumber daya lainnya yang dilakukan pada saat ini, dengan tujuan memperoleh keuntungan di masa mendatang [1]. Investasi dibagi menjadi dua jenis, yaitu investasi pada aset real (*real asset*) dan investasi pada aset finansial (*financial assets*). Investasi pada aset real adalah investasi pada barang-barang komoditas yaitu emas, tanah, bangunan, mesin, dan minyak. Kemudian, investasi pada aset finansial adalah investasi dalam bentuk surat berharga seperti deposito, saham, obligasi, dan lainnya. Kegiatan investasi ini

dapat dilakukan di pasar modal baik untuk investasi pada aset real maupun investasi pada aset finansial.

Saham merupakan salah satu jenis investasi pada finansial yang sering diperdagangkan di pasar modal. Saham didefinisikan sebagai surat berharga yang dijadikan sebagai bukti seorang investor memiliki hak kepemilikan atas suatu perusahaan. Saham merupakan salah satu instrumen investasi sehingga saham memiliki resiko. Resiko investasi pada saham dapat diminimalisir dengan membeli instrumen derivatif. Instrumen derivatif merupakan instrumen yang nilainya berasal dari produk yang dijadikan acuan pokok. Salah satu instrumen derivatif dari saham yaitu opsi.

Opsi adalah kontrak resmi yang memberikan hak (bukan kewajiban) untuk membeli atau menjual sejumlah tertentu instrumen yang dijadikan dasar kontrak pada harga tertentu dan dalam jangka waktu yang telah ditentukan [2]. Berdasarkan haknya, opsi terbagi dua, yaitu opsi beli (*call option*) dan opsi jual (*put option*). Opsi beli (*call option*) merupakan opsi yang memberikan hak (bukan kewajiban) kepada pemegangnya untuk membeli sejumlah tertentu dari sebuah instrumen yang menjadi dasar kontrak tersebut dengan jumlah tertentu pada waktu dan harga yang telah ditentukan. Opsi jual (*put option*) merupakan opsi yang memberikan hak (bukan kewajiban) kepada pemegangnya untuk menjual sejumlah tertentu dari instrumen yang menjadi dasar kontrak tersebut dengan jumlah tertentu pada waktu dan harga yang telah ditentukan [3]. Aset yang menjadi dasar sebuah kontrak opsi disebut *underlying asset*. *Exercise price (strike price)* adalah harga yang telah disepakati dalam kontrak opsi tersebut. Kemudian, *expiration date* merupakan waktu jatuh tempo atau waktu yang disepakati untuk transaksi opsi dapat dilaksanakan. Apabila pemegang opsi melaksanakan haknya untuk membeli atau menjual opsi, maka tindakan itu terkenal dengan istilah *exercise*.

Berdasarkan waktu jatuh temponya, opsi dibedakan menjadi dua yaitu opsi Eropa dan opsi Amerika. Opsi Eropa merupakan opsi yang dapat dilaksanakan (*di-exercise*) pada saat jatuh tempo saja, sedangkan opsi Amerika merupakan opsi yang dapat dilaksanakan (*di-exercise*) setiap saat sampai waktu jatuh tempo. Salah satu opsi saham yang menarik perhatian dari banyak investor yaitu saham Samsung. Samsung merupakan sebuah perusahaan multinasional yang bergerak di bidang perancangan, pengembangan, dan penjualan barang-barang yang meliputi elektronik, perangkat lunak komputer serta komputer pribadi.

Pada Bursa Efek Indonesia, kontrak opsi disebut sebagai kontrak opsi saham (KOS) yaitu efek yang memuat hak beli pada opsi beli atau hak jual pada opsi jual atas saham induk (saham acuan) dalam jumlah dan harga pelaksanaan (*strike price* atau *exercise price*) tertentu serta berlaku dalam periode tertentu.

Hak beli pada opsi beli adalah suatu kontrak di mana pembeli (*taker*) KOS diberi hak oleh penjual (*writer*) KOS untuk membeli saham acuan (saham induk) dalam jumlah dan harga pelaksanaan serta berlaku dalam periode tertentu. Hak jual pada opsi jual adalah suatu kontrak di mana pembeli KOS diberi hak oleh penjual KOS untuk menjual saham acuan dalam jumlah dan harga pelaksanaan serta berlaku dalam jangka waktu tertentu. *Strike price/ exercise price* merupakan harga tebus atas suatu saham acuan KOS yang telah disepakati antara *writer* dan *taker* ketika terjadi perdagangan KOS yang dipertemukan dalam mesin perdagangan.

Ada hal yang perlu diperhitungkan pada perdagangan opsi saham agar para investor dapat dapat menghasilkan *return* yang maksimal. Masalah yang umum terjadi pada perdagangan opsi saham yaitu kerugian yang dialami oleh investor. Salah satu faktor yang menyebabkan kerugian tersebut yaitu kurangnya pengetahuan tentang strategi yang akan digunakan untuk meminimalisir resiko dan memperoleh *return* yang maksimal. Investor pemula yang tidak menggunakan strategi untuk menentukan harga opsi pasti akan sering mengalami kerugian dan akan cepat tenggelam dalam dunia investasi. Investor harus dapat menghitung harga dari opsi

di mana harga opsi bisa dibeli atau dijual. Untuk mengatasi masalah tersebut, investor membutuhkan solusi untuk menghitung harga wajar dari opsi.

II. MODEL BLACK-SCHOLES

Salah satu solusi untuk menghitung harga wajar dari opsi yaitu model matematika untuk penentuan harga opsi. Model matematika yang lazim digunakan dan telah banyak diterima oleh para investor yaitu Model Black-Scholes. Model ini dikembangkan oleh Fisher Black dan Myron Scholes. Black dan Scholes mengasumsikan bahwa model ini menggunakan saham yang tidak memberikan dividen dan menggunakan lima variabel yang mempengaruhi harga opsi saham yaitu harga saham, *strike price/ expiration price* yang ditetapkan, *expiration date* dari opsi, volatilitas harga saham yang diharapkan selama umur opsi, dan tingkat suku bunga jangka pendek selama umur opsi [4].

Bentuk model *Black-Scholes* berupa persamaan diferensial parsial. Persamaan *Black-Scholes* untuk menentukan harga opsi adalah

$$\frac{\partial V}{\partial t} + rS \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} = rV. \quad (1)$$

Dibutuhkan suatu metode untuk menyelesaikannya, salah satunya metode beda hingga. Secara umum, metode beda hingga adalah metode yang mudah digunakan dalam penyelesaian *problem* fisis yang mempunyai bentuk geometri yang teratur. Pada prinsipnya metode beda hingga ini mengganti turunan yang ada pada persamaan diferensial dengan diskritisasi beda hingga berdasarkan deret Taylor.

Metode ini akan membuat pendekatan terhadap harga-harga yang tidak diketahui pada setiap titik secara diskrit. Dimulai dengan pemodelan dari suatu benda dengan membagi-bagi dalam *grid* atau kotak-kotak hitungan kecil yang secara keseluruhan masih memiliki sifat yang sama dengan benda utuh sebelum terbagi menjadi bagian-bagian yang kecil.

Berdasarkan ekspansi deret Taylor, salah satu skema beda hingga yang biasa digunakan dalam diskritisasi persamaan diferensial parsial, yaitu skema maju (*forward*). Pada skema maju (*forward*), informasi pada titik i dihubungkan dengan titik hitung $i+1$ yang berada di depannya. Dengan menggunakan kisi beda hingga, maka skema maju (*forward*) biasa ditulis sebagai berikut :

skema maju (*forward*)-ruang :

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{u_{i+1}^j - u_i^j}{h} \text{ atau } \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{u_{i+1}^{j+1} - u_i^{j+1}}{h} \quad (2)$$

skema maju (*forward*)-waktu :

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{u_{i+1}^{j+1} - u_{i+1}^j}{\Delta t} \text{ atau } \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{u_i^{j+1} - u_i^j}{h}. \quad (3)$$

Metode maju *forward time central space* (FTCS) merupakan salah satu metode beda hingga yang dapat menyelesaikan persamaan diferensial parsial secara numerik. Metode FTCS digunakan untuk menyelesaikan model Black-Scholes karena harga saham dipengaruhi oleh waktu yang sebelumnya dan waktu yang akan datang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membantu para investor menggunakan metode beda hingga FTCS sebagai alat untuk mencari harga opsi tipe Eropa yang sebelumnya dibentuk

dalam model Black-Scholes. Agar para investor dapat menghitung harga opsi di mana opsi bisa dibeli atau dijual.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian terapan yang diawali dengan meninjau permasalahan, mengumpulkan bahan rujukan, mengaitkan teori-teori yang relevan dan diikuti dengan penerapannya. Jenis data pada penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data yang dikumpulkan oleh pihak lain atau data yang telah tersedia. Populasi pada penelitian ini yaitu populasi berhingga, di mana populasinya adalah data harga penutupan saham Samsung selama setahun. pada penelitian ini sampel yang digunakan sama dengan populasi karena populasi yang digunakan hanya data dalam setahun. Langkah-langkah yang dilakukan dalam teknik analisis data adalah sebagai berikut :

- a) Formula dari model penentuan harga opsi tipe Eropa dengan model Black-Scholes diperoleh dengan menggunakan metode beda hingga FTCS, teknis analisis datanya mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :
 - 1) Mendiskritisasi model Black-Scholes menggunakan metode beda hingga FTCS
 - 2) Menyederhanakan model Black-Scholes yang telah didiskritisasi sampai diperoleh formula dari model penentuan harga opsi tipe Eropa.
- b) Harga opsi tipe Eropa pada saham Samsung diperoleh dengan model Black-Scholes menggunakan metode beda hingga FTCS, teknik analisis datanya mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Mencari *returnnya* selama setahun terakhir

$$R_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \quad (4)$$

dengan R_t menyatakan *return*, S_t menyatakan harga saham pada saat waktu t , S_{t-1} menyatakan harga saham pada saat waktu $t - 1$.

- 2) Mencari rata-rata *returnnya*

$$\bar{R}_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_t \quad (5)$$

dengan \bar{R}_t menyatakan rata-rata *return*.

- 3) Mencari volatilitas harga saham

$$\sigma = \sqrt{k \times \frac{\sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R}_t)^2}{n-1}} \quad (6)$$

dengan σ menyatakan volatilitas harga saham dan k menyatakan jumlah hari perdagangan dalam satu tahun.

- 4) Memasukkan nilai volatilitas ke dalam formula yang telah didapatkan.
- 5) Menghitung harga opsi tipe Eropa dengan menggunakan aplikasi Matlab versi 2014a.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model *Black-Scholes* merupakan model untuk menentukan harga opsi saham tipe Eropa. Model ini memiliki bentuk berupa persamaan diferensial parsial. Sehingga kita dapat

menentukan nilai opsi beli dan opsi jual secara numerik, dengan menggunakan metode beda hingga FTCS. Diketahui persamaan diferensial parsial *Black-Scholes* sebagai berikut :

$$\frac{\partial V}{\partial t} + rS \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} = rV \quad (7)$$

dengan $0 \leq S \leq L, 0 \leq t \leq T$. Diasumsikan bahwa harga saham tidak melewati harga tertinggi L , sehingga saham S dibatasi dengan $0 \leq S \leq L$. Persamaan *Black-Scholes* ditransformasi agar dapat digunakan untuk menentukan harga opsi. Akan ditentukan syarat awal dan syarat batas untuk harga opsi beli dan opsi jual. Persamaan diferensial parsial *Black-Scholes* yang telah ditransformasikan menjadi

$$\frac{\partial V}{\partial \tau} - rS \frac{\partial V}{\partial S} - \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rV = 0 \quad (8)$$

dengan $0 \leq \tau \leq T, 0 \leq S \leq L$, dengan syarat awal :

(Opsi Beli) : $C(S, \tau = 0) = \max(S(0) - K, 0) = V(S, 0)$,

(Opsi Jual) : $P(S, \tau = 0) = \max(K - S(0), 0) = V(S, 0)$,

$S \in [0, \infty) \rightarrow S \in [0, L]$ dan L cukup besar

dan syarat batas :

(Opsi Beli) : $C(0, \tau) = 0 = V(0, \tau), C(L, \tau) = L = V(L, \tau)$,

(Opsi Jual) : $P(0, \tau) = Ke^{-r\tau} = V(0, \tau)$,

$P(L, \tau) = 0 = V(L, \tau)$.

Interval S dan τ akan didiskritisasi dengan panjang selang masing-masing adalah h dan k , yaitu $(S, \tau) \rightarrow (ih, jk)$ dengan

$$h = \Delta S = \frac{L}{M}, k = \Delta \tau = \frac{T}{N}, i = \text{titik selang pada } S \text{ yaitu dari } 0, 1, \dots, M,$$

$$j = \text{titik selang pada } T \text{ yaitu dari } 0, 1, \dots, N,$$

dengan M dan N masing-masing adalah jumlah titik selang pada interval S dan τ . Selanjutnya, persamaan *Black-Scholes* akan dikonversi dengan metode beda hingga FTCS di titik $(S_i, \tau_j) = (ih, jk)$. Dengan skema maju (*forward*) terhadap waktu $\frac{\partial V}{\partial \tau}$, terhadap ruang (saham) $\frac{\partial V}{\partial S}, \frac{\partial^2 V}{\partial S^2}$, akan disubstitusikan :

$$\begin{aligned} S &= ih \\ \frac{\partial V}{\partial \tau} &= \frac{V_{i,j+1} - V_{i,j}}{k} \\ \frac{\partial V}{\partial S} &= \frac{V_{i+1,j} - V_{i-1,j}}{2h} \\ \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} &= \frac{V_{i+1,j} - 2V_{i,j} + V_{i-1,j}}{h^2} \end{aligned}$$

Maka persamaan diferensial parsial *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga FTCS adalah sebagai berikut :

$$\frac{V_{i,j+1} - V_{i,j}}{k} - r(ih) \frac{V_{i+1,j} - V_{i-1,j}}{2h} - \frac{1}{2} \sigma^2 (ih)^2 \frac{V_{i+1,j} - 2V_{i,j} + V_{i-1,j}}{h^2} + rV_{i,j} = 0. \quad (9)$$

Agar formula bisa digunakan untuk menghitung setiap nilai yang belum diketahui pada titik selang yang ada, maka disederhanakan bentuknya menjadi :

$$V_{i,j+1} = (1 - rk)V_{i,j} + \frac{1}{2} k \sigma^2 i^2 (V_{i+1,j} - 2V_{i,j} + V_{i-1,j}) - \frac{1}{2} kri (V_{i+1,j} - V_{i-1,j}) \quad (10)$$

dengan $1 \leq i \leq M - 1$. Skema persamaan FTCS di atas dapat dituliskan dalam bentuk vektor sebagai berikut :

$$\vec{V}^{(j+1)} = F \vec{V}^{(j)} + \vec{p}^{(j)} \quad (11)$$

dengan

$$F = (1 - rk)I + \frac{1}{2}k\sigma^2 D_2 T_2 + \frac{1}{2}kr D_1 T_1$$

dan

$$D_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 2 & 0 & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 3 & \ddots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & m-1 \end{bmatrix}, D_2 = \begin{bmatrix} 1^2 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 2^2 & 0 & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 3^2 & \ddots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & (m-1)^2 \end{bmatrix},$$

$$T_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 2 & 0 & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 3 & \ddots & \ddots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -1 & 0 \end{bmatrix}, T_2 = \begin{bmatrix} -2 & 1 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 1 & -2 & 1 & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & 1 & -2 & \ddots & \ddots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -2 \end{bmatrix},$$

$$\vec{p}^{(j)} = \begin{bmatrix} \frac{1}{2}k(\sigma^2 - r)V_{0,j} \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ \frac{1}{2}k(M-1)(\sigma^2(M-1) + r)V_{M,j} \end{bmatrix}$$

dengan $V_{0,j}$ dan $V_{M,j}$ adalah syarat batas nilai opsi. Syarat batas untuk opsi beli :

$$V_{0,j} = 0, V_{M,j} = L$$

Syarat batas untuk opsi jual :

$$V_{0,j} = Ke^{-r\tau}, V_{M,j} = 0.$$

Syarat awal untuk opsi beli dan jual tipe Eropa dalam bentuk matriks adalah:

(Syarat awal opsi beli) :

$$V^{(0)} = [V_{1,0} \ V_{2,0} \ \dots \ V_{M-1,0}]^T$$

dengan $V_{i,0} = \max(S_i - K, 0) = \max(ih - K, 0)$,

(Syarat awal opsi jual) :

$$V^{(0)} = [V_{1,0} \ V_{2,0} \ \dots \ V_{M-1,0}]^T$$

dengan $V_{i,0} = \max(K - S_i, 0) = \max(K - ih, 0)$.

Dalam aplikasi formula penentuan harga opsi dengan menggunakan model *Black-Scholes* menggunakan metode FTCS perlu diketahui nilai beberapa parameter, diantaranya harga saham awal/saat ini (S_0), harga pelaksanaan/*strike price/exercise price* (K), tingkat suku bunga (r), waktu jatuh tempo (T) dan untuk nilai (M) yang tidak terlalu besar saja sudah cukup. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan bantuan program Matlab versi 2014a sehingga sebuah algoritma untuk mencari solusi numeriknya. Algoritma untuk menentukan harga opsi dengan model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga FTCS adalah sebagai berikut :

- 1) *Input* nilai $S_0, L, K, N, M, T, \sigma, r$
- 2) Tentukan nilai $k = \frac{T}{N}$ dan $h = \frac{L}{M}$
- 3) Tentukan syarat awal untuk menentukan harga opsi

(Syarat awal opsi beli) :

$$V_{i,0} = \max(S_i - K, 0) = \max(ih - K, 0)$$

(Syarat awal opsi jual) :

$$V_{i,0} = \max(K - S_i, 0) = \max(K - ih, 0)$$

- 4) Tentukan syarat batas untuk menentukan harga opsi

(Syarat batas opsi beli) :

$$V_{0,j} = 0, V_{M,j} = L$$

(Syarat batas opsi jual) :

$$V_{0,j} = Ke^{-r\tau}, V_{M,j} = 0$$

- 5) Hitung harga opsi pada masing-masing titik selang yang diinginkan dengan menggunakan formula yang telah didapatkan.

Aplikasi akan diterapkan pada saham Samsung yang disimbolkan dengan SSNLF dari bursa saham Amerika yaitu NASDAQ lalu memberikan rekomendasi untuk investor. Untuk mengestimasi volatilitas harga saham (σ), akan digunakan data penutupan harga saham Samsung (SSNLF) yang dikumpulkan dalam frekuensi harian dari 18 Januari 2017 sampai 17 Januari 2018 dengan total pengamatan 252 data. Data diambil dan diunduh dari halaman www.finance.yahoo.com [5].

Berdasarkan data penutupan harga saham SSNLF, diestimasi volatilitas harga saham AAPL, diestimasi volatilitas harga saham SSNLF yaitu $\sigma = 0,401968272 \approx 0,40 = 40\%$. Harga saham SSNLF di pasar pada tanggal 17 Januari 2018 (S_0) yaitu \$2400 dengan tingkat suku bunga amerika (r) 1,25%, harga eksekusi (K) \$2300 dan waktu jatuh tempo opsi saham tersebut 20 hari sampai tanggal 15 Februari 2018 ($\tau = \frac{20}{365}$). Harga opsi beli dan harga opsi jual ditentukan dengan model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga FTCS yang telah diolah menggunakan *software* pemograman Matlab versi 2014a. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *software* pemograman Matlab versi 2014a tersebut, diperoleh harga opsi beli dan harga opsi jual masing-masingnya pada tanggal 15 Februari 2018 sebesar \$1.457695030014260 untuk opsi beli (*call*) dan \$1.476925604670225 untuk opsi jual (*put*).

V. KESIMPULAN

Dengan menggunakan formula penentuan harga opsi tipe Eropa pada saham Samsung dengan model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga FTCS diperoleh harga opsi beli dan harga opsi jual pada tanggal 15 Februari 2018 masing-masingnya adalah sebesar \$1.457695030014260e+02 dan \$1.476925604670225e+02.

REFERENSI

- [1] Tandelilin, E. (2010). *Portofolio dan Investasi*. Yogyakarta : Kanisius.
- [2] Hull, John C. (2009). *Options, Futures, and Other Derivatives*. USA : Pearson Prentice Hall.
- [3] Higham, Desmond J. (2004). *An Introduction to Financial Option Valuation*. New York : Cambridge University Press.
- [4] McDonald, Robert L. (2006). *Derivatives Markets*. USA : Pearson Education, Inc.
- [5] www.finance.yahoo.com. Diakses Februari 2018.