

Penentuan Nilai Opsi *Call* Eropa Dengan Pembayaran Dividen

Determine the value of the european call option with dividend payments

Diana Purwandari

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya

Received 21th December 2016 / Accepted 15th Februari 2017

ABSTRAK

Fluktuasi harga saham menyebabkan perdagangan saham memiliki resiko. Opsi merupakan alternatif untuk mengurangi resiko dalam perdagangan saham. Opsi Eropa adalah suatu kontrak keuangan yang memberikan hak, bukan kewajiban, kepada *holder*, untuk membeli atau menjual aset pokok dari *writer* pada saat jatuh tempo dengan harga yang sudah ditentukan. Model penilaian harga opsi yang banyak diterima dalam bidang finansial adalah model Black-Scholes. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pembagian dividen terhadap harga saham dan menentukan nilai opsi *call* Eropa dengan pembayaran dividen pada waktu yang telah ditentukan. Nilai opsi *call* Eropa dengan pembayaran dividen pada waktu yang telah ditentukan diperoleh menggunakan integrasi numerik dengan metode Simpson sebesar 12,6388.

Kata kunci: opsi *call* Eropa, model Black-Scholes, dividen, metode Simpson.

ABSTRACT

Fluctuations in stock prices lead stock trading risk. An alternative options to reduce the risk in stock trading. European option is a financial contract that gives the right, but not the obligation, to the holder, to buy or sell the underlying asset of the writer at the maturity date at a price specified. Option price valuation models are widely accepted in the field of finance is the Black-Scholes model. The purpose of this study is to determine the effect of dividend distribution to the stock price and determine the value of the European call option with dividend payments at a predetermined time. Value of the European call option with dividend payments at a predetermined time obtained using numerical integration with Simpson method of 12,6388.

Key words: European call options, Black-Scholes model, dividend, Simpson method.

*Korespondensi:
email: diana.math44@gmail.com

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia investasi tidak saja ditunjukkan oleh semakin meningkatnya jumlah uang yang diinvestasikan ataupun oleh semakin banyaknya jumlah investor yang berinvestasi. Akan tetapi perkembangan tersebut juga ditunjukkan oleh semakin banyaknya alternatif instrumen investasi yang bisa dijadikan pilihan investor dalam berinvestasi. Investasi dalam bentuk saham sangat menarik umumnya dipilih para investor karena mampu menghasilkan *financial gain*. Dalam aktivitas perdagangan saham sehari-hari, harga saham mengalami fluktuasi baik berupa kenaikan maupun penurunan. Saham yang tiba-tiba anjlok setidaknya dipengaruhi oleh dividen yang menimbulkan masalah pada saat menghitung nilai opsi.

Opsi merupakan investasi aset finansial yang banyak digunakan di dunia keuangan, disamping investasi pada aset riil seperti: tanah, mesin, bangunan, dan emas. Opsi adalah suatu jenis kontrak antara dua pihak dimana satu pihak memberi hak kepada pihak lain untuk membeli dan menjual aset tertentu pada harga dan periode tertentu. Hak untuk membeli suatu saham dengan harga tertentu/harga kesepakatan (*exercise price*) disebut opsi beli (*call option*), sedangkan hak untuk menjual suatu saham dengan harga tertentu pada waktu tertentu atau sebelumnya disebut opsi jual (*put option*). (Husnan, 1993).

Menentukan nilai pasar opsi merupakan hal yang tidak mudah dikarenakan banyak faktor yang mempengaruhinya seperti harga saham, harga *strike*, waktu jatuh tempo, tingkat

suku bunga, volatilitas harga saham, dan dividen. Pasar saham menjadi instrumen penting dalam suatu perusahaan sehingga berpengaruh terhadap kinerja perusahaan. Pergerakan indeks menggambarkan kondisi pasar pada suatu saat dan menjadi indikator penting bagi para investor untuk menentukan apakah mereka akan menjual, menahan atau membeli saham.

Berdasarkan waktu eksekusi yang terjadi, opsi dikelompokkan menjadi dua, yaitu tipe Eropa dan tipe Amerika. Opsi tipe Eropa adalah opsi yang hanya dapat dilaksanakan pada tanggal tertentu saja. Sedangkan tipe Amerika adalah opsi yang dapat dilaksanakan pada tanggal tertentu atau sebelumnya. Penelitian ini akan difokuskan pada opsi tipe Eropa.

Model untuk menghitung harga opsi diperkenalkan pertama kali oleh Black dan Scholes. Model ini dikembangkan oleh Black dan Scholes pada tahun 1973. Black dan Scholes telah menyelesaikan masalah nilai opsi Eropa dalam bentuk tertutup dari persamaan diferensial parsial (PDP) yang dikenal dengan rumus Black-Scholes. Dividen adalah pembagian keuntungan suatu perusahaan terhadap para pemegang saham. Model Black-Scholes akan mengalami modifikasi pada saat harga saham S dikurangi *present value* dari dividen yang akan dibagikan (Atmaja, 2003). Penelitian yang dilakukan oleh Boss dan Vandermark pada tahun 2002 yang menghitung nilai opsi *call* Eropa dengan asumsi Black-Scholes dan membandingkannya dengan hasil numerik. Namun penelitian tersebut, opsi *call* diasumsikan tidak membayarkan dividen dan menunjukkan kesalahan (*error*) sampai 9.4%.

Karena sebagian opsi saham yang diperjualbelikan pada kenyataannya membayarkan dividen, maka penting diteliti pengaruh dividen terhadap harga saham. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan menghitung nilai opsi Eropa dengan pembayaran dividen melalui model Black-Scholes dan membandingkan nilai batas atas dan batas bawah yang akurat dengan pembayaran dividen.

KAJIAN PUSTAKA

Opsi

Sejarah mengenai penentuan harga opsi dimulai pada tahun 1900 ketika Louis Bachelier memodelkan pergerakan harga aset sebagai gerak Brown dengan $\mu = 0$. Pada tahun 1973, Fischer Black dan Myron Scholes mempublikasikan “*The Pricing of Option and Corporate Liabilities*”, suatu paper yang mengubah secara cepat teori dari perhitungan harga opsi (Matos *et al.*, 2009).

Opsi adalah suatu kontrak antara dua pihak dimana pemegang opsi memiliki hak untuk membeli atau menjual suatu aset tertentu, pada atau sebelum waktu yang telah ditentukan. Menurut jenisnya opsi terbagi menjadi dua, yaitu opsi *call* dan opsi *put* (Hull, 2006). Nilai opsi adalah besarnya biaya yang dikeluarkan oleh seorang investor untuk mendapatkan kontrak opsi dan pembayarannya dilakukan pada saat kontrak dibuat. Opsi saham adalah salah satu jenis kontrak opsi yang menggunakan saham sebagai aset yang mendasari atau disebut juga *underlying assets* (Wilmott *et al.*, 1996).

Opsi Call Eropa

Opsi *Call* merupakan hak untuk membeli aset tertentu pada harga yang telah ditentukan lebih awal selama periode tertentu. Pembeli *call* disebut *taker*, memiliki hak untuk membeli aset tersebut, sedangkan penjual *call* disebut *writer* atau *initiator*, berkewajiban menjual asetnya. Pembeli *call* berharap bahwa aset yang mendasarinya akan mengalami kenaikan sebelum *option* itu habis masa berlakunya. Jika harga aset dasarnya lebih rendah dari harga *exercise price*-nya, akan lebih menguntungkan bagi pemilik hak untuk membeli aset dasarnya di pasar daripada melakukan *exercise* opsi tersebut. Sebaliknya, jika harga dari aset dasarnya lebih tinggi dari *exercise price*, nilai *call* tersebut akan positif sehingga nilai *call* akan lebih menguntungkan jika dilakukan *exercise* (Hull, 2006).

Opsi *call* Eropa memberikan hak bagi *holder* untuk membeli suatu saham hanya pada saat *exercise*. Berdasarkan pengertian dari opsi *call*, harga opsi *call* Eropa merupakan pengurangan antara harga saham dengan harga *strike*. Bentuk persamaan matematis menurut *payoff* dari opsi *call* Eropa pada saat *exercise date* dapat dinyatakan dengan persamaan (2.1) (Higham, 2008).

$$C = \text{Maks} \{S(T) - K, 0\} \quad (2.1)$$

Misalkan $S(T)$ merupakan harga saham pada saat jatuh tempo T dan K merupakan *strike price*. Berdasarkan fungsi *payoff* tersebut maka pada opsi *call* Eropa, *holder* akan sangat mengharapkan harga saham akan semakin naik pada saat *exercise date*. Hal ini dikarenakan semakin naik harga saham pada saat *exercise date*

maka semakin tinggi keuntungan yang diperoleh *holder*.

Dividen

Dividen merupakan pembagian keuntungan yang diberikan perusahaan dan berasal dari keuntungan yang dihasilkan perusahaan. Dividen diberikan setelah mendapat persetujuan dari pemegang saham dalam RUPS. Jika seorang pemodal ingin mendapatkan dividen, maka pemodal tersebut harus memegang saham tersebut dalam kurun waktu yang relatif lama yaitu hingga kepemilikan saham tersebut berada dalam periode dimana diakui sebagai pemegang saham yang berhak mendapatkan dividen. Dividen yang dibagikan perusahaan dapat berupa dividen tunai artinya kepada setiap pemegang saham diberikan dividen berupa uang tunai dalam jumlah rupiah tertentu untuk setiap saham atau dapat pula berupa dividen saham yang berarti kepada setiap pemegang saham diberikan dividen sejumlah saham sehingga jumlah saham yang dimiliki seorang pemodal akan bertambah dengan adanya pembagian dividen saham tersebut (Fakhrudin, 2008).

Proses Ito

Proses Ito adalah proses Wiener umum dimana a dan b menyatakan suatu fungsi dari peubah acak X dan waktu t (Hull, 2006). Proses Ito dapat dinyatakan $dX(t) = a(X(t), t)dt + b(X(t), t)dW(t)$

Lemma Ito

Misalkan proses $X(t)$ memenuhi persamaan (2.4) dan fungsi $Y(t) = f(X(t), t)$ adalah kontinu serta turunan $f_t(X(t), t), f_x(X(t), t), f_{xx}(X(t), t)$

kontinu, maka $Y(t) = f(X(t), t)$ memenuhi persamaan berikut

$$dY(t) = f_t(X(t), t)dt + f_x(X(t), t)dX(t) + \frac{1}{2}f_{xx}(X(t), t)(dX(t))^2$$

dengan

$$f_t = \frac{\partial f}{\partial t}, f_x = \frac{\partial f}{\partial X}, f_{xx} = \frac{\partial^2 f}{\partial X^2}$$

dan $(dt)^2 = dW(t)dt = dt dW(t) = 0, (dW(t))^2 = dt$ (Hull, 2006).

Metode Simpson

Metode Simpson merupakan pendekatan numerik yang digunakan untuk menghitung integral suatu fungsi. Secara matematis integral dinyatakan dengan persamaan.

$$L = \int_a^b f(x) dx$$

dengan $x_1 = a$, dan $x_2 = b$, luas integral dihitung dengan menggunakan rumus:

$$L = \frac{h}{3} (f(x_1) + 4f(x_2) + 2f(x_3) + \dots + 2f(x_{2n-1}) + 4f(x_{2n}) + f(x_{2n+1}))$$

dalam hal ini $h = \frac{b-a}{2n}$ mengakibatkan n genap dengan $x_1 = a$ dan $x_2 = x_{2n+1}$ (Irawan, 2012).

METODE

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pembagian dividen terhadap harga saham dan menentukan nilai opsi *call* Eropa dengan pembayaran dividen pada waktu yang telah ditentukan.

Model pergerakan harga saham untuk opsi *call* Eropa dengan pembayaran dividen menggunakan model Black-Scholes. Model Black-Scholes harga opsi *call* Eropa dengan pembayaran dividen secara kontinu dan model Black-Scholes

harga opsi *call* Eropa dengan pembayaran dividen secara diskrit.

Pergerakan harga saham diasumsikan mengikuti gerak Brown geometrik sehingga perubahan harga saham tersebut direpresentasikan untuk opsi *call* Eropa. Variabel yang digunakan, yaitu:

- S_t : harga saham terhadap waktu t
- μ : harapan tingkat pendapatan (*expected return*)
- σ : volatilitas dari harga saham
- dt : periode waktu
- dW_t : peubah acak dengan *drift rate* 0 dan *variance rate* 1, dimana W_t proses stokastik yang mengikuti gerak Brown.

Pergerakan harga saham diasumsikan mengikuti gerak Brown geometrik sehingga perubahan harga saham tersebut direpresentasikan untuk opsi *call* Eropa, dapat dimodelkan pada persamaan:

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t \quad (1)$$

dengan:

- S_t : harga saham terhadap waktu t
- μ : harapan tingkat pendapatan (*expected return*)
- σ : volatilitas dari harga saham
- dt : periode waktu
- dW_t : peubah acak dengan *drift rate* 0 dan *variance rate* 1, dimana W_t proses stokastik yang mengikuti gerak Brown.

Pemodelan Harga Opsi Call Eropa dengan Pembayaran Dividen

Ada dua hal penting yang harus diperhatikan untuk memodelkan harga saham yang membayarkan dividen. Pertama, kapan dan jumlah frekuensi pembayaran dividen dan kedua, seberapa besar dividen yang dibayarkan. Pada beberapa kasus, perusahaan biasanya

memberikan dividen kepada para pemegang sahamnya dengan jumlah dan frekuensi pemberian yang cukup bervariasi. Sehingga karakteristik atau tipe pembayaran dividen berdasarkan frekuensi pemberiannya dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. Secara kontinu, pembayaran yang dilakukan terus menerus selama masa periode yang telah ditentukan.
2. Secara diskrit, pembayaran yang dilakukan pada waktu yang telah ditentukan dalam prakteknya dibayarkan sekali.

Pada penelitian ini, akan digunakan tipe yang kedua yaitu pembayaran dividen secara diskrit. Misalkan D sebagai dividen, harga saham sesaat sebelum dibagikan dividen (S_-), dan harga saham sesaat setelah dibagikan dividen (S_+). Harga saham sesaat setelah pembagian dividen itu tidak mungkin lebih tinggi dari harga saham sesaat sebelum pembagian dividen. Hal ini bisa dibuktikan dengan kontradiksi dengan mengandaikan harga saham sesaat setelah pembagian dividen lebih tinggi dari pada harga saham sesaat sebelum pembagian dividen. Sehingga menghasilkan *arbitrage* (keuntungan tanpa resiko), akibatnya dengan strategi ini permintaan saham akan naik, maka S_- tersebut akan naik. Agar tidak terjadi *arbitrage*, maka haruslah $S_+ < S_-$. Misalkan t_- menyatakan waktu sesaat sebelum dibagikan dividen, t menyatakan waktu pada saat dibagikan dividen, t_+ menyatakan waktu sesaat setelah dibagikan dividen, dan $S^* = S_- - D$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Black-Scholes Harga Opsi Call Eropa dengan Pembayaran Dividen Secara Kontinu

Setelah pembayaran dividen, harga saham turun atau lebih rendah dibanding harga saham sebelum pembayaran dividen. Dinamika harga saham diasumsikan mengikuti proses Brown geometrik:

$$dS_t = (\mu - D)S_t dt + \sigma S_t dW_t \quad (2)$$

artinya, pemegang saham menerima dividen sebesar DS_t , dengan μ merupakan harapan tingkat pendapatan investor (*expected return*), σ merupakan volatilitas dari harga saham, dan S_t merupakan harga saham terhadap waktu t .

Persamaan diferensial parsial Black-Scholes dengan pembayaran dividen secara kontinu, yaitu:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + (r - D)S \frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0 \quad (3)$$

Harga opsi *call* Eropa dengan pembayaran dividen secara kontinu, yaitu:

$$V = SN(d_1) - Ke^{-r\theta} N(d_2) \quad (4)$$

dengan $\theta = T - t$ yang merupakan *time to maturity*.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + (r - D + \frac{\sigma^2}{2})\theta}{\sigma\sqrt{\theta}}, d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{\theta} \quad (5)$$

Model Black-Scholes Harga Opsi Call Eropa dengan Pembayaran Dividen Secara Diskrit

Dinamika harga saham diasumsikan mengikuti proses Brown geometrik, dapat dimodelkan sesuai persamaan (1). Penurunan persamaan diferensial parsial Black-Scholes mengikuti serangkaian proses. Selanjutnya dari persamaan (1) dapat digunakan Lema Ito untuk suatu fungsi $V(t, S)$, yaitu nilai opsi dengan harga saham S pada waktu t , maka diperoleh:

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial t} + \mu S \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right) dt + \sigma S \frac{\partial V}{\partial S} dW_t. \quad (6)$$

Untuk menghilangkan pengaruh proses Wiener dibuat suatu portofolio yang diinvestasikan pada saham dan derivatif. Strategi yang diambil adalah membeli suatu opsi dan menjual $\frac{\partial V}{\partial S}$ saham. Misalkan π adalah nilai hasil dari portofolio yang didefinisikan

$$\pi = V - \frac{\partial V}{\partial S} S. \quad (7)$$

Perubahan yang terjadi pada portofolio di selang waktu dt didefinisikan sebagai

$$d\pi = dV - \frac{\partial V}{\partial S} dS \quad (8)$$

dengan menyubstitusikan persamaan (1) dan (6) ke dalam persamaan (8) maka dihasilkan persamaan 9.

$$d\pi = \left(\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right) dt. \quad (9)$$

Misalkan dividen pada *underlying asset* didistribusikan pada waktu $t = \tau$. Nilai opsi *call* Eropa setelah pembagian dividen dengan S_+ merupakan harga saham sesaat setelah dibagikan dividen dan harga eksekusi K adalah

$$V(S_+, \tau) = S_+ N(d + \sigma\sqrt{T - \tau}) - Ke^{-r(T - \tau)} N(d) \quad (10)$$

dengan

$$= \frac{(\ln S_+ - \ln K) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T - \tau)}{\sigma\sqrt{T - \tau}}$$

Selanjutnya dengan menggunakan *backward*, nilai lompatan *underlying asset* dari S_+ ke $S_- = S_+ + D$, dimana S_- adalah nilai dari aset yang mendasari sebelum pembagian dividen. Maka harga *underlying asset* sebelum distribusi pembagian dividen pada waktu $t = \tau$ adalah

$$V(S_-, \tau) = (S_- - D)N\left(\bar{d} + \sigma\sqrt{T - \tau}\right) - Ke^{-r(T-\tau)}N(\bar{d}), \text{ jika } S_- > D$$

dan

$$V(S_-, \tau) = 0, \text{ jika } S_- \leq D$$

dengan

$$= \frac{\bar{d} \ln(S_- - D) - \ln K + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T - \tau)}{\sigma\sqrt{T - \tau}}$$

Kondisi final opsi *call* dapat dinyatakan dengan persamaan (12):

$$= \max\{S_- - K, 0\}. \quad V(S_-, T) \quad (12)$$

Oleh karena itu, syarat batas $V(S_-, T) = \max\{S_- - K, 0\} = f(y)$. Sedangkan nilai opsi *call* Eropa sebagai fungsi dari harga sebenarnya ($t = 0$), berarti nilai waktu nol dari opsi Eropa yang membayar dividen pada saat $t = \tau$, yaitu:

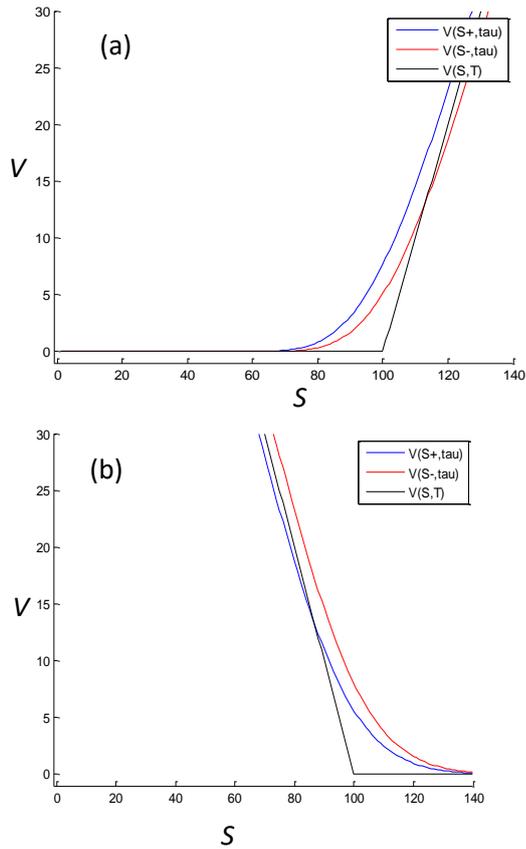
$$= \frac{e^{-rT}}{\sigma\sqrt{2\pi\tau}} \int_{-\infty}^{\infty} V(S_-(y), \tau) \exp\left[-\frac{(x-y)^2}{2\sigma^2\tau}\right] dy.$$

Pada penelitian ini, diberikan suatu contoh menghitung harga opsi Eropa terhadap harga saham mula-mula (S), dimana harga opsi Eropa tersebut dihitung

d menggunakan rumus yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Harga opsi Eropa yang dibahas pada bab ini, baik untuk opsi *call* maupun opsi *put* dihitung dengan pembayaran dividen secara diskrit. Harga opsi Eropa ini diperoleh dengan menggunakan rumus Black-Scholes yang terdapat pada bab 3. Parameter yang digunakan, yaitu harapan tingkat pendapatan investor (*expected return*) $\sigma = 0.2$, tingkat suku bunga $r = 0.03$, harga *strike* $K = 100$, waktu jatuh tempo opsi $T = 1$, dividen $D = 5$, waktu jatuh tempo pembayaran dividen $\tau = 0.3, 0.5, \text{ dan } 0.8$. Perhitungan dalam penelitian ini menggunakan *software* MATLAB.

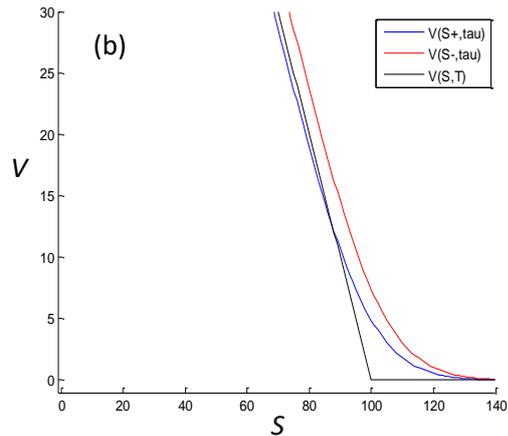
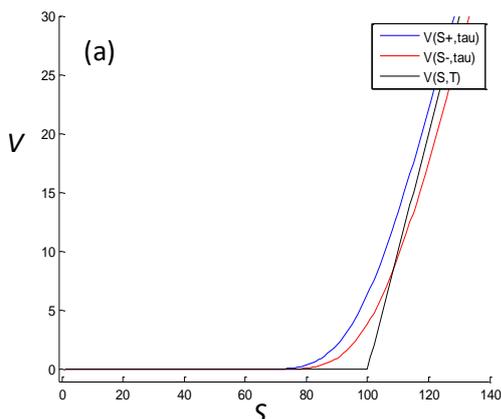
Harga Opsi Eropa dengan Pembayaran Dividen

Pertama-tama akan diberikan beberapa grafik dari harga opsi Eropa dengan pembagian dividen. Harga opsi Eropa baik untuk opsi *call* maupun opsi *put*, setelah pembagian dividen dan sebelum pembagian dividen dibandingkan dengan Harga Opsi Eropa pada saat waktu jatuh tempo opsi T . Harga opsi *call* Eropa setelah pembagian dividen dengan S_+ merupakan harga saham sesaat setelah dibagikan dividen menggunakan persamaan (10), sedangkan harga opsi *call* Eropa sebelum pembagian dividen dengan S_- merupakan harga saham sesaat sebelum dibagikan dividen menggunakan persamaan (12). Grafik nilai opsi *call* Eropa dan opsi *put* Eropa $V(S_+, \tau), V(S_-, \tau), \text{ dan } V(S, T)$ akan digambarkan pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3



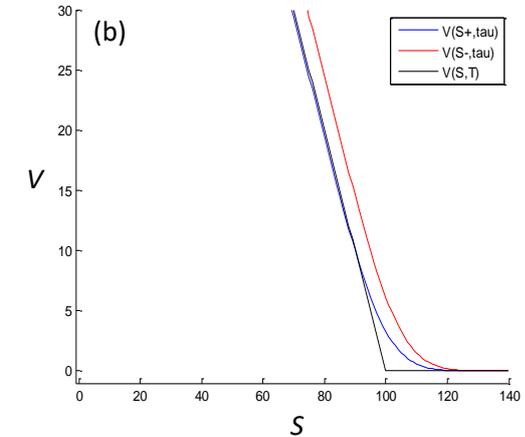
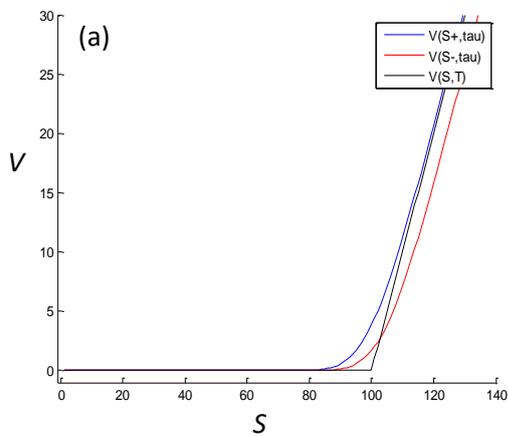
Gambar 1: Grafik Nilai Opsi *Call* (a) dan Nilai Opsi *put* (b) dengan $\tau = 0.3$.

Pada Gambar 1, kurva warna biru merupakan nilai opsi Eropa sesaat setelah pembagian dividen, $V(S_+, \tau)$ dengan kurva warna merah merupakan nilai opsi Eropa sesaat sebelum pembagian dividen, dan $V(S, T)$ dengan kurva warna hitam merupakan *payoff* opsi Eropa dengan *strike price* (K) = 100. Sumbu x merupakan harga saham (S) dan sumbu y merupakan nilai opsi Eropa (V).



Gambar 2: Grafik Nilai Opsi *Call* (a) dan Nilai Opsi *put* (b) dengan $\tau = 0.5$.

Jika dibandingkan dengan Gambar 1, pada Gambar 2 terlihat bahwa nilai opsi Eropa untuk $V(S_+, \tau)$ dan $V(S_-, \tau)$ menurun, hal ini dikarenakan adanya perubahan waktu jatuh tempo pembagian dividen (τ) dari 0.3 menjadi 0.5.



Gambar 3: Grafik Nilai Opsi *Call* (a) dan Nilai Opsi *put* (b) dengan $\tau = 0.8$.

Untuk memperjelas menurunnya nilai opsi Eropa diperlihatkan Gambar 3. Gambar 3 (a) merupakan grafik nilai opsi *call* Eropa untuk $V(S_+, \tau)$, $V(S_-, \tau)$, dan $V(S, T)$ dengan waktu jatuh tempo pembagian dividen (τ) sebesar 0.8. Gambar 3 (b) merupakan grafik nilai opsi *put* Eropa untuk $V(S_+, \tau)$, $V(S_-, \tau)$, dan $V(S, T)$ dengan waktu jatuh tempo pembagian dividen (τ) sebesar 0.8. Jika dibandingkan dengan Gambar 1 dan Gambar 2, pada Gambar 3 terlihat bahwa nilai opsi Eropa untuk $V(S_+, \tau)$ dan $V(S_-, \tau)$ semakin menurun, hal ini dikarenakan adanya perubahan waktu jatuh tempo pembagian dividen (τ) dari 0.3 menjadi 0.8.

KESIMPULAN

Penentuan harga opsi yang bersifat stokastik menjadi masalah yang dapat diselesaikan dengan metode matematika dan beberapa metode itu adalah metode binomial dan metode Black-Scholes. Semakin besar partisi waktu n pada metode binomial maka nilai opsinya akan konvergen ke nilai opsi metode Black-Scholes.

DAFTAR PUSTAKA

- Hull, J.C, (2012), *Options, Futures, and Other Derivatives (Eighth Edition)*. Pearson, England.
- Higham, D. J. (2002). Nine ways to implement the binomial method for option valuation in MATLAB. *SIAM review*, 44(4), 661-677.
- MacBeth, J. D., & Merville, L. J. (1979). An Empirical Examination of the Black-Scholes Call Option Pricing Model. *The Journal of Finance*, 34(5), 1173-1186.

Seydel, R. (2002), *Tools for Computational Finance*. Springer-Verlag, Berlin.

Sidarto, K.A, (2009), *Model Binomial untuk Penentuan Harga Opsi Eropa dan Amerika*. KK Matematika Industri dan Keuangan, FMIPA-ITB