ISSN 1907-6452

Centre

Civil & Electrical Engineering Journal

Perancangan Mesin Polyflex Tag Cutting Two Hands Switch Internal Control Unit pada PT. Varta Microbattery Indonesia
Ni'matul Ma'muriyah, Wiky

Perancangan dan Pembuatan *Main Boards* (*Checking, Cut-Off, Current Controller, Test Probes*) pada mesin LPDs (*Lithium Pre-Discharge*)
Wahyu Setyo Pambudi, Jhoni

Implementasi Holding dan Sealing Machine untuk Mengurangi Reject (Studi Kasus di PT. Asiaraya Batamindo)
Jimmy, Andik Yulianto

Pengurangan Jumlah Error E20 Pada Mesin Comparative Tester (Studi Kasus: PT. Excelitas Technologies Batam)
Wahyu Setyo Pambudi, Nuuruzzaman As Sidiqi

Penentuan Harga Opsi Call Eropa dan Opsi Put Eropa dengan Metode Simulasi Monte Carlo Menggunakan Software R
Yayuk Setyaning Astutik

Volume 7 | Number 2 | Desember 2012

Centre

Civil & Electrical Engineering Journal
ISSN: 1907-6452
Volume 7, Number 2, December 2012

Editorial Board

Chief Editor	:	Ni'matul Ma'Muriyah, M.Eng
Managing Director	:	Nona Mahditiara A. Sumanang, ST., M.Eng
	:	Ir. Mulia Pamadi, MM., M.Hum
Editor	:	Iman Purwoto, ST., MT (Urban Planning Engineering) Universitas Internasional Batam
	:	Emil Adly, ST., M.Eng (Transportation Engineering) Universitas Internasional Batam
	:	Hendra, ST., MT. (Transportation Engineering) Universitas Internasional Batam
	:	Wahyu Setyo Pambudi, ST. (Electronics Engineering) Universitas Internasional Batam
	:	Ni'matul Ma'muiyah, M.Eng (Telecommunication Engineering) Universitas Internasional Batam
	:	Andik Yulianto, ST., MT. (Control System Engineering) Universitas Internasional Batam
Editor and Administration Office	:	Universitas Internasional Batam Jl. Gajah Mada, Baloi Sei Ladi – Batam, Indonesia Telp: +62-778-7437 111 (Hunting) Fax: +62-778-7437 112 E-mail: centre@uib.edu Website: http://www.uib.edu

CENTRE Journal is a scientific journal publised by Universitas Internasional Batam two times year (June and December). Submission of the article on this journal is addressed to editorial office above. All articles will be subjected to editorial review and no charges for submission.

1907 6454

Centre

Civil & Electrical Engineering Journal
ISSN: 1907-6452
Volume 7, Number 2, Desember 2012

Perancangan Mesin Polyflex Tag Cutting Two Hands Switch Internal Control Unit PT. Varta Microbattery Indonesia 1
Ni'matul Ma'muriyah, Wiky

Perancangan dan Pembuatan Main Boards (Checking, Cut-Off, Current Controller, Test Probes) pada mesin LPDs (Lithium Pre-Discharge) 6
Wahyu Setyo Pambudi, Jhoni

Implementasi Holding dan Sealing Machine untuk Mengurangi Reject (Studi Kasus di PT. Asiaraya Batamindo) 16
Jimmy Martin, Andik Yulianto

Pengurangan Jumlah Error E20 Pada Mesin Comparative Tester (Studi Kasus: PT. Excelitas Technologies Batam) 24
Wahyu Setyo Pambudi, Nuuruzzaman As Sidiqi

Penentuan Harga Opsi Call Eropa dan Opsi Put Eropa dengan Metode Simulasi Monte Carlo Menggunakan Software R 31
Yayuk Setyaning Astutik

Penentuan Harga Opsi Call Eropa dan Opsi Put Eropa dengan Metode Simulasi Monte Carlo Menggunakan *Software* R

Yayuk Setyaning Astutik
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Internasional Batam
Email : yayuk@uib.ac.id , yayuksetyaninga@gmail.com

Abstrak

Perhitungan harga saham dengan metode *Monte Carlo* menggunakan rata-rata untuk menaksir nilai eksaknya, maka diperlukan data *payoff* opsi Eropa. Data *payoff* opsi Eropa tersebut didapatkan dengan melakukan pengambilan sampel secara acak dan menghitung harga saham pada saat T kemudian menghitung rata-ratanya. Dalam *opsi put* Eropa keadaan dimana opsi memberikan kerugian jika opsi segera dieksekusi disebut *out the money*. Sedangkan keadaan dimana opsi yang tidak memberikan keuntungan maupun kerugian disebut *at the money*.

Kata Kunci: *Harga Saham, Opsi , Monte Carlo, Out the Money, At the Money.*

1. Pendahuluan

Opsi (*option*) merupakan surat-surat berharga yang diperdagangkan di *derivative market*. Disebut dengan surat-surat berharga turunan (*derivative*) karena nilainya merupakan turunan dari surat berharga lain yang terkait. Opsi dapat berupa *put* dan *call option*. *Put* (*call*) *option* memberi hak kepada pemegangnya untuk menjual (membeli) sejumlah saham perusahaan lain dalam kurun waktu tertentu dengan harga yang sudah ditetapkan.

Harga opsi merupakan refleksi dari nilai intrinsik opsi dan setiap tambahan jumlah atas nilai intrinsik. Premi atas nilai intrinsik disebut dengan nilai waktu atau premi waktu. Nilai intrinsik opsi adalah nilai ekonomis jika opsi dilaksanakan dengan segera. Jika nilai ekonomis tidak positif merupakan hasil dari pelaksanaan opsi dengan segera, maka nilai intrinsik adalah nol. Premi waktu suatu opsi merupakan jumlah di mana harga opsi melebihi nilai intrinsiknya. Pembeli opsi mengharapkan suatu saat sebelum tanggal kadaluarsa, perubahan harag pasar dari saham yang mendasari akan meningkatkan nilai hak yang melekat pada pemegang.

2. Kerangka Teoritis

2.1. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Harga Opsi

Faktor-faktor yang mempengaruhi harga opsi, yaitu:

1) Harga Saham dan *Strike Price*.
Harga saham mempunyai hubungan yang berbanding lurus terhadap harga *opsi call* dengan kata lain, kenaikan harga saham juga akan menyebabkan nilai *opsi call* semakin naik. Sedangkan dalam kasus *opsi put* harga saham mempunyai hubungan yang terbalik, yang artinya kenaikan harga saham akan memicu turunnya nilai *opsi put*.

Pada kasus *call option*, *strike price* mempunyai hubungan yang terbalik yakni kenaikan *strike price* akan menyebabkan penurunan nilai call optin, sedangkan pada kasus *opsi put*, naiknya *strike price* akan menyebabkan naiknya nilai *opsi put* tersebut.

2) Waktu Kadaluarsa/*Time to Expirate*
Lamanya waktu menjelang kadaluarsa opsi berbanding lurus dengan harga opsi atau dengan kata lain semakin lama waktu kadaluarsanya semakin tinggi nilai opsinya.

3) Volatilitas Saham
Baik pada *opsi call* ataupun *opsi put*, semakin tinggi volatilitas saham yang mendasari semakin tinggi pula nilai opsi (sebagai derivatifnya)

4) Tingkat Suku Bunga Bebas Risiko ***(Risk Free Interest Rate).***
Hubungan tingkat suku bunga bebas risiko terhadap penentuan harga opsi sama halnya dengan hubungan Harga Saham terhadap harga opsi, yakni berbanding lurus terhadap *opsi call* dan berbanding terbalik dengan *opsi put*.

5) Dividen
Berbeda dengan tingkat suku bunga bebas risiko, pengaruh dividen terhadp harga opsi akan berbanding lurus pada *opsi put* dan berbanding terbalik pada *opsi call*.

2.2. Tipe Opsi

Menurut David G.Luenberger (1998), berdasarkan waktu penggunaannya, terdapat dua macam jenis opsi saham, yaitu :

1) Opsi saham tipe Eropa (*Europan Option*) adalah opsi yang dapat digunakan hanya pada tanggal jatuh tempo.

2) Opsi saham tipe Amerika (*American Option*) adalah opsi yang dapat digunakan sebelum atau pada tanggal jatuh tempo.

Sedangkan jika dilihat berdasarkan jenis hak yang diberikan kepada pemegangnya, opsi saham dibedakan menjadi dua, yaitu :

3) Opsi Beli (*Call Option*)
Opsi beli tipe Eropa memberi hak (tetapi bukan kewajiban) kepada pemegangnya untuk membeli *asset* tertentu pada harga tertentu dan waktu yang telah ditentukan.

Harga Opsi Beli :

Misal, S_T adalah harga saham pada saat jatuh tempo, K adalah harga saham yang ditetapkan atau harga pelaksanaan, dan T adalah waktu jatuh tempo. Jika harga saham pada saat jatuh tempo lebih besar daripada harga pelaksanaan atau $S_T > K$, maka besar keuntungan yang diperoleh yaitu $S_T - K$. Sebaliknya, jika $K > S_T$ maka pemegang opsi beli tidak memperoleh keuntungan atau keuntungan yang diperoleh adalah nol. Dengan demikian, harga opsi beli tipe Eropa (C) saat jatuh tempo adalah :

$$C = \begin{cases} S_T - K, & \text{Jika } S_T > K \\ 0 & \text{, Jika } S_T > K \end{cases} \quad (1)$$

Sehingga $C = maks(0, S_T - K)$

dengan C adalah harga opsi jual pada waktu jatuh tempo, K adalah harga pelaksanaan dan S_T adalah harga saham.

4) Opsi Jual (*Put Option*)
Opsi jual tipe Eropa memberikan hak (tetapi bukan kewajiban) kepada pemegangnya untuk menjual asset yang telah ditentukan pada harga tertentu dan pada waktu yang telah ditentukan.

Harga Opsi Jual :

Misal, S_T adalah harag saham pada saat jatuh tempo, K adalah harga saham yang ditetapkan atau harga pelaksanaan, dan T adalah waktu jatuh tempo. Jika harga saham pada saat jatuh tempo lebih kecil daripada harga saham yang telah ditentukan (harga pelaksanaan) atau $S_T < K$, maka keuntungan yang diperoleh sebesar $K - S_T$. Sebaliknya, jika $S_T \geq K$ maka pemegang opsi jual tipe Eropa tidak melakukan haknya sehingga keuntungannya adalah nol. Dengan demikian, harga opsi jual tipe Eropa (P) saat jatuh tempo adalah :

$$P = \begin{cases} K - S_T, & \text{Jika } S_T < K \\ 0 & \text{, Jika } S_T \geq K \end{cases} \quad (2)$$

Sehingga $P = maks(0, K - S_T)$

dengan P adalah harga opsi jual pada waktu jatuh tempo, K adalah harga pelaksanaan dan S_T adalah harga saham.

2.3. Kondisi Harga Opsi Beli dan Opsi Jual

2.3.1. Harga Opsi Beli

5) Pada saat harga saham lebih rendah daripada pelaksanaan $(S_T < K)$, maka opsi beli bernilai nol dan dikatakan dalam keadaam *out of money* (OTM). Dalam keadaan ini pemegang opsi tidak akan menggunakan haknya dan ia akan mengalami kerugian sebesar premi yang telah dibayarkan.
6) Pada saat harga saham sama dengan harga pelaksanaan $(S_T = K)$, maka opsi beli dikatakan salam keadaan *at the money* (ATM), sehingga opsi ini akan bernilai nol. Kerugian yang diderita pemegang opsi beli adalah sebesar premi yang telah dibayarkan kepada penjual opsi.
7) Pada saat harga saham lebih tinggi dari harga pelaksanaan $(S_T > K)$ dan bernilai positif, maka opsi beli dikatakan dalam keadaan *in the money* (ITM). Dalam keadaan ini pemilik opsi akan menggunakan opsinya karena akan memperoleh keuntungan atau dapat meminimalkan kerugian yang disebabkan karena telah membayar premi kepada penjual opsi.

2.3.2. Harga Opsi Jual

8) Pada saat harga saham lebih rendah dari harga pelaksanaan $(S_T < K)$, maka opsi jual akan bernilai positif dan dikatakan dalam keadaan *in the money* (ITM). Dalam keadaan ini, pemegang opsi jual akan menggunakan haknya dan nilai opsi ini yaitu sebesar selisih antara harga pelaksanaan dan harga saham.
9) Pada saat harga saham yang bersangkutan memiliki harga di pasar sama dengan harga pelaksanaan $(S_T = K)$, maka opsi jual dikatakan dalam keadaan *at the money* (ATM), sehingga opsi ini akan bernilai nol dan

pemegang opsi jual akan menanggung kerugian sebesar premi opsi yang telah dibayarkan.

10) Pada saat harga saham lebih tinggi daripada harga pelaksanaan $(S_T > K)$, maka opsi jual dikatakan dalam keadaan *out of the money* (OTM). Dalam keadaan ini pemilik opsi tidak akan menggunakan opsinya karena pemilik dapat menjual saham dengan harga yang lebih tinggi di pasar saham. Kerugian maksimal yang diderita sama dengan harga premi opsi yang telah dibayarkan.

3. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini mengambil kasus yang penyelesaiannya menggunakan simulasi *software* R dengan metode monte carlo. Penelusuran pustaka dilakukan untuk mendukung teori dalam penyelesaian kasus yang ada.

3.1. Proses Wiener

Proses Weiner merupakan konsep stokastik yang menunjukkan pola dari pergerakan harga saham. Proses stokastik banyak dikembangkan ahli Matematika, antara lain oleh Nobert Wiener dan Paul Levy. Oleh karena itu, proses Wiener sering juga disebut sebagai Proses Wiener Levy dan dalam bidang Fisika disebut gerak Brownian. Proses Wiener merupakan proses stokastik $Z_t, -\infty < t < \infty$.

3.2. Harga Aset

Dalam model penetapan harga, opsi saham dipengaruhi oleh dua jenis aset, yaitu aset yang tidak memiliki risiko (*riskless asset*) yang biasa disebut dengan *bond* dan aset yang memiliki risiko (risky asset) atau yang sering disebut *stock*. Aset yang tidak memiliki risiko (*riskless asset*) hanya dipengaruhi oleh tingkat suku bunga yang dinotasikan dengan *r* yang merupakan konstanta non negatif, sehingga harga aset yang bebas risiko didefinisikan sebagai :

$$S_t = \exp(rt), \quad t \geq 0 \tag{3}$$

$$dS_t = S_t\left(r\, d_t + \sigma\, dZ_t\right) \tag{4}$$

Sedangkan untuk aset yang memiliki risiko dimodelkan dengan suatu persamaan diferensial stokastik, yaitu :

$$S_t = S_0 \exp\left(rt - \frac{\sigma^2}{2}t + \sigma Z_t\right) \tag{5}$$

3.3. Algoritma Simulasi Monte Carlo

Algoritma untuk menentukan nilai opsi. Misalkan suatu opsi dengan aset S_t yang menghasilkan *payoff* diwaktu *t*. Dengan asumsi suku bunga konstan, nilai opsi dapat diperoleh dengan langkah-langkah sebagai berikut :

11) Simulasikan harga saham S_t secara acak. Simulasi harga saham dilakukan menggunakan persamaan :

$$S_t = S_0 \exp\left(rt - \frac{\sigma^2}{2}t + \sigma Z_t\right) \tag{6}$$

dengan $Z_t \sim N(0,1)$.

12) Hitung keuntungan opsi.

$$payoff = \begin{cases} \text{Opsi Call} = C = \max(S_T - K, 0) \\ \text{Opsi Put} = P = \max(K, 0 - S_T) \end{cases}$$

13) Diskontokan ekspektasi *payoff* pada suku bunga bebas risiko untuk mendapatkan estimasi harga opsi.
14) Ulangi langkah 1-3 sebanyak N kali yang merupakan proses simulasi monte carlo.
15) Hitung rata-rata N harga opsi hasil simulasi sebagai harga opsi simulasi Monte Carlo.

4. Analisa dan Pembahasan

Sebagai ilustrasi untuk menetukan nilai *call option dari* model simulasi monte carlo, maka diambil kasus dibawah ini.

4.1. Kasus Penerapan Opsi Call

Misalkan terdapat sebuah *opsi call* Eropa dengan asset induk berupa saham. Diketahui harga saham saat ini yaitu $S_0 = \$100$. Opsi tersebut dapat dieksekusi pada harga $K = \$110$. Waktu jatuh tempo adalah 3 bulan. Diketahui pula bahwa tingkat suku bunga bebas risiko saat ini adalah sebesar 6%, dengan *volatilitas* sebesar 15% dan *return* 15%. Dimana simulasi akan dilakukan sebanyak 20000 kali menggunakan *software* R dengan *sintax*-nya sebagai berikut :

***Sintax* Opsi Call Eropa :**

```
> opsicall=function(Snol,K,r,t,vol,N)
+ {
+ Zt=rnorm(N)
+ St=Snol*exp((r-0.5*vol^2)*t+vol*Zt)
+ payoff=0
+ for (i in 1:N)
+ {
+   payoff[i]=max(0,St[i]-K)
+ }
+ dis_payoff=payoff*exp(-r*t)
+ jumlah_payoff=sum(dis_payoff)
+ harga=jumlah_payoff/N
+ cat("harga opsi call = ",harga,"\n")
+ }
> opsicall(100,110,0.06,0.25,0.15,20000)
harga opsi call =  3.163987
```

Berdasarkan *sintax* diatas diperoleh hasil bahwa harga *opsi call* Eropa sebesar : $3.163987. Apabila *opsi call* Eropa dijual dengan harga yang lebih rendah dari $3.163987 perlembar saham, maka investor seharusnya mempertimbangkan untuk membeli *opsi call* Eropa tersebut.

4.2. Kasus Penerarapan Opsi Put

Misalkan terdapat sebuah opsi put Eropa dengan asset induk berupa saham. Diketahui harga saham saat ini yaitu $S_0 = \$100$. Opsi tersebut dapat dieksekusi pada harga $K = \$90$. Waktu jatuh tempo adalah 6 bulan. Dketahui pula bahawa tingkat suku bunga bebas risiko saat ini adalah sebesar 6 %, dengan *volatilitas* sebesar 11% dan *return* 11%. Simulasi ini akan dilakukan sebanyak 20000 kali menggunakan *software* R dengan *sintax*-nya sebagai berikut :

***Sintax* Opsi Put Eropa :**

```
> opsiput=function(Snol,K,r,t,vol,N)
+ {
+ Zt=rnorm(N)
+ St=Snol*exp((r-0.5*vol^2)*t+vol*Zt)
+ payoff=0
+ for (i in 1:N)
+ {
+   payoff[i]=max(0,K-St[i])
+ }
+ dis_payoff=payoff*exp(-r*t)
+ jumlah_payoff=sum(dis_payoff)
+ harga=jumlah_payoff/N
+ cat("harga opsi put = ",harga,"\n")
+ }
> opsiput(100,90,0.06,0.5,0.11,20000)
harga opsi put =  0.4917336
```

Berdasarkan *sintax* diatas diperoleh hasil bahwa harga *opsi put* Eropa sebesar : 0.4917336.

5. Kesimpulan

Pemilihan jenis opsi yang lebih tepat dapat menurunkan biaya investasi. Selain itu, investor sebaiknya menghitung terlebih dahulu harga yang wajar dari opsi untuk memperbesar keuntungan dan memperkecil kerugian. Sebelum mengambil keputusan untuk membeli atau menjual suatu opsi, sebaiknya diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi harga opsi seperti harga saham saat awal, harga pelaksanaan, tingkat bunga bebas risiko, waktu sampai jatuh tempo, dan volatilitas harga saham.

6. Daftar Pustaka

[1] Glasserman, Paul. (2004). *Monte* Carlo Method *in Financial Engineering*. New York : Springer-verlag.

[2] Higham, Desmond J. (2004). *An Introduction to Financial Option Valuation*. UK : Cambridge University Press.

[3] Niwiga, D.B. (2005). *Numerical Method for Valuation of Financial Derivatives*. South Africa : University of Western Cape.

[4] Rubinstein, Reuven Y. (1981). *Simulation and the Monte Carlo Method*. New York : John Wiley & Sons.

[5] Ruey, S.T. (2002). *Analysis of Financial Time Series*. USA : John Willey & Sons.