

## PERHITUNGAN HARGA OPSI *CALL POWER* ASIA DENGAN *PAYOFF* NONLINIER PADA SAHAM INTEL CORPORATION

EKI ANGGARA, RIRI LESTARI, AHMAD IQBAL BAQI

*Program Studi Matematika,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,  
Kampus UNAND Limau Manis Padang, Indonesia,  
email : ekianggara24@gmail.com*

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara menentukan harga dari suatu opsi *call power* asia dengan payoff nonlinier. Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder pada perusahaan Intel Corporation. Hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa opsi *call power* asia dengan *payoff* nonlinier dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain harga saham awal periode, waktu jatuh tempo, harga pelaksanaan, tingkat suku bunga bebas resiko, volatilitas dan parameter power  $\alpha$ .

*Kata Kunci:* Opsi Call Asia, Opsi Call power Asia, Model Black Scholes, *Payoff* Nonlinier

### 1. Pendahuluan

Secara umum terdapat dua jenis opsi yakni opsi *call*, yaitu si pemegang opsi memiliki hak untuk membeli aset dengan harga tertentu pada waktu tertentu, serta opsi *put* yang memberikan hak kepada si pemegang opsi untuk menjual suatu aset dengan harga tertentu pada waktu yang juga telah ditentukan. Selain itu, opsi juga dibagi menjadi dua jenis berdasarkan waktu jatuh temponya, yakni Opsi Eropa dan Opsi Amerika. Kedua jenis opsi ini disebut juga *Vanilla Options*. Selain *Vanilla Options*, terdapat juga jenis opsi lain yang disebut *Exotic Options*. Salah satu jenisnya yang terkenal adalah *path-dependent options*, yang *payoff*-nya bergantung pada pergerakan nilai asetnya (biasanya saham) pada suatu selang periode waktu tertentu. *Path-dependent options* ini juga ada beberapa jenis, salah satunya adalah *Asian Options* (Opsi Asia) [2].

### 2. Opsi Call Asia

Opsi Asia adalah suatu jenis dari *path-dependent options* dimana payoffnya disaat akhir bergantung pada sebuah bentuk rata-rata harga aset yang dihitung pada sebagian atau seluruh masa hidup opsi tersebut. Pada penelitian Opsi *call* Asia ini, nilai  $S(t)$  yang digunakan adalah nilai  $S(t)$  yang diperoleh dengan menggunakan rata-rata geometrik dimana

$$\begin{aligned} S(t)_{geo} &= \sqrt[n]{\prod_{t=1}^n S_t} \\ &= \sqrt[n]{S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \cdots S_n}. \end{aligned} \quad (2.1)$$

Misalkan  $\alpha$  suatu parameter *power*, maka persamaan (2.1) dapat dinyatakan dalam bentuk

$$S(t)_{geo} = S^\alpha(t) \quad (2.2)$$

dan *payoff* untuk opsi *call* Asia ini adalah

$$\begin{aligned} \text{payoff} &= \max(S^\alpha(t) - K, 0) \\ &= (S^\alpha(t) - K)^+. \end{aligned}$$

### 3. Opsi Call Power Asia dengan Payoff Nonlinier

#### 3.1. Penentuan Rumusan Opsi Call Power Asia dengan Payoff Nonlinier

Menurut [1], pertama-tama misalkan  $C(s, t, K, \sigma, r)$  merupakan harga opsi Black Scholes. Nilai opsi *call* pada waktu jatuh tempo dapat dituliskan dengan

$$\text{Nilai opsi call} = e^{rt}C(s, t, K, \sigma, r). \quad (3.1)$$

Nilai opsi *call* pada waktu jatuh tempo adalah sama dengan *payoff* dari opsi *call* tersebut sehingga

$$e^{rt}C(s, t, K, \sigma, r) = E[(S(t) - K)^+]. \quad (3.2)$$

Misalkan  $X$  merupakan variabel acak normal dengan mean  $(r - \sigma^2/2)t$  dan variansi  $\sigma^2t$ . Karena  $e^X$  berdistribusi lognormal dan  $S(t)/s$  berdistribusi lognormal maka  $e^X$  mempunyai sebaran yang sama dengan  $S(t)/s$  sehingga pada persamaan (3.2) dapat ditulis menjadi

$$e^{rt}C(s, t, K, \sigma, r) = E[(se^x - K)^+]. \quad (3.3)$$

Misalkan  $\alpha$  adalah parameter *power* dan didefinisikan

$$r_\alpha - \sigma_\alpha^2/2 = \alpha(r - \sigma^2/2),$$

dan  $\sigma_\alpha^2 = \alpha^2\sigma^2$  dengan  $r_\alpha$  dan  $\sigma_\alpha^2$  berturut-turut adalah suku bunga dan variansi yang dipengaruhi oleh parameter *power*  $\alpha$ . Nilai opsi *call* pada waktu jatuh tempo yang dipengaruhi oleh parameter  $\alpha$  dapat dituliskan dengan

$$\text{Nilai opsi call} = e^{r_\alpha t}C(s^\alpha, t, K, \sigma_\alpha, r_\alpha). \quad (3.4)$$

Berdasarkan persamaan (3.2) dan (3.4) maka

$$e^{r_\alpha t}C(s^\alpha, t, K, \sigma_\alpha, r_\alpha) = E[(S^\alpha(t) - K)^+]. \quad (3.5)$$

Karena  $(S(t)/s)^\alpha = S^\alpha(t)/s^\alpha$  mempunyai sebaran yang sama dengan  $e^{\alpha X}$  maka

$$E[(S^\alpha(t) - K)^+] = E[(s^\alpha e^{\alpha X} - K)^+]. \quad (3.6)$$

Karena  $\alpha X$  adalah variabel acak normal dengan mean  $\alpha(r - \sigma^2/2)t$  dan variansi  $\alpha^2\sigma^2t$  dan dengan mengacu pada persamaan (3.5) serta persamaan (3.6) maka nilai opsi *call* pada waktu jatuh tempo yang telah dipengaruhi oleh parameter *power*  $\alpha$  dapat ditulis

$$e^{r_\alpha t}C(s^\alpha, t, K, \sigma_\alpha, r_\alpha) = E[(s^\alpha e^{\alpha X} - K)^+]. \quad (3.7)$$

Dengan menggunakan persamaan (3.5) dan (3.7) maka harga opsi *call power* dapat ditentukan dengan

$$\begin{aligned} e^{-rt} E[(S^\alpha(t) - K)^+] &= e^{-rt} e^{r_\alpha t} C(s^\alpha, t, K, \alpha\sigma, r_\alpha) \\ &= \exp\{(\alpha(r - \sigma^2/2) + \alpha^2\sigma^2/2 - r)t\} C(s^\alpha, t, K, \alpha\sigma, r_\alpha) \end{aligned} \quad (3.8)$$

Dengan mengeluarkan faktor  $(\alpha - 1)$  maka persamaan (3.8) dapat ditulis menjadi

$$e^{-rt} E[(S^\alpha(t) - K)^+] = \exp\{(\alpha - 1)(r + \alpha\sigma^2/2)t\} C(s^\alpha, t, K, \alpha\sigma, r_\alpha).$$

Jadi diperoleh bahwa harga opsi *call power* Asia dengan *payoff* nonlinier adalah

$$C_\alpha(s, t, K, \sigma, r) = \exp\{(\alpha - 1)(r + \alpha\sigma^2/2)t\} C(s^\alpha, t, K, \alpha\sigma, r_\alpha) \quad (3.9)$$

dengan  $r_\alpha = \alpha(r - \sigma^2/2) + \alpha^2\sigma^2/2$ . [1]

### 3.2. Penerapan Penentuan Harga Opsi Call Power Asia dengan Payoff Nonlinier

Penelitian ini mengambil data harga penutupan saham harian Intel Corporation di internet [3]. Diketahui bahwa harga saham awal  $s$  pada tanggal 28 Juni 2013 sebesar 24,23 Dollar. Tingkat suku bunga bebas resiko yang sedang berlaku di Amerika saat itu sebesar 0,0025. Harga opsi yang akan ditentukan adalah harga opsi pada tanggal 28 Juni 2013. Jadi waktu hidup opsi selama 183 hari sampai jatuh tempo opsi pada 27 Desember 2013 (terdapat 365 hari dalam satu tahun di 2013 sehingga  $t = 183/365 = 0,5$ ). Kemudian dilakukan penghitungan untuk mencari nilai volatilitas  $\sigma$  yang diambil dari data 1 tahun yaitu periode 28 Juni 2012 sampai 28 Juli 2013. Sebagaimana yang telah dipaparkan sebelumnya tentang langkah-langkah untuk mencari nilai volatilitas, sehingga diperoleh nilai volatilitasnya adalah 0,2259. Kemudian akan dicari nilai opsi *call power* asia dengan *payoff* nonlinier dengan menggunakan parameter *power* yaitu  $C_\alpha$  dimana dimisalkan  $\alpha > 1$  yaitu dengan memisalkan nilai  $\alpha = 1,1$  dan  $\alpha = 1,4$ . Pertama dicari  $C_\alpha$  dengan  $\alpha = 1,1$ . Variabel lain yang juga diketahui yaitu  $r = 0,0025$ ;  $t = 0,5$ ;  $K = 22$  dan  $\sigma = 0,2259$ . Diperoleh harga opsi *call power* asianya adalah 11,419. Harga opsi pada tanggal 28 Juni 2013 dengan  $K = 22$  adalah 1,68. Maka selisih antara harga opsi dipasar saham dengan opsi *call power* asia adalah

$$\begin{aligned} \text{Error} &= |11,419 - 1,68| \\ &= 9,739 \end{aligned}$$

Hasil lengkap yang diperoleh dengan menggunakan program MATLAB dapat dilihat pada Tabel 1. Pada tabel ini juga dapat dilihat nilai *Mean Absolute Deviation*. MAD ditentukan dengan rumusan

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \text{ untuk } e_i = \text{error ke } -i.$$

dalam hal ini  $n$  adalah banyaknya nilai  $K$ .

Dari data pada Tabel 1, diperoleh error atau MAD-nya relatif besar. Kemudian untuk  $\alpha = 1,4$  diperoleh MAD-nya = 62,886. Dari dua hasil di atas dapat disimpulkan bahwa MAD yang diperoleh untuk  $\alpha = 1,1$  cukup besar. Apalagi untuk

Tabel 1. Error opsi call power asia dengan payoff nonlinier dimana  $\alpha = 1,1$  terhadap opsi call di pasar, dengan MAD untuk  $\alpha = 1,1$  adalah 8,9616

$\alpha$	$K$	$C_\alpha$	Opsi call dipasar	Error
1,1	22	11,419	1,68	9,739
	22,5	10,926	1,17	9,756
	23	10,435	0,76	9,675
	23,5	9,9479	0,36	9,5879
	24	9,4644	0,15	9,3144
	24,5	8,9857	0,05	8,9357
	25	8,5125	0,02	8,4925
	25,5	8,0461	0,02	8,0261
	26,5	7,1376	0,01	7,1276

Tabel 2. Error opsi call power asia dengan payoff nonlinier dimana  $\alpha = 0,96$  terhadap opsi call di pasar dengan MAD untuk  $\alpha = 0,96$  adalah 0,269646

$\alpha$	$K$	$C_\alpha$	Opsi call dipasar	Error
0,96	22	1,0212	1,68	0,6588
	22,5	0,83928	1,17	0,33072
	23	0,68378	0,76	0,07622
	23,5	0,55237	0,36	0,19237
	24	0,44252	0,15	0,29252
	24,5	0,35168	0,05	0,30168
	25	0,27732	0,02	0,25732
	25,5	0,21705	0,02	0,19705
	26,5	0,13013	0,01	0,12013

$\alpha = 1,4$  dimana MAD-nya semakin besar. Bila harga opsi yang diperoleh melebihi harga saham pada saat pembelian opsi maka tidak akan ada yang membeli opsi. Jelas ini tidak mungkin terjadi. Jadi pada model ini, harga opsi call power asia untuk  $\alpha > 1$  tidak bisa digunakan. Selanjutnya akan ditentukan harga opsi call power asia untuk  $\alpha < 1$  yaitu  $\alpha = 0,5$  ;  $\alpha = 0,7$  ;  $\alpha = 0,8$  dan  $\alpha = 0,9$ . Sehingga diperoleh nilai MAD yang masih relatif besar namun errornya semakin kecil pada saat  $\alpha = 0,9$ . Maka dari itu, akan diambil  $\alpha = 0,92$  ;  $\alpha = 0,94$  ;  $\alpha = 0,96$  dan  $\alpha = 0,98$ . Dan diperoleh hasil MAD dari masing-masing  $\alpha$  yaitu 0,389288 untuk  $\alpha = 0,92$ ; 0,312102 untuk  $\alpha = 0,94$ ; 0,269646 untuk  $\alpha = 0,96$  dan 0,52085 untuk  $\alpha = 0,98$ .

Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa  $\alpha = 0,96$  merupakan nilai  $\alpha$  yang bisa kita gunakan untuk kasus ini karena Mean Absolute Deviation-nya yang relatif kecil. MAD yang relatif kecil berarti opsi call power Asia-nya mendekati nilai opsi call dipasar. Pada Tabel 2 diberikan harga opsi call power asia untuk  $\alpha = 0,96$ .

#### 4. Kesimpulan

Harga opsi *call power* asia dengan *payoff* nonlinier dapat ditulis dengan rumus

$$C_{\alpha}(s, t, K, \sigma, r) = \exp\{(\alpha - 1)(r + \alpha\sigma^2/2)t\} C(s^{\alpha}, t, K, \alpha\sigma, r_{\alpha})$$

dimana  $r_{\alpha} = \alpha(r - \sigma^2/2) + \alpha^2\sigma^2/2$ , dengan komponen-komponen

$C_{\alpha}(s, t, K, \sigma, r)$  : harga opsi call power

$C(s^{\alpha}, t, K, \alpha\sigma, r_{\alpha})$  : harga opsi call model Black Scholes

$s$  : harga saham awal

$t$  : waktu jatuh tempo

$K$  : harga pelaksanaan

$r$  : tingkat suku bunga bebas resiko

$\sigma$  : volatilitas.

dan harga opsi *call* model Black Scholes  $C(s^{\alpha}, t, K, \alpha\sigma, r_{\alpha})$  dapat ditentukan dengan

$$C(s^{\alpha}, t, K, \alpha\sigma, r_{\alpha}) = s^{\alpha}N(d1) - Ke^{-r_{\alpha}t}N(d2)$$

dimana

$$d1 = \frac{\ln(s^{\alpha}/K) + r_{\alpha}t + \alpha^2\sigma^2t/2}{\alpha\sigma\sqrt{t}},$$

$$d2 = \frac{\ln(s^{\alpha}/K) + r_{\alpha}t - \alpha^2\sigma^2t/2}{\alpha\sigma\sqrt{t}}.$$

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Efendi, Ibu Hazmira Yozza, Ibu Radhiatul Husna serta Ibu Maiyastri yang telah memberikan masukan dan saran sehingga paper ini dapat diselesaikan dengan baik.

#### Daftar Pustaka

- [1] Ross, S.M. 2003. *An Elementary Introduction to Mathematical Finance*. Second Edition. Cambridge University Press, New York.
- [2] Anonim. 2013. *Opsi*. [memebali.blogspot.co.id/2013/06/opsi.html](http://memebali.blogspot.co.id/2013/06/opsi.html), 26 September 2016.
- [3] <http://finance.yahoo.com/quote/INTC/history?p=INTC>. 26 September 2016