PENENTUAN NILAI EKSAK DARI HARGA OPSI TIPE EROPA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *BLACK-SCHOLES*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains (S.Si) Pada
Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Oleh:

<u>NISMAWATI</u>
NIM. 60600107033

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) ALAUDDIN
MAKASSAR

2011

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan penuh kesadaran, penyusun yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya penyusun sendiri. Jika dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Makassar, Agustus 2011

Penyusun,

Nismawati
NIM. 60600107033

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Pembimbing Penulisan Skripsi Saudari Nismawati, NIM : 60600107033, mahasiswa Jurusan Matematika pada Fakuultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, setelah dengan seksama meneliti dan mengoreksi skripsi yang bersangkutan dengan judul, "Penentuan Nilai Eksak dari Harga Opsi Tipt Eropa dengan Menggunakan Model *Black-Scholes*" memandang bahwa skripsi tersebut telah memenuhi syarat-syarat ilmiah dan dapat disetujui untuk diajukan ke sidang *munaqasyah*.

Demikian persetujuan ini diberikan untuk diproses lebih lanjut.

Makassar, 26 juli 2011

Pembimbing I	Pembimbing II
Salmah Said, SE.,M.Fin, Mgmt, M.Si	**Irwan, S.Si.,M.Si**
NIP. 19740226 199903 2 001	**NIP. 19780922 200604 1 001**

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ Keberhasilan tidak diukur dari apa yang kau raih tapi apa yang telah kau berikan.
- ❖ Kebahagiaan tidak dilihat dari seberapa banyak orang yang mengenalmu tapi seberapa benyak orang bahagia karena mengenalmu.

Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada:

Kedua orang tuaku tercinta Abd. Rahman dan Mariani yang tak pernah putus harapan dan doa untuk keberhasilanku, karena doa kalian langkahku tak terusik oleh kata ragu.

Adik-adikku tersayang Syarif Hidayatullah dan Muhammad Ikbal yang selalu mengobarkan semangatku, I Love our Joking and togethernest.

Seluruh keluarga besarku yang selalu memberikan bantuan selama ini.

Sahabat-sahabatku yang tak henti-hentinya memberikan motivasi kepadaku.

Teman-teman jurusan matematika angk. 2007.

Almamaterku UIN Alauddin Makassar.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah atas karunia dan kenikmatan dari Allah SWT, tuhan yang memberikan segalanya kepada hamba-Nya sehingga atas berkatnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, kemudian salam dan salawat tercurah kepada baginda Nabi Muhammad saw, nabi akhir zaman yang telah membawa umatnya pada jalan kebenaran. Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapat banyak masukan, bimbingan, bantuan, dan dorongan berbagai pihak akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Kepada kedua orang tuaku tercinta Abd. Rahman dan Mariani sebagai pengaruh terbesar dihidupku dan semangat bagi langkahku, karena doa kalianlah langkahku ada saat ini.
2. Bapak Prof. Dr. H. A. Qadir Gassing, M.S., Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
3. Bapak Dr. Muhammad Halifah Mustami, M.Pd., Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
4. Bapak Irwan, S.Si., M.Si., dan Ibu Wahyuni Abidin, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua dan Sekertaris Jurusan Matematika Fak. Sains & Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
5. Ibu Salmah Said, SE., M.Fin., Mgmt., M.Si., dan bapak Irwan, S.Si., M.Si., masing-masing Pembimbing I dan II atas segala saran dan bimbingannya yang diberikan kepada penulis.

6. Bapak Ahmad Zaki, S.Si., M.Si., Ibu Tri Azizah Nurman, S.Pd., M.Pd., dan Drs. Wahyuddin Naro, M.Hum selaku penguji I, II, dan III atas segala saran dan masukannya kepada penulis.
7. Segenap pegawai Fak. Sains & Teknologi yang telah bersedia melayani penulis dari segi administrasi dengan baik selama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fak. Sains & Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
8. Seluruh dosen jurusan Matematika Fak. Sains & Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar yang telah menyalurkan ilmunya kepada penulis selama berada di bangku kuliah.
9. Kepada bapak Rully Charitas Indra Prahmana dan bapak Ridzan Jafri yang yang telah sangat bermurah hati memberikan masukan, bimbingan dan pengetahuan tentang finance.
10. Mybeloved brothers Syarif Hidayatullah dan Muhammad Ikbal, kalian adalah saudara terhebat yang pernah ada, terimakasih atas motivasi, canda dan doa untuk kesuksesan kakakmu ini, anugerah terindah yang tuhan berikan padaku.
11. Mybeloved aunt, grandma dan sepupu2ku tercinta (Rasma, Umi, Lola, Firman) terimakasih atas doa dan dukungannya, dan segenap keluarga yang telah memberikan dukungannya selama ini.
12. Teman-teman Angk. 07 Alauddin Makassar selama perkuliahan (teruntuk Soraya dan Sri terima kasih karena telah menjadi teman diskusi yang baik .^_^.) dan teman-teman terbaikku Marni, Iin, Wathy, Hikmah, Didi, Fajar, Hery, Uni, Eka, Surya, terima kasih untuk kebersamaan yang tak terlupakan

dan maaf jika dalam kebersamaan kita selama empat tahun ada sesuatu kekhilafan yang pernah dilakukan.

13. Teman-teman Jurusan Matematika Angk. 2006, 2008, 2009 dan 2010 Fak. Sains & Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar. Spesial buat kak awi dan Irma terimakasih atas bantuannya.
14. Kepada teman-teman KKN ku, Salim, Mia, Ibri, Afif, Ning, masruq dan Arief yang telah banyak memberikan motivasi, semangat, dan doa apalagi canda kalian yang mampu bertindak sebagai penghilang stres selama penyelesaian tugas akhir ini. Thanks a lot, we are the best. Waktu dua bulan sudah cukup untukku menemukan teman-teman terbaik.
15. Teman-teman asrama puteri fajar Mas (Accunk, Jannah, Nurul, K'Anti, Lemank, Fatimah, dan Wa'dah) thanks atas dukungannya, meskipun kadang berselisih tapi semua itu indah dalam kebersamaan.
16. Kepada semua pihak yang telah memberikan nasehat serta bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis hanya dapat memohon, semoga Allah SWT memberikan balasan kebaikan dan barokah kepada pihak-pihak tersebut. Akhirnya diharapkan agar hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Makassar, Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK

Nama Penyusun : Nismawati

NIM : 60600107033

Judul : Penentuan Nilai Eksak dari Harga Opsi Tipe Eropa dengan Menggunakan Model *Black-Scholes*.

Penelitian skripsi ini merupakan aplikasi model *Black-Scholes*. Tujuan pada penelitian ini adalah menganalisis model *Black-Scholes* dalam penentuan nilai eksak dari harga opsi tipe Eropa serta simulasinya.

Pengambilan data pada penelitian ini diperoleh dari informasi saham Barnes Group Inc pada http://finance.yahoo.com. Data yang digunakan yaitu informasi *call option* dan *put option* serta harga penutupan (*closing price*) saham Barnes Group Inc mulai dari tanggal 27 Desember 2010 sampai tanggal 17 Juni 2011 (Expired date). Kemudian mencari volatilitas harga saham untuk *call option* dan *put option*.

Setelah diperoleh volatilitas harga saham, kemudian dihitung nilai eksak dari harga *call option* dan *put option* dengan menggunakan model *Black-Scholes* dan diperoleh harga *fair* untuk *call option* yaitu sebesar \$3.4940, pada keadaan ini penjual dan pembeli *call option* mencapai titik impas. Untuk *put option* yaitu sebesar \$0.0329, pada keadaan ini dinamakan *Out of the Money* dimana *put option* bernilai nol dan tidak akan dieksekusi. Selanjutnya simulasi model *Black-Scholes* dalam penentuan nilai eksak dari harga *call option* dan *put option*. Hasil simulasi menyimpulkan bahwa semakin lama waktu yang tersisa hingga jatuh tempo maka semakin tinggi harga opsi.

Kata kunci : *Option, Model Black-Scholes, call option, put option*.

ABSTRACT

Researcher : **Nismawati**

Reg. No : **60600107033**

Topic : **Determination of Exact Value from European Type Option Price by Using Black-Scholes Model.**

This thesis is a Black-Scholes application.The objective of this research is to analyze the Black-Scholes model in exact value determination European type option price and its simulation.

The data were got from information of Barnes Group Inc share at http://finance.yahoo.com. The data was information of call option, put option and closing price of Barnes Group Inc share started on 27th December 2010 top 17th Jun 2011 (expired date). And the searching of share price volatility for call option and put option.

Having got the share price volatility, it was continued to account the axact value from call option price and put option by using Black-Scholes model, and the fair price was got as much \$3.4940, in this condition the seller and buyer of call option attain the point of paid off. For option put was \$0. 0329, in this condition was called “out of the money” where the put option was zero and it wouldn’t be executed. Furthermore, Black-Scholes model simulation in exact value determination of call option price and put option. The simulation result concluded that the much longer left time till expired date, the higher of option price.

Key word : *Option*, *Black-Scholes Model*, *call option*, *put option*.

Daftar Gambar

Daftar Tabel

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Investasi merupakan suatu aktifitas yang dilakukan dimasa sekarang yang bertujuan mendapatkan keuntungan di masa akan datang. Istilah investasi berkaitan dengan berbagai macam aktifitas. Pada umumnya aktifitas yang dilakukan yaitu menginvestasikan sejumlah dana pada aset riil maupun aset finansial. Investasi dalam bidang keuangan berkaitan dengan aset-aset keuangan, seperti investasi pada saham, obligasi dan aset-aset keuangan lainnya. Investasi di bursa saham merupakan investasi yang penuh risiko sehingga investor harus berhati-hati dalam menginvestasikan dananya. Hal tersebut menjadi alasan munculnya sarana alternatif untuk berinvestasi. Salah satu alternatif investasi yang dapat dipilih oleh investor adalah produk derivatif. Produk derivatif merupakan suatu instrumen keuangan yang nilainya bergantung pada suatu aset yang mendasarinya.

Produk derivatif dapat digunakan sebagai instrumen untuk mengelola risiko dan spekulasi, serta untuk mengurangi biaya transaksi atau untuk menghindari pajak. Salah satu jenis produk derivatif adalah opsi. Aset yang mendasari opsi dapat berupa saham, emas, mata uang asing, indeks saham, dan lain-lain. Opsi atau biasa juga disebut *option* merupakan suatu jenis kontrak yang memberikan hak, bukan kewajiban, kepada investor untuk membeli atau menjual suatu aset pada harga dan waktu yang telah disepakati bersama. [1]

Seorang investor dalam memperjualbelikan kontrak opsi harus sesuai dengan aturan dan ketentuan yang telah disepakati bersama. Hal ini terkait dengan transaksi penjualan opsi yang dilakukan tidak secara tunai maka kesepakatan dalam kontrak opsi tersebut haruslah dituliskan dengan jelas. Hal ini sesuai dengan firman Allah dalam QS. al-Baqarah : 282 tentang kesaksian dalam muamalah tidak secara tunai :

يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُوٓاْ إِذَا تَدَايَنتُم بِدَيۡنٍ إِلَىٰٓ أَجَلٖ مُّسَمّٗى فَٱكۡتُبُوهُۚ وَلۡيَكۡتُب بَّيۡنَكُمۡ كَاتِبُۢ

بِٱلۡعَدۡلِۚ وَلَا يَأۡبَ كَاتِبٌ أَن يَكۡتُبَ كَمَا عَلَّمَهُ ٱللَّهُۚ فَلۡيَكۡتُبۡ وَلۡيُمۡلِلِ ٱلَّذِي عَلَيۡهِ ٱلۡحَقُّ وَلۡيَتَّقِ

ٱللَّهَ رَبَّهُۥ وَلَا يَبۡخَسۡ مِنۡهُ شَيۡـٔٗاۚ ....

Terjemahnya:
"Hai orang-orang yang beriman, apabila kamu bermu'amalah tidak secara tunai untuk waktu yang ditentukan, hendaklah kamu menuliskannya. dan hendaklah seorang penulis di antara kamu menuliskannya dengan benar. dan janganlah penulis enggan menuliskannya sebagaimana Allah mengajarkannya, maka hendaklah ia menulis, dan hendaklah orang yang berhutang itu mengimlakkan (apa yang akan ditulis itu), dan hendaklah ia bertakwa kepada Allah Tuhannya, dan janganlah ia mengurangi sedikitpun daripada hutangnya." [2]

[1]Suhartono, *Portofolio Investasi dan Bursa Efek,* (Yogyakarta : UPP STIM YKPN, 2008), h. 106

[2]Departemen Agama RI, *Al-Quran dan Terjemahnya* (Bandung : PT Syaamil Cipta Media, 2005), h. 48

Ayat di atas menjelaskan tentang perdagangan atau transaksi yang dilakukan tidak secara tunai perlu adanya bukti secara tertulis agar terdapat kejelasan dan keterbukaan pada kedua belah pihak atau lebih sering disebut dengan kontrak. Seperti halnya opsi yang merupakan kontrak secara tertulis yang memberikan hak kepada pemegangnya baik itu hak untuk membeli maupun hak untuk menjual. Hak untuk membeli suatu saham dengan harga dan waktu yang telah disepakati bersama disebut *call option*. Sedangkan hak untuk menjual suatu saham dengan harga dan waktu yang telah disepakati bersama disebut *put option*. Perlu adanya kesepakatan dalam jual beli ini dijelaskan pula dalam QS. an-Nisa : 29 tentang perdagangan atas suka sama suka :

يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ لَا تَأۡكُلُوٓاْ أَمۡوَٰلَكُم بَيۡنَكُم بِٱلۡبَٰطِلِ إِلَّآ أَن تَكُونَ تِجَٰرَةً عَن تَرَاضٖ

مِّنكُمۡۚ وَلَا تَقۡتُلُوٓاْ أَنفُسَكُمۡۚ إِنَّ ٱللَّهَ كَانَ بِكُمۡ رَحِيمٗا ٢٩

Terjemahnya:
Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu saling memakan harta sesamamu dengan jalan yang batil, kecuali dengan jalan perniagaan yang berlaku dengan suka sama-suka di antara kamu. dan janganlah kamu membunuh dirimu. Sesungguhnya Allah adalah Maha Penyayang kepadamu. [3]

Ayat di atas menjelaskan tentang perdagangan atas dasar suka sama suka atau dalam hal ini disebut sebagai kesepakatan antara kedua belah pihak.

[3]*Ibid*, h. 83

Perdagangan opsi terbesar dan pertama kali dikembangkan adalah di CBOE (*Chicago Board Option Exchange*), USA pada tahun 1973, dan telah mencapai sukses luar biasa dengan total perdagangan sebanyak 16 saham. Dalam lima tahun para pemodal melakukan perdagangan opsi mencapai lebih dari 10 juta lembar per hari.

Pada masa sebelum tahun 1973, usaha penilaian opsi didasarkan pada penentuan premi risiko dari tingkat pengembalian harga saham. Penentuan premi risiko tidaklah mudah karena premi risiko tidak hanya menggambarkan risiko pada perubahan harga saham, namun mengikutsertakan pula perilaku investor terhadap risiko. Untuk mengatasi masalah ini pada tahun 1973, Fisher Black dan Myron Scholes telah berhasil menyelesaikan masalah tentang penilaian opsi. Hasil kerja Fisher Black dan Myron Scholes dikenal dengan model *Black-Scholes*.[4]

Model *Black-Scholes* merupakan model yang digunakan untuk menentukan harga opsi yang telah banyak diterima oleh masyarakat keuangan. Penggunaan model ini terbatas karena hanya dapat digunakan pada penentuan harga opsi tipe Eropa (*European option*) yang berlaku pada waktu *expiration date* (jatuh tempo) saja. Model ini tidak berlaku untuk opsi tipe Amerika (*American option*), karena *American option* berlaku setiap saat sampai waktu *expiration date*. Selain itu, *Black-Scholes* memiliki beberapa asumsi yaitu opsi yang

[4]Gita Andriani, *Penentuan Hedge Ratio Untuk Opsi Call dan Opsi Put Tipe Eropa dengan Menggunakan Model Black-Scholes* (http://en.wikipedia.org/wiki/Chicago Board OPtion Exchange.pdf) , diakses tanggal 12 Oktober 2010.

digunakan tipe Eropa, tidak memberikan pembayaran dividen, tidak ada biaya transaksi, tingkat bunga bebas resiko diketahui, serta perubahan harga saham mengikuti pola random.

Pada kontrak opsi terdapat harga penyerahan atau harga kesepakatan. Secara rasional pemegang *call option* akan melakukan eksekusi jika harga aset yang mendasari di pasar lebih tinggi dari harga penyerahan. Sedangkan pemegang *put option* akan melakukan eksekusi jika harga aset yang mendasari di pasar lebih rendah dari harga penyerahan. Hal ini dilakukan agar pemegang opsi memperoleh keuntungan (*profit*). Keputusan pemegang opsi untuk melakukan eksekusi terhadap opsi sangat tergantung pada harga pasar suatu aset yang mendasari (*underlying asset*). Dalam hal ini kontrak opsi disebut aset turunan (*derivative asset*). Aset yang mendasari opsi pada penelitian ini adalah saham.

Model *Black-Scholes* sangat berguna bagi investor, untuk mengetahui nilai eksak dari harga opsi dan sekaligus merupakan harga yang *fair* bagi opsi tersebut. *Fair* disini berarti nilai opsi yang diperdagangkan (baik *call option* maupun *put option*) akan memiliki nilai, sebesar harga saham pada saat jatuh tempo. Jadi, terjadi peningkatan nilai selama masa opsi berlaku sampai jatuh tempo, sebesar selisih harga penyerahan dengan harga saham saat jatuh tempo. Dengan demikian, kedua belah pihak (baik penjual opsi maupun pembeli opsi) tidak ada yang dirugikan berdasarkan model *Black-Scholes*. Seandainya harga opsi tidak sama dengan harga yang dihasilkan dari model *Black-Scholes*, maka hal itu akan menciptakan peluang bagi investor untuk memperoleh keuntungan.[5]

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis mengadakan penelitian dengan judul **"Penentuan nilai eksak dari harga opsi tipe Eropa dengan menggunakan model *Black-Scholes*".**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis model *Black-Scholes* untuk menentukan nilai eksak dari harga opsi tipe Eropa?
2. Bagaimana simulasi model *Black-Scholes* dalam menentukan harga *call option* dan *put option?*

C. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup pembahasan agar pembahasan ini lebih terarah, maka penulis memberikan batasan masalah pada analisis model *Black-Scholes* pada penentuan nilai eksak dari harga opsi tipe Eropa dengan menggunakan asumsi-asumsi model *Black-Scholes* serta simulasinya.

[5]Rully Charita Indra Prahmana, *Penentuan Harga Opsi Untuk Model Black-Scholes Menggunakan Metode Beda Hingga Crank-Nicolson* (http://p4mrihunismuh.files.wordpress.com/2008/08/penentuan-harga-opsi-tipe-eropa.pdf) , diakses tanggal 28 September 2010.

D. Penegasan Istilah

1. Investasi

   Investasi merupakan suatu aktifitas yang dilakukan di masa sekarang yang bertujuan mendapatkan keuntungan dimasa akan datang.

2. *Underlying aset*

   Underlying asset yaitu suatu aset yang mendasari suatu produk derivatif.

3. *Derivative asset*

   Derivative asset yaitu instrumen keuangan yang nilainya tergantung oleh aset yang mendasarinya.

4. *Drift*

   Drift merupakan ukuran dari rata-rata pertumbuhan saham.

5. Opsi (*option*)

   Opsi merupakan suatu kontrak diperjualbelikan, dimana kontrak tersebut memberikan hak untuk membeli atau menjual sejumlah aset tertentu dan dalam waktu tertentu.

6. *Call option* (opsi beli)

   Call option merupakan kontrak yang memberikan hak untuk membeli sejumlah aset tertentu dan dalam waktu tertentu.

7. *Put option* (opsi jual)

   Put option merupakan kontrak yang memberikan hak untuk menjual sejumlah aset tertentu dan dalam waktu tertentu.

8. *Black-Scholes*

   Black-Scholes merupakan model yang digunakan untuk menentukan harga opsi.

9. Volatilitas

   Volatilitas harga saham merupakan tingkat fluktuasi dari harga saham yang diukur dengan standar deviasi dari imbal hasil yang diberikan saham selama jangka waktu tertentu.

E. Tujuan dan Manfaat penelitian.

1. Tujuan Penelitian

   Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

   1) Untuk mengetahui analisis model *Black-Scholes* dalam penentuan nilai eksak dari harga opsi tipe Eropa.
   2) Untuk mengetahui simulasi model *Black-Scholes* dalam menentukan harga *call option* dan *put option*.

2. Manfaat Penelitian

   a) Bagi peneliti

      Sebagai bahan pembelajaran dan penambah wawasan dibidang keuangan.

   b) Bagi pengembangan ilmu pengetahuan

      Agar dapat dijadikan bahan studi bagi pembaca dan acuan bagi mahasiswa serta dapat memberikan bahan referensi bagi pihak perpustakaan sebagai bahan bacaan yang dapat menambah ilmu pengetahuan bagi pembaca dalam hal ini mahasiswa.

c) Bagi pelaku pasar modal

Sebagai pedoman bagi pelaku pasar modal khususnya penjual opsi dalam penentuan harga opsi.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan skripsi ini dibagi atas tiga bagian, yaitu bagian awal skripsi, bagian isi skripsi, dan bagian akhir skripsi.

1) Bagian Awal

Bagian awal skripsi terdiri atas halaman judul, halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar tabel dan daftar lampiran.

2) Bagian Isi

Bagian isi skripsi terdiri atas lima bab, yaitu

a. Bab I Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

b. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi penjelasan mengenai opsi, model harga saham, faktor-faktor yang mempengaruhi nilai opsi, dan model *Black-Scholes*.

c. Bab III Metode Penelitian

Di dalam bab ini dikemukakan metode penelitian yang berisi ruang lingkup kegiatan, variabel, serta langkah-langkah yang ditempuh untuk memecahkan masalah yaitu metode pengumpulan data dan analisis data.

d. Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini berisi hasil penelitian dan pembahasan.

e. Bab V Penutup

Bab ini memuat kesimpulan dan saran.

3) Bagian Akhir

Bagian ini berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Opsi (*Option*)

Opsi merupakan suatu produk efek turunan (derivatif) yang diturunkan dari berbagai efek yang sebenarnya, misalnya saham, obligasi, dan lain sebagainya. Opsi sesungguhnya merupakan kontrak antara penjual dan pembeli opsi, yang memberikan hak kepada pemilik atau pemegangnya (dalam hal ini investor) untuk menjual atau membeli sejumlah tertentu saham opsi suatu perusahaan tertentu dengan harga tertentu dan dalam waktu tertentu. Karena merupakan hak, maka pemegang opsi dapat mempergunakannya atau tidak.

Opsi sebagai efek derivatif akan mempunyai nilai selagi terhubung ke aset finansial yang bersangkutan. Aset finansial ini dapat berupa saham biasa, obligasi, atau obligasi konversi. Nilai opsi tergantung dari masa hidup pasarnya. Jika masa hidup pasarnya habis maka efek derivatif tersebut tidak ada nilainya.

Berdasarkan waktu perolehan hak, opsi terbagi atas dua jenis yaitu :[6]

a. Opsi Eropa, dimana saat untuk memperoleh hak ditetapkan pada waktu tertentu, dan hanya dapat menggunakan haknya pada waktu *expired date* (jatuh tempo).
b. Opsi Amerika, dimana saat untuk memperoleh hak ditetapkan dalam periode waktu tertentu. Pemegang opsi Amerika akan memperoleh hak pada periode sebelum titik waktu yang telah ditetapkan.

---

[6]Pandji Anoraga, *Pengantar Pasar Modal* (Jakarta : Rineka Cipta, 2008), h. 71

Berdasarkan jenisnya opsi terbagi atas dua macam yaitu :[7]

a. *Call option* atau disebut juga opsi beli, merupakan opsi yang memberikan hak kepada pemegangnya untuk membeli sejumlah saham dari perusahaan tertentu dan dalam waktu tertentu (tanggal jatuh tempo). *Call option* dinotasikan dengan C, harga *call option* merupakan pengurangan dari harga saham (S) dengan harga *strike* (harga penyerahan) yang dilambangkan dengan K. Bentuk persamaan matematis nilai intrinsik *call option* dapat dinyatakan sebagai berikut

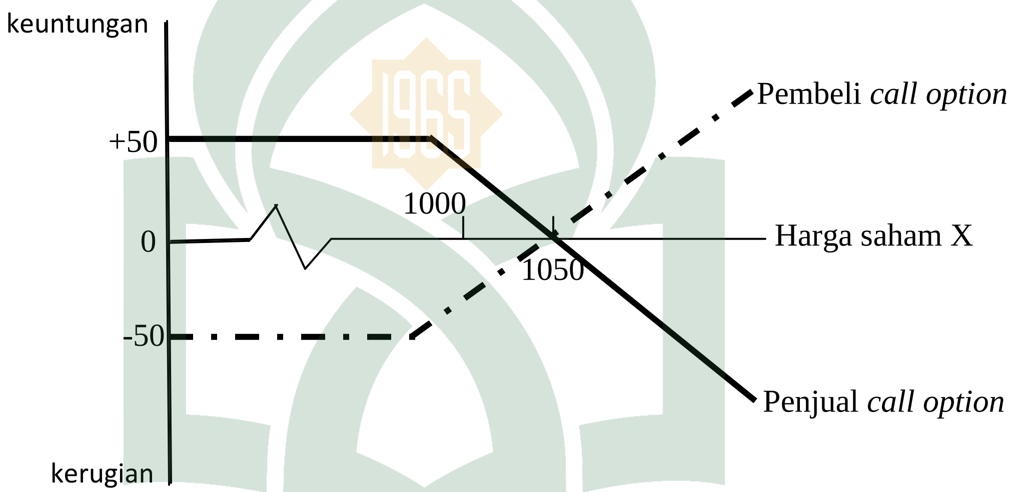
$$C(S, T) = \text{maks}(S - K, 0)$$

Persamaan di atas menunjukkan *call option* akan bernilai nol jika harga *strike* lebih tinggi dari harga saham (*out of the money*). Jika harga saham lebih tinggi dari harga *strike* (*in the money*) maka *call option* akan bernilai positif. Ada juga keadaan dimana harga saham sama dengan harga *strike* (*at the money*), pada kondisi ini penjual opsi otomatis mengalami keuntungan sebesar *premi* (harga opsi) dan sebaliknya pembeli opsi akan mengalami kerugian sebesar harga opsi.

Profil keuntungan atau kerugian penjual *call option* adalah kebalikan dari profil keuntungan atau kerugian pembeli *call option*. Oleh karena itu profil keuntungan penjual *call option* pada saat *expired date* besarnya akan sama dengan kerugian yang diderita oleh pembeli *call option*. Diilustrasikan sebuah *call option* terhadap saham X, dengan *strike price* Rp.1.000, harga

[7] *Ibid*, h. 72

saham X pada saat itu adalah Rp.1.000, harga *premi* opsi tersebut adalah Rp.50, besarnya keuntungan dan kerugian masing-masing pihak sangat tergantung pada harga saham X pada saat opsi tersebut dilaksanakan. Jika pada saat *expired date* harga saham X Rp.1.050 maka profil keuntungan atau kerugian dari penjual *call option* ini dapat dilihat pada gambar berikut[8]



Gambar 2. 1

Profil keuntungan atau kerugian penjual dan pembeli
Call option

Pada gambar (2. 1) tampak keuntungan maksimum yang bisa diperoleh penjual *call option* adalah sebesar *premi* opsi yaitu Rp.50. Sedangkan kerugian maksimum yang bisa dialami penjual *call option* tidak terbatas karena ditentukan oleh harga tertinggi saham X sampai dengan *expired date*.

[8] Eduardus Tandelin, *Portofolio dan Investasi* (Yogyakarta: Kansius, 2010), h. 432 - 433

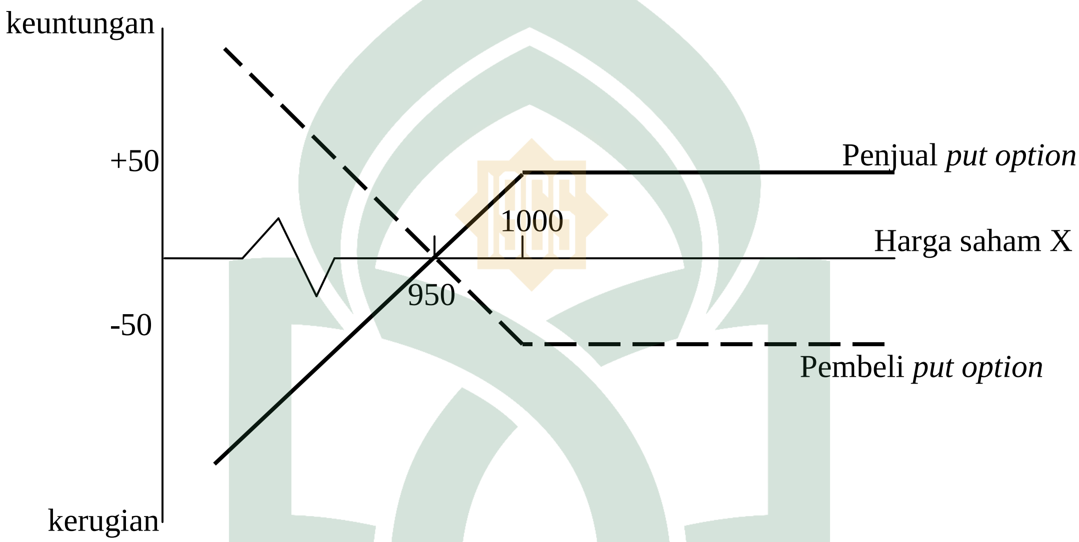
Sebaliknya untuk pembeli *call option* kerugian maksimum yang bisa diperoleh yaitu Rp.50 dan keuntungan maksimum tidak terbatas tergantung harga saham X.

b. *Put option* atau disebut juga opsi beli, merupakan opsi yang memberikan hak kepada pemegangnya untuk menjual sejumlah saham dari perusahaan tertentu dan dalam waktu tertentu (tanggal jatuh tempo). *Put option* dinotasikan dengan P, harga *put option* merupakan pengurangan antara harga *strike* (K) dengan harga saham (S). Bentuk persamaan matematis nilai intrinsik *put option* dapat dinyatakan sebagai

$$P(S, T) = \text{maks}(K - S, 0).$$

Persamaan di atas menunjukkan *put option* akan bernilai nol, jika harga saham lebih tinggi dari harga *strike* (*out of the money*). Jika harga *strike* lebih tinggi dari harga saham (*in the money*) maka *put option* akan bernilai positif. Kemudian kondisi dimana harga saham sama dengan harga *strike* (*at the money*) maka penjual *put option* akan mendapatkan keuntungan sebesar harga *premi* dan sebaliknya pembeli *put option* akan mengalami kerugian sebesar harga *premi*.

Keuntungan atau kerugian penjual *put option* merupakan sisi kebalikan dari keuntungan atau kerugian pembeli *put option*. Keuntungan maksimum yang bisa diperoleh penjual *put option* adalah sebesar *premi* opsi, sedangkan kerugian maksimumnya terjadi pada saat harga saham turun mencapai angka nol. Diilustrasikan sebuah *put option* terhadap saham X dengan *strike price* sebesar Rp.1.000, dijual dengan *premi* sebesar Rp.50 dan harga saham X saat ini adalah Rp.1.000. Gambar berikut menunjukkan keuntungan atau kerugian yang bisa diperoleh penjual maupun pembeli *put option*.[9]



Gambar 2. 2

Profil keuntungan atau kerugian penjual dan pembeli *put option*

Berdasarkan gambar di atas dapat disimpulkan bahwa pembelian *put option* atau penjualan *put option* akan memberikan keuntungan bagi investor jika harga saham yang dijadikan patokan mengalami kenaikan. Penjualan *put option* akan memberikan keuntungan terbatas sebesar *premi* opsi dengan kerugian maksimum ketika harga saham turun menjadi nol.

[9] *Ibid*, h. 434 -435

Penerbit opsi disebut *writer*. Umumnya opsi diterbitkan oleh lembaga di luar lingkungan perusahaan penerbit saham yang dijadikan jaminan. Saat ini penerapan opsi yang paling umum adalah untuk menjual atau membeli berbagai aset finansial seperti saham biasa. Untuk *call option*, *writer* boleh memiliki saham sebagai jaminan atau tidak. Untuk opsi yang dijamin dengan saham disebut dengan *covered option*, sedangkan untuk opsi yang tidak dijamin dengan saham disebut dengan *naked option*.

Dalam kontrak opsi ditetapkan harga yang disebut dengan *exercise price* atau *strike price*. Apabila kemudian dalam jangka waktu tertentu ternyata harga pasar saham tersebut lebih tinggi dari *exercise price*-nya, maka pemegang *call option* akan menggunakan haknya dan mendapatkan keuntungan. Sedangkan sebaliknya, untuk pemegang *put option* jika di masa yang akan datang (dalam jangka waktu tertentu) harga saham tersebut di bawah harga *exercise price*, maka pemegang *put option* akan mendapatkan keuntungan jika menggunakan haknya.

Dapat disimpulkan bahwa pembelian *call option* atau penjualan *put option* akan memberikan keuntungan bagi investor jika harga saham yang dijadikan *underlying asset* mengalami kenaikan. Pembelian *call option* akan memberikan keuntungan potensial yang sifatnya tidak terbatas, tetapi dengan kerugian maksimum hanya sebesar *premi* opsi. Sedangkan penjualan *put option* akan memberikan keuntungan terbatas sebesar *premi* opsi dengan kerugian maksimum ketika harga saham turun menjadi nol. Sebaliknya pembelian *put option* dan penjualan *call option* akan memberikan keuntungan bagi investor jika harga saham yang menjadi *underlying asset* mengalami penurunan. Pembelian *put option* akan memberikan keuntungan maksimum ketika harga saham turun menjadi nol dan kerugian yang mungkin dialami hanya sebatas harga *premi* opsi. Sedangkan penjualan *call option* akan memberikan keuntungan maksimum sebesar premi opsi tetapi kerugian yang mungkin dialami tidak terbatas tergantung dari kenaikan harga saham yang terjadi dipasar.

Penilaian terhadap opsi perlu dilakukan untuk mengestimasi nilai intrinsik suatu opsi, dan selanjutnya juga akan berguna untuk menentukan harga sebuah opsi. Dalam penilaian opsi terkadang terjadi situasi dimana harga opsi melebihi nilai intrinsik dari opsi tersebut. Nilai intrinsik opsi merupakan nilai ekonomis jika opsi tersebut dilaksanakan. Jika tidak ada nilai ekonomis yang positif dari sebuah opsi maka opsi tersebut bernilai nol. Besarnya nilai intrinsik tergantung dari selisih harga saham yang sebenarnya dengan *strike price*. Berikut merupakan perbedaan nilai intrinsik *call option* dengan *put option*.[10]

[10] *Ibid*, h. 449

Tabel 2. 1

Nilai Intrinsik Opsi

No	Kondisi	Nilai Intrinsik	Istilah
1	harga saham > strike price	1. call option positif	In the Money
		2. put option Nol	Out Of The Money
2	harga saham < strike price	1. call option Nol	Out Of The Money
		2. Put option positif	In the Money
3	harga saham = strike price	1. call option Nol	At the Money
		2. put option Nol	At the Money

B. Faktor-faktor yang Memengaruhi Nilai Opsi

Opsi akan berharga jika harga saham naik di atas harga *exercise*-nya pada saat opsi tersebut jatuh tempo. Jika harga saham berada di bawah harga *exercise*-nya, maka nilai opsi tersebut akan bernilai nol. Tentu saja investor tidak akan tahu apakah harga saham akan berada di bawah atau di atas *exercise*-nya nanti pada saat opsi tersebut jatuh tempo. Namun terdapat probabilitas 50% harga saham akan berada di atas dan 50% di bawah harga *exercise* nantinya. Jadi nilai opsi akan positif meskipun harga saham saat ini sama dengan harga *exercise*-nya sejauh opsi tersebut belum jatuh tempo. Semakin berfluktuasi harga saham semakin besar selisih harga opsi dari batas minimalnya. Harga *call option* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu harga saham, harga *exercise*, tingkat bunga, jangka waktu akan jatuh tempo, *volatility* harga saham.

Pada saat investor membeli *call option* investor mengambil posisi dalam saham tersebut tetapi menaruh jumlah uang yang lebih sedikit daripada seandainya investor membeli saham tersebut secara langsung. Sebagai akibatnya suatu opsi akan selalu lebih berisiko dibandingkan dengan saham yang bersangkutan. Opsi tersebut akan mempunyai *drift* dan deviasi standar yang lebih tinggi dibandingkan dengan saham yang bersangkutan. Risiko opsi akan sangat tergantung pada harga saham relatif terhadap harga *exercise*. Suatu opsi yang *"in the money"* (harga saham lebih besar dari harga *exercise*) lebih aman daripada opsi yang *"out of the money"* (harga saham lebih kecil dari harga *exercise*). Jadi kenaikan harga saham akan menaikkan harga opsi dan menurunkan risiko opsi. Sebaliknya pada saat harga saham turun, harga opsi akan turun dan meningkatkan risiko opsi. Dengan demikian tingkat keuntungan yang diinginkan oleh pemodal akan berubah pada saat harga saham berubah.[11]

Adapun faktor-faktor yang menentukan harga opsi adalah sebagai berikut :[12]

a) Harga saham dan harga penyerahan

Kedua faktor ini merupakan faktor penentu harga opsi yang paling penting. Jika harga saham jauh di atas atau di bawah harga penyerahan, maka faktor lain menjadi tidak begitu penting. Pengaruh ini akan tampak lebih jelas pada saat jatuh tempo. Suatu opsi bernilai sebesar nilai intrinsiknya, yaitu sebesar selisih antara harga saham dengan harga penyerahan atau nol.

b) Waktu yang tersisa hingga jatuh tempo.

---

[11]Suad Husnan, *Dasar-dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas,* (Yogyakarta : UPP AMP YKPN 1994), h. 331

[12]Abdul Halim, *Analisis Investasi* (Jakarta : Salemba Empat, 2005), h. 117 - 119

Faktor ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang tersisa, semakin tinggi nilai opsi, baik *call option* maupun *put option*. Hal ini disebabkan pemilik *call option* mempunyai waktu tunggu yang cukup untuk mengeksekusi opsinya dan berharap harga saham akan meningkat terus melebihi harga penyerahan. Begitu pula dengan pemilik *put option*, semakin lama waktu yang tersisa hingga tanggal jatuh tempo, berarti memberikan keleluasaan yang cukup untuk mengeksekusi opsinya dan berharap harga saham terus menurun. Sebaliknya semakin pendek waktu yang tersisa hingga jatuh tempo, maka semakin rendah nilai opsi tersebut.

c) Volatilitas harga saham yang bersangkutan.

Merupakan harga fluktuasi dari sebuah saham, faktor ini menunjukkan bahwa apabila harga saham semakin berfluktuasi, maka semakin tinggi nilai opsi. Sebaliknya jika harga saham relatif stabil, maka nilai opsi cenderung rendah. Jika harga saham berfluktuasi sangat besar, maka pemegang *call option* bersedia membeli opsi dengan harga tinggi. Pembeli berharap bahwa harga saham akan meningkat lebih tinggi lagi.

d) Tingkat bunga bebas risiko.

Faktor ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat bunga bebas risiko, maka semakin rendah nilai *put option* dan semakin tinggi nilai *call option*. Sebaliknya, nilai *put option* akan semakin tinggi dan nilai *call option* akan semakin rendah apabila tingkat bunga bebas risiko semakin rendah.

Untuk lebih memperjelas beberapa faktor yang memengaruhi harga opsi maka diberikan tabel sebagai berikut :[13]

Tabel 2. 2

Faktor-faktor Yang Memengaruhi Harga Opsi

No	Jenis Faktor	Call option	Put Option
1	Harga Saham	Meningkat	Menurun
2	Strike Price	Menurun	Meningkat
3	Expiration date	Meningkat	Meningkat
4	Volatilitas Harga Saham	Meningkat	Meningkat
5	Tingkat Suku Bunga	Meningkat	Menurun

C. Distribusi Normal

Variabel random X mengikuti distribusi normal dengan mean μ dan variansi σ^2, dinotasikan $X \sim N(\mu,\sigma^2)$, mempunyai fungsi kepadatan[14]

$$f(x:\mu,\sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \qquad (2.\ 1)$$

Untuk $-\infty < x < \infty$, dengan $-\infty < \mu < \infty$ dan $\sigma > 0$

Oleh karena itu, variabel random X mempunyai fungsi distribusi kumulatif atau CDF (*Cumulative Distribution Function*) yaitu

$$F(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

[13] Eduardus Tandelin, *op. cit*, h. 451

[14] Muhammad Arif Tiro, *Pengantar Teori Peluang* (Makassar: Andira Publisher, 2008), h. 277.

harga harapan E(X) dan Var(X) dari distribusi normal standar dapat diperoleh dengan menggunakan *Moment Generation Function* $M_x(t)$ sebagai berikut[15]

$$M_x(t)=\int_{-\infty}^{\infty}e^{tx}\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{1}{2}(\frac{x-\mu}{\sigma})^2}dx=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty}e^{-\frac{1}{2\sigma^2}\left[(x-\mu)^2-2tx\sigma^2\right]}dx,$$

Dengan

$$(x-\mu)^2-2tx\sigma^2=\left[x-(\mu+t\sigma^2)\right]^2-(2\mu t+t^2\sigma^2)\sigma^2,$$

Maka

$$M_x(t)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty}e^{-\frac{1}{2\sigma^2}\left[x-(\mu+t\sigma^2)\right]^2-(2\mu t+t^2\sigma^2)\sigma^2}dx$$

$$=e^{\mu t+\frac{1}{2}t^2\sigma^2}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{x-(\mu+t\sigma^2)}{\sigma}\right]^2}dx,$$

$\int_{-\infty}^{\infty}\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{x-(\mu+t\sigma^2)}{\sigma}\right]^2}dx=1,$ karena $X\sim N(0,1)$ dan menggunakan parameter $\mu+t\sigma^2$, sehingga

$$M_x(t)=e^{\mu t+\frac{1}{2}t^2\sigma^2},$$

$$M'_x(t)=\mu e^{\mu t+\frac{1}{2}t^2\sigma^2}+\sigma^2te^{\mu t+\frac{1}{2}t^2\sigma^2}=(\mu+t\sigma^2)M_x(t)\rightarrow E(X)=M'_x(0)=\mu,$$

$$M''_x(t)=\mu([\mu+\sigma^2]te^{\mu t+\frac{1}{2}t^2\sigma^2})+\sigma^2[e^{\mu t+\frac{1}{2}t^2\sigma^2}+t([\mu+\sigma^2]te^{\mu t+\frac{1}{2}t^2\sigma^2})],$$

$$E(X^2)=M''_x(0)=\mu^2+\sigma^2,$$

$$Var(X)=E[X^2]-[E[X]]^2$$

---

[15] I Nyoman Budiantara, *Buku Ajar Matematika Statistika II* (Surabaya: ITS, 2004), h. 15-17.

$$= (\mu^2 + \sigma^2) - \mu^2$$

$$= \sigma^2$$

Berdasarkan pada subtitusi $z = \dfrac{x-\mu}{\sigma}$, diperoleh fungsi kepadatan probabilitas normal standar, n(z) sebagai berikut

$$n(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}z^2} \, dengan - \infty < z < \infty \qquad (2.\ 2)$$

D. Proses Stokastik Gerak *Brown*

Setiap variebel yang nilainya berubah seiring waktu dengan cara yang tidak pasti dikatakan mengikuti proses stokastik. Proses stokastik dapat diklasifikasikan sebagai waktu diskrit dan waktu kontinu. Proses stokastik diskrit adalah proses dimana nilai dari variabel hanya dapat diubah pada titik-titik tetap tertentu dalam waktu, sedangkan proses stokastik kontinu adalah proses dimana perubahan bisa terjadi setiap saat.[16]

Proses stokastik dimana X = {X_t , t $\in$ T} adalah sebuah kumpulan variabel random. Sering diinterpretasikan T adalah himpunan dari nilai dimana X_t dapat diambil untuk setiap t, maka t disebut state space atau ruang keadaan dari proses stokastik {X_t , t $\geq$ 0}. Misalnya system ini diobservasi pada waktu t = 1, 2, 3, …. Maka X_t adalah state atau keadaan dari system pada waktu t. barisan dari variabel random {X_0, X_1, X_2, X_3, …} disebut proses stokastik.

[16] john C. Hull. Option, Future, And Others Derivatives (Universty of Toronto, USA: Pearson prentise Hall, 2006), h. 263

Pada harga saham, proses variabel stokastik kontinu adalah suatu proses yang sudah terbukti menjadi model yang bermanfaat. Dalam praktiknya investor tidak memperhatikan harga saham dengan variabel stokastik kontinu. Harga saham dibatasi dengan nilai-nilai diskrit dimana perubahan dapat diamati hanya ketika pertukaran terbuka. Adapun pendekatan yang dilakukan untuk memahami lebih jelas tentang proses stokastik pada harga saham yaitu proses markov. Proses markov adalah suatu jenis khusus dari proses stokastik dimana nilai sekarang dari variabel yang relevan digunakan untuk memprediksi nilai masa depan.

Gerak *Brown* dapat didefinisikan sebagai perubahan-perubahan acak yang cukup singkat. Gerak brown merupakan proses yang digunakan dalam fisika untuk menggambarkan gerak sebuah partikel yang memiliki sejumlah besar guncangan molekul kecil. Sifat-sifat penting dari gerak *Brown* yaitu :[17]

a. Berhingga
b. Kontinu
c. Markov
d. *Martingale*, yaitu sifat nilai harapan suatu variabel random ke-i dari suatu proses stokastik (X_i) dengan syarat diketahui semua nilai variabel random ke-(i-1) (X_{i-1}). Sifat *martingale* dinotasikan dengan

$$E[X_i|X_1, X_2,\ldots, X_{i-1}] = X_{i-1},$$

[17] P. Wilmott, *Paul Wilmott Introduces Quantitative Finance* (New York: John Wiley & Sons, 2001), h. 282-283

e. Variasi kuadrat, yaitu jika periode waktu t dibagi menjadi n + 1 bagian dengan $t_i = it/n$ maka

$$\sum (X(t_j) - X(t_{j-1}))^2 \rightarrow t,$$

f. Normalitas, yaitu sepanjang waktu berhingga t_{i-1} hingga t_i, $X(t_i)–X(t_{i-1})$ adalah berdistribusi normal dengan mean nol dan variansi $t_i - t_{i-1}$.

Suatu proses stokastik $[X(t),\ t \geq 0]$ dikatakan proses gerak *Brown* (*Brownian Motion*) jika

a. $X(0) = 0$

b. $\{ X(t), t \geq 0\}$ mempunyai kenaikan independen jika $0 \leq s \leq t$, maka $X(t) – X(s)$ independen pada $X(v)$ untuk semua $v \leq s$.

c. $X(t) > 0$, $X(t)$ berdistribusi normal dengan mean 0 dan variansi σ^2.

Proses *Wiener* adalah suatu proses stokastik $\{W_t;\ t \geq 0\}$ yang memenuhi kondisi berikut

a. $W_0 = 0$

b. Untuk interval $0 \leq s \leq t$, $W(t) – W(s)$ berdistribusi $N(0, t - s)$ dengan mean 0 dan variansi $(t - s)$

c. Kenaikan (*increment*) $W_{t1} – W_{t0}$, $W_{t2} – W_{t1}$, …, $W_{tn} – W_{tn-1}$ dalam interval $0 \leq t_0 \leq t_1 \leq \ldots \leq t_n < \infty$ adalah independen.

E. Model Harga Saham

Menurut hipotesis pasar efisien bahwa harga saham merupakan gerak *random*. Hipotesis pasar efisien ini dipengaruhi oleh dua faktor yaitu keadaan saham pada waktu lalu yang berpengaruh pada harga saham saat ini dan respon saham terhadap informasi baru tentang saham. Berdasarkan kedua asumsi ini maka dapat dikatakan bahwa perubahan harga saham mengikuti proses Markov. Jadi, model saham menyatakan bahwa prediksi harga saham yang akan datang tidak dipengaruhi oleh harga satu minggu, satu bulan atau harga saham satu tahun yang lalu. Model umum *return* dari aset dinyatakan dengan $\frac{ds}{S}$ yang dibagi dalam dua bagian. Bagian pertama adalah bagian deterministik yang dilambangkan dengan μdt. μ merupakan ukuran dari rata-rata pertumbuhan harga saham atau dikenal sebagai *drift*. μ diasumsikan sebagai tingkat obligasi bebas risiko dan merupakan fungsi dari S dan t. Bagian kedua merupakan model perubahan harga saham secara *random* yang disebabkan oleh faktor eksternal. Faktor eksternal dilambangkan dengan σdW_t. Dalam rumus ini, σ didefinisikan sebagai volatilitas dari saham yang digunakan untuk mengukur standar deviasi dari *return* dan dapat dinyatakan sebagai fungsi dari S dan t. W_t dalam dW_t menggambarkan gerak *Brownian*. μ dan σ dapat diestimasi menggunakan harga saham pada hari sebelumnya. Dengan demikian, diperoleh persamaan diferensial stokastik: [18]

$$\frac{ds}{S} = \mu dt + \sigma dW_t \tag{2. 3}$$

---

[18] S. T. Ruey, *Analysis of Financial Time Series*, (USA: John Wiley & Sons, 2002), h. 187-188

dengan: μ = Nilai ekspektasi *rate of return* saham

σ = Volatilitas saham yang merupakan standar deviasi dari return

W_t = Gerak Brownian atau proses Wiener

F. Formula *Ito Lemma*

Misalkan bahwa harga dari suatu variabel X memenuhi persamaan diferensial stokastik[19]

$$dx = a(x, t)dt + b(x, t)dWt$$

dengan a(x, t) dan b(x, t) adalah fungsi deterministik dari x dan t, dan Wt menunjukkan suatu gerak *brown* atau proses *Wiener*. Variabel X mempunyai rata-rata *drift* a dan rata-rata variansi b^2. Misalkan f adalah harga sebuah opsi yang tergantung pada x dan t yang memenuhi $dx = \mu(x,t)dt + \sigma(x,t)dWt$. f adalah fungsi kontinu yang terdiferensialkan dua kali, maka f = f(x, t) juga merupakan proses astokastik dan berlaku

$$df = (\frac{\partial f}{\partial x}\mu + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}\sigma^2)dt + \frac{\partial f}{\partial x}\sigma dW_t \qquad (2.4)$$

dengan dW_t merupakan proses *Wiener*, sehingga f juga memenuhi persamaan diferensial stokastik dengan rata-rata *drift*

$$\frac{\partial f}{\partial x}\mu + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}\sigma^2$$

[19]John C. Hull, *Option, Future, and Other Derivatives*, (New Jersey: Prentice-Hall, 2000), h. 273-274

dan rata-rata variansi

$$(\frac{\partial f}{\partial x})^2 \sigma^2$$

G. Model *Black-Scholes*

Model *Black-Scholes* adalah deskripsi matematis dari pasar keuangan dan derivatif instrumen investasi. Model ini dikembangkan dengan solusi persamaan diferensial parsial. Rumus *Black-Scholes* secara luas digunakan dalam opsi Eropa. Model ini pertama kali ditemukan oleh Fisher Black dan Myron Scholes dalam makalahnya tahun 1973 "*The Princing of Option and Corporate Liabilities*". Dasar penelitian Black dan Scholes bergantung pada kerja yang dikembangkan oleh para ahli seperti Jack L. Treynor, Paul Samuelson, A. James Boness, Sheen T. Kassouf dan Edward O. Thorp. Pemahaman mendasar dari *Black-Scholes* adalah bahwa opsi merupakan harga implisit ketika saham diperdagangkan. Robert C. Merton adalah yang pertama memperluas pemahaman matematika dari model penentuan harga opsi dan menciptakan istilah-istilah model *Black-Scholes* untuk harga opsi, Merton dan Scholes menerima hadiah Nobel di bidang ekonomi pada tahun 1997 (*The Sveriges Riksbank Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel*) atas pekerjaannya.

Ada beberapa asumsi yang dimiliki model *Black-Scholes* untuk penentuan harga opsi sebagai berikut :[20]

[20] "Black-Scholes," Wikipedia The Free Encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Black-scholes (10 November 2010).

a) Suku bunga bebas risiko, hal ini berarti suku bunga harga saham yang mendasari opsi tetap konstan selama periode analisis.
b) Harga mengikuti gerak *Brown Geometrik* dengan *drift* konstan dan volatilitas, dari sini diketahui bahwa keuntungan merupakan sebuah distribusi normal, kemudian harga yang mendasari merupakan distribusi log-normal. Hal ini dijelaskan dalam validitas hipotesis pasar efisien.
c) Tidak ada biaya transaksi atau pajak.
d) Saham yang mendasarinya tidak membayar dividen.
e) Tidak ada pembatasan *short selling*.
f) Tidak ada peluang arbitrasi.
g) Opsi yang digunakan adalah opsi tipe Eropa yang hanya dapat dieksekusi pada *expired date* saja.

Nilai *fair* opsi pada $t = 0$ dapat ditentukan secara sistematis, tujuan dasarnya adalah nilai suatu opsi pada waktu $t = 0$ dengan harga aset $S(0) = S_0$, fungsi $V(S, t)$ menunjukkan nilai opsi untuk setiap harga aset $S \geq 0$ pada waktu $0 \leq t \leq T$. kemudian diasumsi bahwa opsi mungkin saja dibeli dan dijual pada nilai ini di pasar setiap waktu $0 \leq t \leq T$. Dibutuhkan $V(S_0,0)$ sebagai nilai opsi pada waktu nol, dalam pengertian bahwa derivatif yang berkaitan dengan variabel-variabel ini ada. Analisis persamaan differensial parsial (PDP) *Black-Scholes* untuk fungsi V, PDP tersebut berlaku secara khusus untuk kasus-kasus dimana V(S, t) sesuai dengan nilai dari *European call* atau *put options*.[21]

a. Penilaian *Call Option* dengan Model *Black-Scholes*

Black-Scholes memperkenalkan model penilaian opsi untuk pertama kali dan hampir bersamaan dengan dimulainya transaksi opsi. Dalam konteks ini nilai keseimbangan dari suatu opsi (V), yang memberikan hak kepada pemegangnya untuk membeli selembar saham opsi ditunjukkan oleh model *Black-Scholes* sebagai berikut :[22]

$$C = S \times N(d_1) - K/(e^{rt})N(d_2) \qquad (2.5)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \{r + 0,5(\sigma^2)\}t}{(\sigma)(\sqrt{t})}$$

$$d_2 = d_1 - (\sigma)(\sqrt{t}) \text{ atau} \qquad (2.6)$$

$$d_2 = \frac{\ln(\frac{S}{K}) + (r - \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma\sqrt{t}} \qquad (2.7)$$

Keterangan :

C = Harga *call option* saat ini

S = Harga saham saat ini

[21]Desmon J. Higham, *An Introduction to Financial Option Valuation* (New York: Cambridge University Press, 2004) , h. 73

[22]Abdul Halim, *op. cit*, h. 114 - 115

K = Harga penyerahan (strike)

e = Bilangan antilog e = 2,7183

r = Tingkat bunga bebas resiko saat ini

t = Waktu yang tersisa hingga jatuh tempo (dalam hiungan tahun).

σ = Volatilitas harga saham yang diukur dengan standar deviasi harga saham

Ln = Logaritma natural

N(dx) = Fungsi kumulatif distribusi normal

Jadi semakin tinggi harga saham yang bersangkutan (S), semakin tinggi nilai *call option*. Semakin rendah harga eksekusi (E), semakin tinggi nilai *call option*. Semakin panjang waktu hingga tanggal jatuh tempo (t), semakin tinggi nilai *call option*. Semakin tinggi tingkat bunga bebas resiko (r), semakin tinggi nilai *call option*. Semakin tinggi resiko saham biasa (σ), semakin tinggi nilai *call option*.

b. Penilaian *Put Option* dengan Model *Black-Scholes*.

Dalam konteks ini, nilai keseimbangan dari suatu opsi (P), yang memberikan hak kepada pemegangnya untuk menjual selembar saham opsi ditunjukkan sebagai berikut :[23]

$$P = K/(e^{rt})N(-d_2) - S\,N(-d_1) \qquad (2.8)$$

[23] Abdul Halim, *op. cit*, h. 116 - 117

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right)+\{r+0{,}5(\sigma^2)\}t}{(\sigma)(\sqrt{t})} \text{ atau } d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right)+r(t)}{(\sigma)(\sqrt{t})} + 0{,}5\,(\sigma)(\sqrt{t})$$

$$d_2 = d_1 - (\sigma)(\sqrt{t})$$

Keterangan :

P = Harga *put option* saat ini

S = Harga saham saat ini

Jadi semakin tinggi harga saham yang bersangkutan (S), semakin rendah nilai *put option*. Semakin rendah harga eksekusi (K), semakin rendah nilai *put option*. Semakin panjang waktu hingga tanggal jatuh tempo (t), semakin tinggi nilai *put option*. Semakin tinggi tingkat bunga bebas resiko (r), semakin rendah nilai *put option*. Semakin tinggi resiko saham biasa (σ), semakin tinggi nilai *put option*.

H. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang terkait dengan penentuan harga opsi tipe Eropa dengan menggunakan model *Black-Scholes* telah dilakukan oleh Anita Rahman dengan judul "Model *Black-Scholes Put-call parity* harga opsi tipe Eropa dengan pembagian dividen" dimana informasi data yang menjadi objek penelitian diperoleh dari situs internet. Penelitian ini bertujuan menentukan model *Black-Scholes* harga *put option* tipe Eropa dengan pembagian dividen serta menentukan *put-call parity* harga opsi tipe Eropa dengan pembagian dividen. Penelitian ini menggunakan metode penelitian studi literatur, variabel yang digunakan diantaranya harga saham saat ini (S), harga *strike* (K), tingkat bunga bebas risiko (r), dividen konstan (q), analisis data menggunakan *software* minitab 15. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu model *Black-Scholes* untuk *put-call parity* harga opsi tipe Eropa dengan pembagian dividen pada keadaan *constant market* dan *continuos market* masing-masing dirumuskan dengan[24]

$$C(S,t)+Ke^{-r(T-t)}=P(S,t)+(S-qe^{-r(T-t)}),$$

Persamaan penelitian terdahulu dengan penelitian ini yaitu pada objek penelitian yang mengambil saham opsi tipe Eropa dengan menggunakan model *Black-Scholes.* Terlebih dahulu ditentukan estimasi volatilitas harga sahamnya berdasarkan *historical price*, kemudian menganalisis nilai *call* dan *put* opsi tipe Eropa berdasarkan model *Black-Scholes*. Perbedaannya yaitu pada variabel yang digunakan. Pada penelitian terdahulu membahas mengenai penentuan model *Black-Scholes* untuk harga opsi jual tipe Eropa dan *put-call parity* harga opsi tipe Eropa dengan pembagian dividen. Sedangkan pada penelitian ini membahas tentang penentuan nilai eksak dari harga opsi tipe Eropa tanpa dividen dengan menggunakan model *Black-Scholes.*

---

[24] Anita Rahman, "*Model Black-Scholes Put-Call Parity tipe Eropa dengan Pembagian Dividen"* (http://p4mrihunismuh.files.wordpress.com/2008/08/model-black-scholes-putcall-parity.pdf), diakses tanggal 28 September 2010.

BAB III
METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian yang bersifat aplikasi *(aplied research)* yaitu dengan mengumpulkan literatur-literatur yang berkaitan dengan permasalahan dalam penelitian ini Selanjutnya, peneliti mempelajari, membahas, dan menjabarkan hasil pengamatan studi serta menggunakan model *Black-Scholes* pada harga saham Barnes Group Inc kemudian dituangkan dalam penulisan karya tulis ini.

B. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan adalah data sekunder. Data sekunder merupakan informasi data yang sudah tersedia. Data dalam penelitian ini yaitu informasi harga saham Barnes Group Inc mulai dari 27 Desember 2010 sampai pada 17 Juni 2011 yang diperoleh dari http://finance.yahoo.com.

C. Prosedur Penelitian

Pada tahap ini akan dilakukan langkah-langkah analisis model *Black-Scholes* dalam menentukan nilai eksak dari harga opsi tipe Eropa kemudian simulasinya dengan menggunakan *software Matlab*. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1) Menentukan persamaan differensial *Black-Scholes* yang diturunkan dari model harga saham dengan asumsi bahwa harga saham mengikuti gerak brown geometrik, dengan persamaan differensial stokastik.

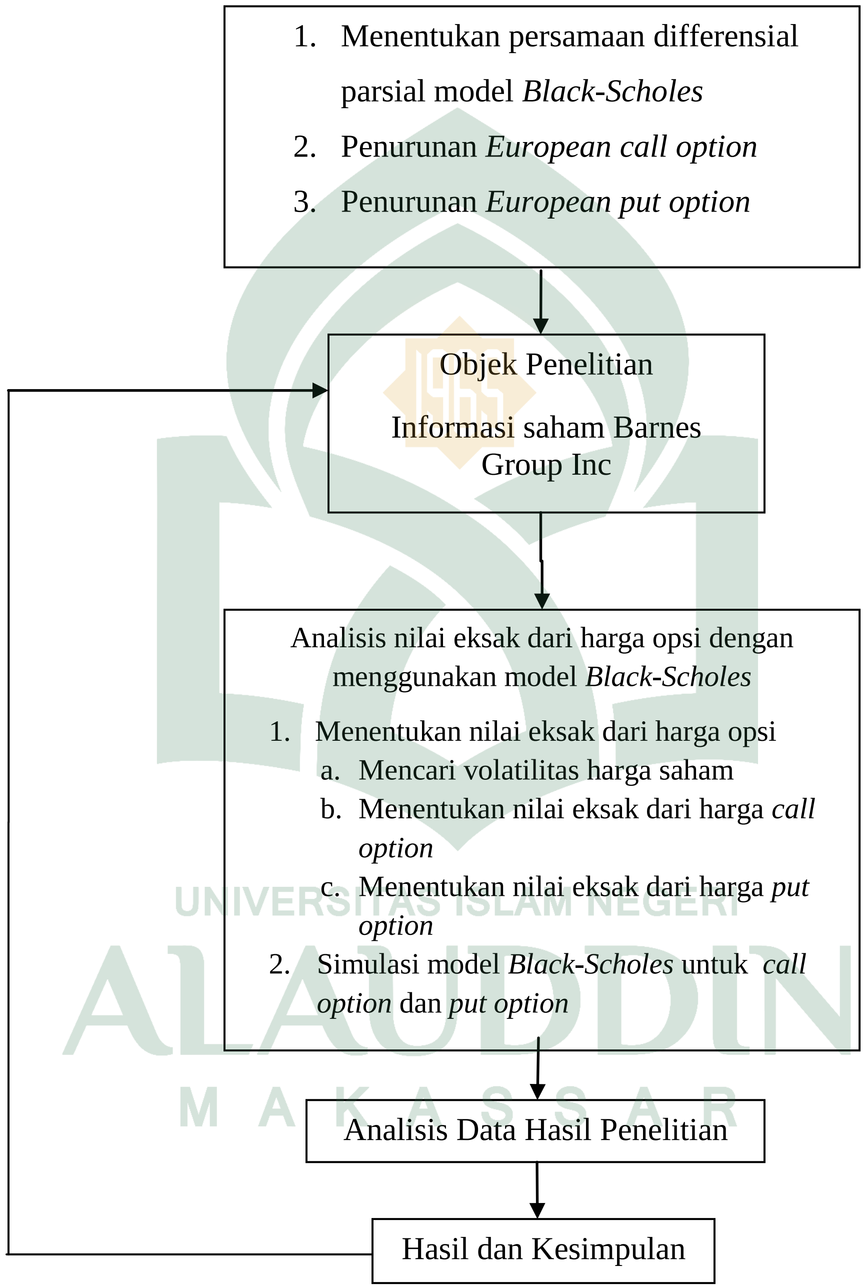
2) Selanjutnya penentuan *European call option* dan *European put option* dengan terlebih dahulu menunjukkan sifat-sifat dasar dari distribusi normal sebagai salah satu asumsi dasar dari model *Black-Scholes*.
3) Selanjutnya estimasi nilai volatilitas harga saham berdasarkan *historical prices*.
4) Selanjutnya analisis data sekunder yang diperoleh berdasarkan informasi data saham Barnes Group Inc berdasarkan *historical price*. Untuk menetukan nilai *fair call* dan *put* opsi tipe Eropa dengan menggunakan model *Black-Scholes*.
5) Simulasi model *Black-Scholes* dalam penentuan harga *call option* dan *put option* dengan menggunakan *software Matlab R2009a.*

D. Analisis Data

Pada penelitian ini analisis data informasi harga saham Barnes Group Inc menggunakan *software* Minitab untuk memperoleh volatilitasnya, kemudian menggunakan rumus *Black-Scholes* dalam penentuan nilai eksak dari harga opsi saham Barnes Group Inc serta *software* Matlab dalam pengolahan data, untuk mengetahui pergerakan harga opsi (V) selama waktu (t) sampai jatuh tempo (*expired date*).

E. Kerangka Alur Penelitian

Kerangka Alur dari penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 1
Kerangka Alur Penelitian

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

I. Hasil Penelitian

A. Profil perusahaan

Barnes Group Inc didirikan pada tahun 1857 oleh Wallace Barnes di Bristol, beroperasi sebagai sebuah perusahaan jasa logistik internasional, dan industri komponen manufaktur di Amerika serikat, Brasil, Kanada, Cina, Jerman, Korea, Meksiko, Singapura, Swedia, Swiss, Thailand, dan Inggris. Saat ini Barnes Group inc beroperasi pada dua segmen jasa yang menyediakan layanan nilai tambah dukungan logistik, termasuk manajemen persediaan, penjualan teknis, dan solusi *supply chain* untuk pemeliharaan, perbaikan, operasi dan perlengkapan produksi dan jasa. Saat ini Barnes Group Inc terdiri dari dua segmen bisnis *global-precision Components*, logistik dan manufaktur/jasa dan telah memperkerjakan lebih dari 5700 karyawan di lebih dari 60 lokasi di seluruh dunia.

Pada tahun 1913 perusahaan terus tumbuh melalui akuisisi, setelah menetap di Kanada pada tahun 1921 Barnes-Gibson-Raymond inc didirikan di Detroit dan di Michigan pada tahun 1922, dan setahun kemudian menjadi *Asosiasi Spring Corporation*. Perusahaan mengakuisisi *Cook Spring* perusahaan Michigan pada tahun 1929 dan FN Manross pada tahun 1937. Raymond Divisi Merchandise dimulai di kota Corry, Pennsylvania pada tahun 1944.

Pada tahun 1945, *Associted Spring Corporation* saham tersebut ditawarkan untuk dijual kepada publik untuk pertama kalinya. Carlyle F.Barnes, cucu besar Wallace Barnes menjadi general manager di perusahaan pada tahun 1951. Asosiasi Spring terdapat pada Coil Spring Corporation of Los Angeles, California pada tahun 1952, mencapai penjualan terakhir sebesar $50 juta untuk pertama kalinya pada tahun 1953. Pada tahun 1954, U.S.S nautilus yaitu kapal selam pertama bertenaga nuklir diluncurkan dengan lebih dari 140 jenis Asosiasi Spring Corporation. Pada tahun 1962 perusahaan membeli *Westmetal Products Company* Los Angeles, California dan Asosiasi Spring Corporation pegas digunakan dalam pengaturan ruang astronot John Glenn dalam penerbangan orbital pertama dari bumi. Pada tahun 1963, *Associated Spring* saham tersebut telah dicatatkan di New York Stock Exchange, dan pada tahun 1964, *Associated Spring* membeli Bowman Produk *Cleveland*, distributor nasional perbaikan dan penggantian suku cadang. Hap Barnes terpilih sebagai ketua dewan dan Wally Barnes cucu besar Wallace Barnes menjadi presiden dan *chief Operating Officer*.

Perusahaan terus membuat sejumlah akuisisi selama era ini, termasuk perusahaan musim semi antara lain : Tevema di Belanda pada tahun 1966, Idap SA Sao Paulo di Brazil pada tahun 1974 dan *Globe Industries* pada tahun 1978. Perusahaan membentuk segmen *Barnes Aerospace* setelah pembelian logam pada tahun 1981 dan Windsor Manufacture pada tahun 1982. Pada tahun 1986, Jet Die dan Teknik Michigan diperoleh dan Flameco Teknik Utah menjadi bagian dari

Barnes Aerospace pada tahun 1986. Pada tahun 1990, *barnes Aerospace* memulai pembangunan fasilitas perbaikan pada jet-mesin di Singapura.

Setelah satu dekade tidak aktif, akuisisi sekali lagi menjadi bagian penting dari strategi pertumbuhan keseluruhan perseroan. Barnes Group Inc membeli gas nitrogen bisnis musim semi dari Teledyne Cairan Systems pada tahun 1999. Pada tahun 2000, perusahaan mengakuisisi Curtis Industri dan dikombinasikan dengan distribusi Bowman untuk membentuk Distribusi Barnes. Pada tahun yang sama, Barnes Group mengakuisisi Kratz-Wilde dan Apex pabrik dari Ohio untuk memperkuat teknologi mesin Jet *barnes Aerospace's*. pada tahun 2001, group mengakuisisi Euro Barnes Bursa Springs Industri Inggris dan Forward dari Michigan. Pada tahun 2004, DE-STA-CO menjadi bagian dari Associated Spring, dan pada tahun 2005, Toolcom perlengkapan Ltd dan service Plus diperoleh dan menjadi bagian dari ditribusi Barnes. Heinz Hanggi dari Swiss diperoleh pada tahun 2006 dan menjadi bagian dari Associated Spring, distributor persediaan MRO di Eropa, diakuisisi tahun yang sama untuk meningkatkan kehadiran Barnes Distribusi di Eropa.

Pada tahun 2008 Barnes Group meluncurkan logo perusahaan yang keenam selama 152 tahun sejarah organisasi. Logo baru ini adalah awal dari transformasi yang menyapu identitas perusahaan perseroan. Desain baru mencerminkan kekuatan internasional perusahaan, serta menyoroti manufaktur dan keunggulan distribusi. Saat ini Barnes Group Inc melanjutkan tradisi akuisisi strategis, inovasi teknis dan kehadiran global.

B. Model *Black-Scholes*

Model *Black-Scholes* merupakan model yang digunakan untuk menentukan harga opsi yang telah banyak diterima masyarakat keuangan. Model ini dikembangkan oleh Fisher Black dan Myron Scholes. Penggunaan model ini terbatas karena hanya dapat digunakan pada penentuan harga opsi tipe Eropa yang hanya dapat dieksekusi pada waktu expiration date saja. Model ini tidak berlaku untuk opsi tipe Amerika, karena opsi Amerika dapat dieksekusi setiap saat sampai waktu *expiration date*. Model *Black-Scholes* dalam menilai suatu opsi yang tidak membayarkan dividen, menggunakan lima variabel, yaitu harga saham, *strike price*, *expiration date*, tingkat bunga, dan volatilitas harga saham. Harga opsi yang dihasilkan oleh model *Black-Scholes* adalah harga yang dianggap *fair* jika opsi tersebut berdasarkan asumsi bahwa opsi yang digunakan merupakan opsi tipe Eropa, tidak memberikan pembayaran dividen, tidak ada biaya transaksi, tingkat bunga bebas resiko diketahui, serta perubahan harga saham mengikuti pola random.

1) Penurunan model *Black-Scholes*

Untuk mencari persamaan diferensial *Black-Scholes* digunakan rumus *ito* untuk dx = a(x,t)dt + c(x.t)dW_t , dimana parameter a dan b adalah fungsi dari nilai variabel yang mendasari yaitu x dan t yang memenuhi persamaan berikut

$$dx = \mu(x,t)dt + \sigma(x,t)dWt$$

Kemudian berdasarkan persamaan (2.4) dapat ditunjukkan bahwa:

$$df = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\mu + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}\sigma^2 \right)dt + \frac{\partial f}{\partial x}\sigma dWt \tag{4.1}$$

Sebuah opsi dan kondisi saham diasumsikan mengikuti gerak Brownian dengan persamaan diferensial stokastik

$$dS = \mu S dt + \sigma S dWt$$

Misal V(S,t) adalah harga sebuah opsi yang tergantung pada saham S dan pada waktu t, maka rumus *ito* (4. 1) diatas menjadi :

$$dV(S,t) = \left(\mu S \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right)dt + \sigma S \frac{\partial V}{\partial S} dWt$$

Nilai portofolio π yang terdiri dari opsi V dengan perubahan saham pada jangka pendek, yaitu :

$$\pi = V - \frac{\partial V}{\partial S} S \tag{4.2}$$

Perubahan nilai portofolio dπ pada interval waktu singkat dt yaitu :

$$d\pi = dV - \frac{\partial V}{\partial S} dS$$

$$d\pi = \left(\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial S}\mu s + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2}\right)dt + \frac{\partial V}{\partial S}\sigma S dWt - \frac{\partial V}{\partial S}(\mu S dt + \sigma S dWt)$$

$$d\pi = \frac{\partial V}{\partial t}dt + \frac{\partial V}{\partial S}\mu s dt + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2}dt + \frac{\partial V}{\partial S}\sigma S dWt - \frac{\partial V}{\partial S}\mu S dt - \frac{\partial V}{\partial S}\sigma S dWt$$

$$d\pi = \frac{\partial V}{\partial t}dt + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2}dt + \frac{\partial V}{\partial S}\sigma S dWt - \frac{\partial V}{\partial S}\sigma S dWt$$

$$d\pi = \frac{\partial V}{\partial t}dt + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2}dt \tag{4.3}$$

portofolio merupakan gabungan dari aset-aset. Pada persamaan di atas tidak terdapat dWt yang merupakan gerak random Brownian sehingga portofolio ini dikatakan tidak beresiko (*riskless*) pada waktu t. gerak Brownian menyebabkan adanya perubahan harga. Portofolio ini konstan maka portofolio akan memiliki return yang sama dengan return sekuritas bebas risiko lainnya. Jadi persamaan yang menunjukkan adanya persamaan return portofolio dengan return sekuritas bebas resiko lainnya adalah

$$d\pi = r\, \pi\, dt \qquad (4.4)$$

Dimana r adalah suku bunga bebas resiko.

Dengan mensubtitusi dπ dan π dari persamaan (4.2) dan (4.3) maka diperoleh :

$$\left(\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2}\right)dt = r\left(V - \frac{\partial V}{\partial S} S\right)dt$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS\frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0 \qquad (4.5)$$

Persamaan di atas merupakan persamaan diferensial *Black-Scholes* yang digunakan untuk menentukan harga opsi.

2) Derivatif Eropean Call option

Harga dari *Eropean call option* C (S,t) dengan harga kesepakatan (*exercise price*) K dan tanggal jatuh tempo T. Jika pada tanggal jatuh tempo S > K maka *call option* akan bernilai, maka pembeli opsi akan mempergunakan haknya dengan membeli saham sebesar nilai K dan akan menjualnya dengan harga S, sehingga pembeli opsi untung sebesar S – K. sebaliknya jika pada tanggal jatuh tempo S < K maka pembeli opsi tidak perlu menggunakan haknya, dalam kondisi ini pembeli opsi hanya rugi sebesar harga yang dibayarkan untuk membeli kontrak opsi (premi). Adapun nilai atau harga opsi dapat dituliskan sebagai berikut :

$C(S, T) = \text{maks}\ (S – K, 0)$

Persamaan di atas menunjukkan harga S tidak bergerak atau S = 0, maka persamaan di atas menjadi C (0, T) = 0, namun ketika S → ~ maka semakin mungkin opsi akan dieksekusi.

Persamaan *Black-Scholes* untuk menghitung *call option* berdasarkan persamaan (2.5) adalah :

$C = S \times N(d_1) + K/(e^{rt})N(d_2)$

Black-Scholes menggunakan saham tanpa dividen sebagai aset dasar. Harga saham cenderung naik, oleh karena itu peluang kenaikan harga lebih besar dibanding dengan peluang penurunan harga. Kecenderungan kenaikan harga ini membuat harga saham pada periode jatuh tempo menyebar lognormal. Pada rumus *Black-Scholes* terdapat faktor ln (S/K) pada nilai d yang menyebar normal. Ln (S/K) menyebar normal artinya S menyebar log normal. Lognormal artinya ln dari harga aset dasar menyebar normal.

N(z) adalah standar distribusi normal berdasarkan persamaan (2.2) maka fungsi kepadatan peluangnya adalah

$$n(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}z^2} \; dengan -\infty < z < \infty \qquad (4.6)$$

akan dibuktikan bahwa $N(d_1)$ memenuhi standar distribusi normal dengan persamaan

$$S\,N(d_1) = K\,e^{-rt}\,N(d_2) \qquad (4.\ 7)$$

Dengan S adalah harga saham pada waktu t, berdasarkan persamaan (2.7) dapat ditunjukkan nilai d_2 sebagai berikut:

$$d_2 = \frac{\ln(\frac{S}{K}) + (r - \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma\sqrt{t}} \qquad (4.\ 8)$$

Selanjutnya diketahui nilai $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$, maka dapat ditunjukkan

$$N(d_1) = N(d_2 + \sigma\sqrt{t})$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp[-\frac{1}{2}(d_2 + \sigma\sqrt{t})^2]$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp[-\frac{d_2^2}{2} - \sigma d_2\sqrt{t} - \frac{1}{2}\sigma^2(t)]$$

$$= N(d_2)\exp[-\sigma d_2\sqrt{t} - \frac{1}{2}\sigma^2 t]$$

Dengan mensubtitusi persamaan (4.7) maka akan diperoleh

$$N(d_1) = N(d_2)\exp\left[-\sigma\left[\frac{\ln(\frac{S}{K}) + \left[r - \frac{\sigma^2}{2}\right]t}{\sigma\sqrt{t}}\right]\sqrt{t} - \frac{1}{2}\sigma^2 t\right]$$

$$= N(d_2)\exp\left[-\ln(\frac{S}{K}) - r(t) + \frac{\sigma^2}{2}(t) - \frac{\sigma^2}{2}(t)\right]$$

$$= N(d_2)\exp\left[-\ln(\frac{S}{K}) - rt\right]$$

$$= N(d_2)\exp\left[-\ln(\frac{S}{K})\right]\exp[-rt]$$

$$= N(d_2)\exp\left[\ln(\frac{K}{S})\right]\exp[-rt]$$

$$= N(d_2)\frac{K}{S}\exp[-rt]$$

$SN(d_1) = N(d_2)Ke^{-rt}$ (terbukti)

Misalkan V adalah distribusi log-normal dan standar deviasi dari ln V adalah w, maka maksimum ekspektasi dari selisih V dan K adalah:

E[maks(V – K0,0)] = E(V)N(d_1) – KN(d_2) (4.9)

Misalkan sebuah *call option* tanpa dividen yang jatuh tempo pada waktu T dengan *strike price* K, harga saham S_0, *risk rate* r, dan volatility σ. maka harga *call* C adalah

$$C = e^{-rt} E[maks(S_T - K, 0)] \quad (4.\ 10)$$

Dengan S_T adalah harga saham pada saat T dengan asumsi bahwa S_T adalah lognormal, berdasarkan persamaan (2.3), jika volatilitasnya nol (σ = 0) dapat ditunjukkan bahwa :

$$\frac{ds}{s} = \mu dt$$

Apabila S tumbuh secara kontinu dari periode awal (0) hingga periode t, maka persamaan di atas dapat diintegralkan dengan batas [0, T] diperoleh

$$\int_0^T \frac{ds}{s} = \int \mu dt$$

$$\ln(S_T - S_0) = \mu t$$

$$\ln \frac{S_T}{S_0} = \mu t$$

$$\frac{S_T}{S_0} = e^{\mu t}$$

$$S_T = S_0 e^{\mu t} \tag{4. 11}$$

Parameter µ merupakan parameter konstan, maka dalam mengaplikasikan µ dapat dianggap sebagai r, dimana r digunakan sebagai notasi bunga bebas resiko, maka dapat pula dikatakan µ sebagai tingkat ekspektasi dari return saham. Dengan demikian persamaan di atas dapat pula dituliskan sebagai berikut

$$E(S_T) = S_0 e^{rT}$$

Kemudian dengan mensubtitusikan persamaan (4.8) pada persamaan (4.9) maka diperoleh

$$C = e^{-rt} E[maks(S_T - K, 0)]$$
$$= e^{-rt}[E(V)N(d_1) - KN(d_2)]$$
$$= e^{-rt}[E(S_T)N(d_1) - KN(d_2)]$$
$$C = e^{-rT}[S_0 e^{rT} N(d_1) - KN(d_2)]$$

Atau

$$C = S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2) \quad \text{(terbukti)}$$

3) ***European put option***

Harga dari *Eropean put cption* P (S,t) dengan harga kesepakatan (*exercise price*) K dan tanggal jatuh tempo T. Jika pada tanggal jatuh tempo K > S maka *put option* akan bernilai, maka pembeli opsi akan mempergunakan haknya dengan membeli saham dengan harga S dan akan menjualnya dengan nilai K, sehingga pembeli opsi untung sebesar K – S. sebaliknya jika pada tanggal jatuh tempo K < S maka pembeli opsi tidak perlu menggunakan haknya, dalam kondisi ini pembeli opsi hanya rugi sebesar harga yang dibayarkan untuk membeli kontrak opsi (premi). Adapun nilai atau harga opsi dapat dituliskan sebagai berikut :

$P(S, T) = \text{maks}(K - S, 0)$

Persamaan di atas menunjukkan jika harga S semakin tinggi atau $S \rightarrow \sim$, maka persamaan di atas menjadi P (0, T) = 0, namun ketika S = 0 maka semakin mungkin opsi akan dieksekusi.

Misalkan F adalah distribusi log-normal dan standar deviasi dari ln F adalah x. maka nilai ekspektasi dari selisih F dengan K adalah

$$E[\text{maks}(K - F,0)] = KN(-d_2) - E(F)N(-d_1) \qquad (4.\ 12)$$

Misalkan sebuah *put option* tanpa dividen yang jatuh tempo pada waktu T dengan *strike price* K, harga saham S_0, *risk rate* r, dan volatility σ . maka harga *put* P adalah

$$P = e^{-rt} E[maks(K - S_T, 0)] \qquad (4.\ 13)$$

Dengan S_T adalah harga saham pada saat T dengan asumsi bahwa S_T adalah lognormal, maka dapat pula dituliskan

$$E(S_T) = S_0 e^{rT}$$

Kemudian dengan mensubtitusikan persamaan (4.11) pada persamaan (4.12) maka diperoleh

$$\begin{aligned} P &= e^{-rt} E[maks(K - S_T, 0)] \\ &= e^{-rt}[KN(-d_2) - E(V)N(-d_1)] \\ &= e^{-rt}[-KN(-d_2) - E(S_T)N(-d_1)] \end{aligned}$$

$$P = e^{-rT}[KN(-d_2) - S_0 e^{rT} N(-d_1)]$$

Atau

$$P = Ke^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$ (terbukti)

4) Volatilitas harga saham

Untuk mengestimasi σ secara empiris, harga saham diamati dalam interval waktu yang tetap, misalnya setiap hari, seiap minggu atau bulan.

Misalkan : [25]

n = Jumlah pengamatan

S_i = harga saham pada akhir interval ke-i (i=0, 1, …., n)

r = panjang interval waktu pengamatan.

Dan misalkan

---

[25]Hadi Ismail, "*Implementasi Simulasi Monte Carlo dalam Aproksimasi Nilai Opsi Put Amerika* " www.lontar.ui.ac.id/file?file=digital/...**Implementasi**%20metode-monte-carlo.c, diakses tanggal 26 juni 2011.

$$u_i = \ln(\frac{S_i}{S_{i-1}}) = \ln S_i - \ln S_{i-1} \tag{4.14}$$

untuk i = 1, 2, …, n.

Besar estimasi standar deviasi s dari u_i adalah

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(u_i - \bar{u})^2} \tag{4.15}$$

Dimana $\bar{u}$ adalah mean dari u_i, standar deviasi dari u_i adalah $\sigma\sqrt{\tau}$, dengan kata lain s dapat mengestimasi $\sigma\sqrt{\tau}$. kemudian volatilitas σ itu sendiri dapat diestimasi oleh $\hat{\sigma}$ dengan

$$\hat{\sigma} = \frac{s}{\sqrt{\tau}} \text{ , dimana } \tau = \frac{1}{T} \tag{4.16}$$

Pada penelitian ini menggunakan interval waktu perhari dan analisis data menggunakan *software* Minitab. Berikut merupakan data harga penutupan (*closing price*) saham Barnes Group Inc berdasarkan *historical price* (Lampiran I), untuk *call option* mulai dari tanggal 26 April 2011 sampai masa *expired date* yaitu 17 Juni 2011, sedangkan untuk *put option* mulai dari tanggal 27 Desember 2010 sampai 17 Juni 2011 yang diperoleh dari http://www.finance.yahoo.com.

Tabel 4. 1

Data harga penutupan (*closing price*)

Saham Barnes Group Inc

No	Tanggal	Closing Price
1	26/4/2011	23.49
2	27/4/2011	23.82
3	28/4/2011	23.72
4	29/4/2011	24.74
5	2/5/2011	24.54
6	3/5/2011	24.81
7	4/5/2011	24.48
8	5/5/2011	24.98
9	6/5/2011	24.99
10	9/5/2011	25.4
11	10/5/2011	25.82
12	11/5/2011	25.11
13	12/5/2011	25.1
14	13/5/2011	24.33
15	16/5/2011	24.33
16	17/5/2011	23.83
17	18/5/2011	24.27
18	19/5/2011	24.19
19	20/5/2011	23.84
20	23/5/2011	23.29
21	24/5/2011	23.26
22	25/5/2011	23.73
23	26/5/2011	23.65
24	27/5/2011	23.96
25	31/5/2011	24.11
26	1/6/2011	23.03
27	2/6/2011	23.11
28	3/6/2011	23.49
29	6/6/2011	22.28
30	7/6/2011	22.19
31	8/6/2011	22.01

No	Tanggal	Closing Price
32	9/6/2011	22.3
33	10/6/2011	22.11
34	13/6/2011	22.47
35	14/6/2011	23.07
36	15/6/2011	22.56
37	16/6/2011	22.75
38	17/6/2011	23.16

Sumber : http://finance.yahoo.com

Berdasarkan tabel di atas untuk mengetahui volatilias harga saham pada *call option*, diketahui jumlah pengamatan (n) adalah 38, maka S_i menggunakan interval i = 1 – 38. S_i merupakan harga saham pada waktu ke-i, estimasi standar deviasi s dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (4.13) dan analisisnya menggunakan *software* Minitab (Lampiran V), setelah nilai u_i diketahui maka nilai s dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(u_i - \bar{u})^2}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{38-1}\sum_{i=1}^{38}(u_1 - \bar{u})^2 + (u_2 - \bar{u})^2 + \ldots + (u_{38} - \bar{u})^2}$$

$$s = 0,0195932$$

Dimana $\bar{\mu}$ adalah mean dari u_i, standar deviasi dari u_i adalah $\sigma\sqrt{\tau}$, dengan kata lain s dapat mengestimasi $\sigma\sqrt{\tau}$. kemudian volatilitas varian itu sendiri dapat diestimasi oleh $\hat{\sigma}$ sebagai berikut :

$$\hat{\sigma} = \frac{s}{\sqrt{\tau}}\text{, dimana }\ \tau = \frac{1}{T}$$

$$\hat{\sigma} = \frac{0,0195932}{\sqrt{\frac{1}{38}}}$$

$$\hat{\sigma} = 0,120781$$

Maka nilai dari volatilitas harga saham untuk *call option* adalah sebesar $\hat{\sigma}$ = 0,120781 atau 12,07%

Tabel 4. 2

Data harga penutupan (*closing price*)

Saham Barnes Group Inc

No	Tanggal	closing price	No	Tanggal	Closing Price	No	Tanggal	Closing Price
1	27/12/10	21.11	**41**	23/2/2011	20.7	**81**	20/4/2011	22
2	28/12/10	21.05	**42**	24/2/2011	20.86	**82**	21/4/2011	22.4
3	29/12/10	21.14	**43**	25/2/2011	21.04	**83**	25/4/2011	22.57
4	30/12/10	20.91	**44**	28/2/2011	21.28	**84**	26/4/2011	23.49
5	31/12/10	20.67	**45**	1/3/2011	20.75	**85**	27/4/2011	23.82
6	3/1/2011	21.01	**46**	2/3/2011	20.97	**86**	28/4/2011	23.72
7	4/1/2011	20.39	**47**	3/3/2011	21.64	**87**	29/4/2011	24.74
8	5/1/2011	20.53	**48**	4/3/2011	21.32	**88**	2/5/2011	24.54
9	6/1/2011	20.44	**49**	7/3/2011	20.85	**89**	3/5/2011	24.81
10	7/1/2011	20.35	**50**	8/3/2011	21.21	**90**	4/5/2011	24.48
11	10/1/2011	20.35	**51**	9/3/2011	21.03	**91**	5/5/2011	24.98
12	11/1/2011	20.4	**52**	10/3/2011	20.75	**92**	6/5/2011	24.99
13	12/1/2011	20.53	**53**	11/3/2011	20.76	**93**	9/5/2011	25.4
14	13/1/2011	20.31	**54**	14/3/2011	20.74	**94**	10/5/2011	25.82
15	14/1/2011	20.35	**55**	15/3/2011	20.69	**95**	11/5/2011	25.11
16	18/1/2011	20.49	**56**	16/3/2011	20.56	**96**	12/5/2011	25.1
17	19/1/2011	20.04	**57**	17/3/2011	20.52	**97**	13/5/2011	24.33

No	Tanggal	Closing Price		No	Tanggal	Closing Price		No	Tanggal	Closing Price
18	20/1/2011	19.92		**58**	18/3/2011	21.04		**98**	16/5/2011	24.33
19	21/1/2011	19.77		**59**	21/3/2011	21.42		**99**	17/5/2011	23.83
20	24/1/2011	20.04		**60**	22/3/2011	21.34		**100**	18/5/2011	24.27
21	25/1/2011	19.97		**61**	23/3/2011	21.24		**101**	19/5/2011	24.19
22	26/1/2011	20.55		**62**	24/3/2011	21.24		**102**	20/5/2011	23.84
23	27/1/2011	20.23		**63**	25/3/2011	21.11		**103**	23/5/2011	23.29
24	28/1/2011	19.68		**64**	28/3/2011	20.86		**104**	24/5/2011	23.26
25	31/1/2011	19.82		**65**	29/3/2011	21.06		**105**	25/5/2011	23.73
26	1/2/2011	20.49		**66**	30/3/2011	21.1		**106**	26/5/2011	23.65
27	2/2/2011	20.35		**67**	31/3/2011	20.88		**107**	27/5/2011	23.96
28	3/2/2011	20.26		**68**	1/4/2011	20.95		**108**	31/5/2011	24.11
29	4/2/2011	19.9		**69**	4/4/2011	20.96		**109**	1/6/2011	23.03
30	7/2/2011	20.51		**70**	5/4/2011	21		**110**	2/6/2011	23.11
31	8/2/2011	20.71		**71**	6/4/2011	21.24		**111**	3/6/2011	23.49
32	9/2/2011	20.69		**72**	7/4/2011	21.12		**112**	6/6/2011	22.28
33	10/2/2011	20.72		**73**	8/4/2011	20.91		**113**	7/6/2011	22.19
34	11/2/2011	20.9		**74**	11/4/2011	20.95		**114**	8/6/2011	22.01
35	14/2/2011	21.64		**75**	12/4/2011	20.68		**115**	9/6/2011	22.3
36	15/2/2011	21.38		**76**	13/4/2011	20.54		**116**	10/6/2011	22.11
37	16/2/2011	21.43		**77**	14/4/2011	20.6		**117**	13/6/2011	22.47
38	17/2/2011	21.73		**78**	15/4/2011	20.99		**118**	14/6/2011	23.07
39	18/2/2011	20.71		**79**	18/4/2011	20.77		**119**	15/6/2011	22.56
40	22/2/2011	20.66		**80**	19/4/2011	21.04		**120**	16/6/2011	22.75
Expired date								**121**	17/6/2011	23.16

Sumber : http://finance.yahoo.com

Berdasarkan tabel di atas untuk mengetahui volatilias harga saham pada *put option*, diketahui jumlah pengamatan (n) adalah 121, maka S_i menggunakan interval i = 1 – 121. S_i merupakan harga saham pada waktu ke-i, estimasi standar deviasi s dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (3. 3) dan analisisnya menggunakan *software* Minitab (Lampiran

VI), setelah nilai u_i diketahui maka nilai s dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(u_i - \bar{u})^2}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{121-1}\sum_{i=1}^{121}(u_1 - \bar{u})^2 + (u_2 - \bar{u})^2 + \ldots + (u_{121} - \bar{u})^2}$$

$$s = 0,0170443$$

Seperti pada volatilitas saham call option di atas, maka volatilitas varian dapat diestimasi sebagai berikut :

$$\hat{\sigma} = \frac{s}{\sqrt{\tau}}, \text{ dimana } \tau = \frac{1}{T}$$

$$\hat{\sigma} = \frac{0,0170443}{\sqrt{\frac{1}{121}}}$$

$$\hat{\sigma} = 0,187488$$

Maka nilai volatilitas harga saham untuk *put option* adalah sebesar 0,187488 atau 0,187 %.

5) Analisis data

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder Barnes Group Inc . Berikut ini merupakan analisis data secara manual untuk menentukan nilai eksak dari harga *call option* dan *put option* tipe Eropa dengan menggunakan model *Black-Scholes*.

a) Analisis penilaian *call option*.

Berdasarkan informasi opsi (B110618C00020000) saham Barnes Group Inc (Lampiran IV), yang diperdagangkan pada 26 April 2011 dan jatuh tempo (*expired date*) pada 17 Juni 2011, maka nilai t yaitu 0,1038 atau 0,1 (dengan mengambil 1 tahun = 366 hari) diperoleh harga penyerahan (*strike*) sebesar \$20, harga saham pada awal perdagangan yaitu pada 26 April 2011 sebesar \$23.49, tingkat bunga bebas risiko yaitu sebesar 0.25% (Lampiran II), dan volatilitas harga saham sebesar 0.120781 atau 12.07% Maka harga *call option* dapat dihitung sebagai berikut :

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{S_0}{K}) + (r + \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$= \frac{\ln\left(\frac{23,49}{20}\right) + \left(0,0025 + \frac{(0,12)^2}{2}\right)0,1}{0,12\sqrt{0,1}}$$

$$= \frac{\ln(1,17) + (0,0025 + 0,0072)0,1}{0,0379}$$

$$= \frac{0,1570 + 0,00097}{0,0379}$$

$$= \frac{0,1580}{0,0379}$$

$$= 4,1681$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

$$= 4,1681 - 0,0379$$

$$= 4,1302$$

Berdasarkan nilai d_1 dan d_2 maka dapat diperoleh nilai N(d1) dan N(d2) yang digunakan untuk mencari nilai *call option* berdasarkan rumus pada persamaan (2. 4) sebagai berikut :

$$
\begin{aligned}
C &= S_0 N(d_1) - Ke^{-rt} N(d_2) \\
&= (23,49) N(4,1681) - 20\left(2,7183\right)^{-(0,0025x0,1)} N(4,1302) \\
&= (23,49x1) - 20\left(2,7183\right)^{-(0,00041675)} (1) \\
&= 23,49 - (20x0,9998) \\
&= 23,49 - 19,9950 \\
&= \$3,4940
\end{aligned}
$$

Setelah dihitung berdasarkan model *Black-Scholes* dapat dilihat bahwa nilai eksak dari harga *call option* tersebut yaitu $3,4940 dan sekaligus merupakan nilai yang *fair* untuk opsi tersebut.

Berdasarkan *historical price* dapat dilihat bahwa harga saham pada akhir kontrak (*expired date*) lebih besar daripada harga penyerahan (*strike*) ini berarti S > K. Pada kondisi ini sangat memungkinkan bagi investor untuk mempergunakan haknya maka investor akan untung sebesar selisih harga saham (S) dengan harga penyerahan yaitu $23,16 - $20 = $3,16. Tetapi apabila pihak pertama dalam hal ini penjual opsi memperjualkan *call option* sebesar $3,4979 (berdasarkan model *Black-Scholes*) maka dalam situasi ini penjual dan pembeli *call option* tersebut mencapai titik impas yaitu tidak ada yang dirugikan. Namun apabila investor tidak menggunakan haknya maka investor hanya akan rugi sebesar harga premi yaitu sebesar \$3,4940.

b) Analisis penilaian *put option*

Berdasarkan informasi *put option* (B110618P00017500) saham Barnes Group Inc (Lampiran III), yang diperdagangkan pada 27 Desember 2010 dan jatuh tempo (*expired date*) pada 17 juni 2011, maka nilai dari t yaitu 0,33 (dimana 1 tahun = 366) diperoleh harga penyerahan (*strike*) sebesar \$17,5, harga saham pada awal perdagangan yaitu pada 27 Desember 2010 sebesar \$21,11, tingkat bunga bebas risiko yaitu sebesar 0.25%, dan volatilitas harga saham sebesar 0,187488 atau 18,75%. Maka harga *put option* dapat dihitung sebagai berikut :

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{S_0}{K}) + (r + \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$= \frac{\ln\left(\frac{21,11}{17,5}\right) + \left(0,0025 + \frac{(0,187)^2}{2}\right)0,33}{0,187\sqrt{0,33}}$$

$$= \frac{\ln(1,2063) + (0,0025 + 0,0175)0,33}{0,1074}$$

$$= \frac{0,1876 + 0,0066}{0,1074}$$

$$= \frac{0,1942}{0,1074}$$

$$= 1,8082$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{0,33}$$

$$= 1,8082 - 0,1074$$
$$= 1,7008$$

Berdasarkan nilai d_1 dan d_2 dapat dihitung nilai dari $N(d_1)$ dan $N(d_2)$ untuk menghitung nilai dari *put option* berdasarkan rumus pada persamaan (2. 5) sebagai berikut :

$$P = Ke^{-rt}N(-d_2) - S_0N(d_1)$$
$$= (17,5)x(2,7183)^{-(0,000825)}N(-1,7008) - (21,11)N(-1,8082)$$
$$= (17,5)x(0,9992)x(0,0445) - (21,11)x(0,0353)$$
$$= (0,7787x0,9992) - 0,7452$$
$$= 0,7781 - 0,7452$$
$$= \$0,0329$$

Setelah dihitung berdasarkan model *Black-Scholes* dapat dilihat bahwa nilai eksak untuk *put option* tipe Eropa tersebut yaitu \$0,0329 yang sekaligus merupakan nilai yang *fair* untuk opsi *put* tersebut.

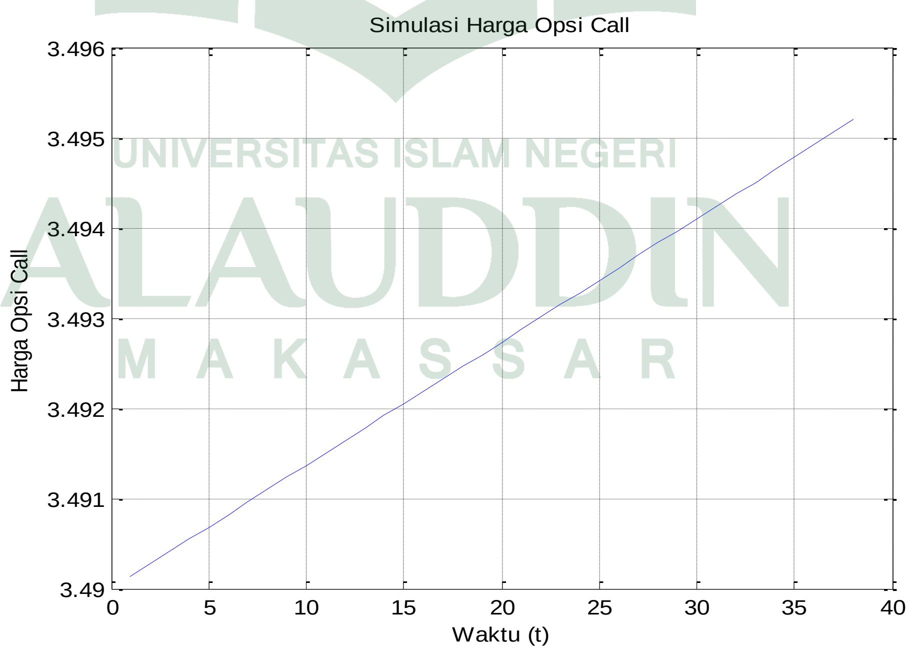
Berdasarkan *historical price* dapat dilihat bahwa harga *strike* lebih rendah daripada harga saham pada tanggal 27 Desember 2010 yaitu pada saat dimulainya kontrak (S_0) sebesar \$21,11. Ini berarti nilai *put option* juga rendah yaitu hanya sebesar \$0,0329. Juga dapat dilihat pada saat *expired date* yaitu tanggal 17 Juni 2011 harga saham sebesar \$23,16 lebih besar daripada harga *strike* yaitu sebesar \$17,5, maka *put option* bernilai nol. Keadaan ini dinamakan *out of the Money*. Investor otomatis tidak akan mempergunakan haknya, karena *put option* bernilai nol maka investor akan rugi sebesar harga premi yaitu sebesar \$0,0329.

6) Simulasi model *Black-Scholes*

Untuk menentukan simulasi model *Black-Scholes* dalam menentukan nilai eksak dari harga *call option dan put option* tipe Eropa digunakan software Matlab R2009a, dan hasilnya adalah sebagai berikut :

a) European call option

Call option (B110618C00020000) saham Barnes Group Inc dengan *strike price* senilai \$20, harga saham awal yaitu senilai \$23,49, tingkat bunga bebas risiko 0,25% dan volatilitas harga saham sebesar 12,07% diperdagangkan dalam waktu 38 hari, maka harga *call option* dapat dihitung dengan menggunakan *software* Matlab sebagai berikut :

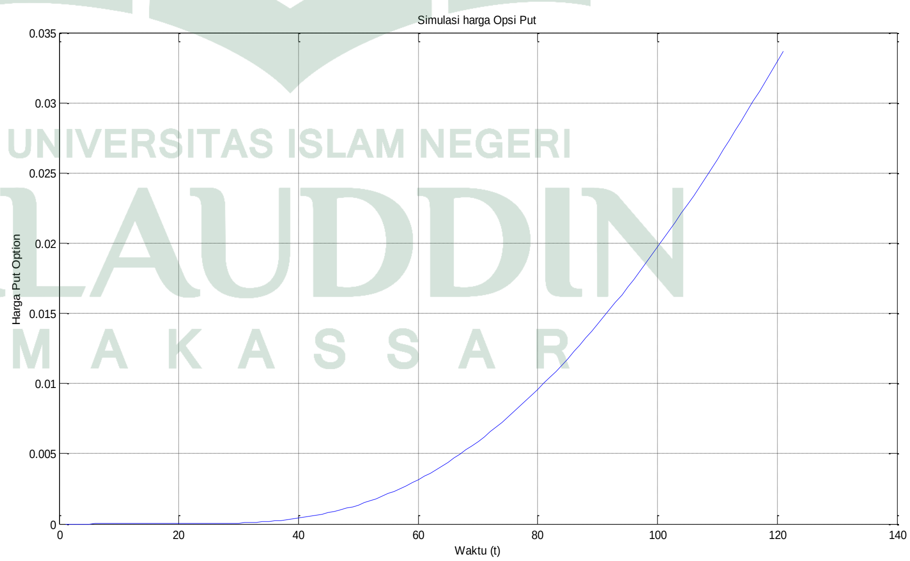


Gambar 4. 1 Simulasi Harga *Call Option*

Setelah dihitung menggunakan *software* Matlab, diperoleh nilai N(d1) = 0,99998 dan N(d2) = 0,99998 dan harga *call option* sebesar \$3,4952 (Lampiran VII). Pada gambar 4.1 dapat dilihat arah pergerakan harga *call option* semakin hari semakin tinggi, hal ini menunjukkan semakin lama waktu yang tersisa hingga jatuh tempo maka semakin tinggi nilai *call option*, ini berarti faktor waktu (t) sangat memengaruhi nilai *call option*.

b) *European put option*

Put option (B110618P00017500) saham Barnes Group Inc dengan *strike price* senilai \$217,5, harga saham awal yaitu senilai \$21,11, tingkat bunga bebas risiko 0,25% dan volatilitas harga saham sebesar 18,75% diperdagangkan dalam waktu 121 hari, maka harga *put option* dapat dicari dengan menggunakan *software* Matlab sebagai berikut



Gambar 4. 2 Simulasi Harga *Put Option*

Setelah perhitungan menggunakan *software* matlab diperoleh nilai N(d1) = 0,035836 dan N(d2) = 0,045191 kemudian nilai *put option* sebesar $0,033689 (lampiran VII). Pada gambar 4. 2 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu yang tersisa hingga jatuh tempo maka semakin tinggi harga *put option*.

II. Pembahasan

Berdasarkan *historical price* saham Barnes Group Inc dari tanggal 27 Desember 2010 sampai tanggal 17 Juni 2011, diperoleh nilai eksak dari harga *call option* (B110618C00020000) berdasarkan model *Black-Scholes* dari tanggal 26 April 2011 sampai tanggal 17 Juni 2011 yaitu sebesar $3,4940, sedangkan harga *strike*nya yaitu $20 dan harga saham awal yaitu $23.49 kemudian harga saham pada saat *expired date* yaitu sebesar $23,16, karena harga *strike* lebih kecil dari pada harga saham awal maka sangat besar kemungkinan akan terjadi peningkatan nilai selama masa kontrak opsi berlangsung sebesar selisih harga saham pada saat jatuh tempo dengan harga *stike*nya yaitu $23,16 - $20 = $3,16.

Sedangkan pada *put option* (B110618P00017500) diperoleh nilai eksak dari harga opsi tersebut berdasarkan model *Black-Scholes* yaitu sebesar $0,0329, dengan melihat harga *strike* yaitu sebesar $17,5 dan harga saham awal yaitu $21,11, karena harga *strike* lebih kecil dari harga saham awal maka *put option* akan mengalami penurunan nilai, hal ini dapat dilihat pada saat *expired date* harga saham meningkat menjadi $23,16 ini berarti *put option* bernilai nol atau tidak akan dieksekusi.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penjualan *call option* hanya akan memberikan keuntungan maksimum sebesar harga premi dan kerugian maksimum tidak terbatas tergantung dari kenaikan harga saham yang terjadi di pasar, meskipun demikian kerugian itu dapat diminimalisasi dengan perhitungan model *Black-scholes* untuk menganalisis nilai *fair* dari harga *call option* tersebut, sehingga nilai yang keluar akan sebanding dengan selisih harga saham pada saat *expired date* dengan harga *strike*nya.

Pada grafik simulasi harga *call option* dapat dilihat bahwa semakin lama waktu yang tersisa hingga jatuh tempo maka semakin tinggi nilai dari harga *call option*, ini menunjukkan bahwa faktor waktu (t) sangat mempengaruhi nilai dari *call option*. Begitupun untuk grafik simulasi harga *put option*, dapat dilihat faktor waktu (t) sangat mempengaruhi nilai dari harga *put option*.

Dari segi agama dapat pula disimpulkan bahwa dalam jual beli haruslah berdasarkan kesepakatan bersama dan tidak ada paksaan dari pihak manapun jadi transaksi yang dilakukan berdasarkan suka sama suka dan sangat penting pula menuliskan suatu transaksi atau jual beli yang dilakukan secara tidak tunai, transaksi tersebut dituliskan dalam sebuah kontrak antara dua pihak yaitu penjual dan pembeli agar tidak terjadi kesalahfahaman dalam penjualan tersebut karena telah dituliskan secara jelas dalam kontrak. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam QS. Al-Baqarah : 282 yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya yaitu tentang bermuamalah secara tidak tunai, serta penjelasan pada QS. Annisa : 29 yaitu perdagangan atas dasar suka sama suka.

BAB V
PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1) Hasil analisis model *Black-Scholes* untuk menentukan nilai eksak dari harga opsi tipe Eropa adalah sebagai berikut :
   a. Nilai eksak harga *call option* saham Barnes Group Inc sebesar \$3,4940, nilai ini menunjukkan bahwa penjual dan pembeli opsi berada pada titik impas.
   b. Nilai eksak harga *put option* saham Barnes Group Inc sebesar \$0,0329, nilai ini menunjukkan bahwa opsi tersebut dalam keadaan *Out of the Money* dimana *put option* bernilai nol dan tidak akan dieksekusi.
2) Simulasi model *Black-Scholes* dalam menentukan harga *call option* dan *put option* adalah sebagai berikut :

   Hasil simulasi model *Black-Scholes* dalam menentukan harga *call option* dan *put option* diperoleh bahwa semakin lama waktu yang tersisa hingga jatuh tempo maka akan semakin tinggi harga opsi baik untuk *call option* maupun *put option*.

B. Saran

1) Skripsi ini membahas penentuan nilai eksak dari harga opsi tipe Eropa dengan menggunakan model *Black-Scholes*. Bagi peneliti selanjutnya yang tertarik

dengan topik ini dapat dikembangkan dengan pendekatan numerik atau dapat juga menggunakan model lain dalam penentuan harga opsi tipe Eropa, misalnya dengan metode binomial.

2) Bagi investor (pelaku pasar modal) dapat mempertimbangkan untuk berinvestasi dengan memperjualbelikan opsi tipe Eropa dan menganalisis harga yang *fair* untuk opsi tersebut dengan menggunakan model *Black-Scholes*.
3) Investor juga dapat mempertimbangkan untuk lebih memilih memperdagangkan opsi tipe Eropa dibandingkan opsi tipe Amerika, karena analisis penentuan harga opsi tipe Eropa dengan menggunakan model *Black-Scholes* dapat memberikan nilai yang *fair* sehingga keuntungan pemegang opsi akan sebanding dengan harga *premi* opsi tersebut, apalagi dengan melihat pengeksekusiannya hanya pada saat jatuh tempo (*expired date*) saja. Sedangkan untuk opsi Amerika pengeksekusiannya dapat kapan saja selama masa opsi berlangsung jadi dapat memberikan peluang keuntungan lebih besar bagi pembeli opsi dan memberikan kerugian yang tidak terbatas bagi penjual opsi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Anoraga, Pandji, *Pengantar Pasar Modal* . Cet. III; Jakarta : Rineka Cipta, 2008.

Anita Rahman, "*Model Black-Scholes Put-Call Parity tipe Eropa dengan Pembagian Dividen"* (http://p4mrihunismuh.files.wordpress.com/2008/08/model-black-scholes-putcall-parity.pdf) , diakses tanggal 28 september 2010.

Arif Tiro, Muhammad, *Pengantar Teori Peluang* , Makassar: Andira Publisher, 2008.

"Black-Scholes." Wikipedia The Free Encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Black-scholes (dia akses tanggal10 November 2010).

Budiantara, I Nyoman, *Buku Ajar Matematika Statistika II* , Surabaya: ITS, 2004.

Departemen Agama RI, *Al-Quran dan Terjemahnya*. Bandung : PT Syaamil Cipta Media, 2005

Gita Andriani, *Penentuan Hedge Ratio Untuk Opsi Call dan Opsi Put Tipe Eropa dengan Menggunakan Model Black-Scholes* (http://en.wikipedia.org/wiki/Chicago_Board_OPtion_Exchange.pdf), diakses tanggal 12 Oktober 2010.

Hadi Ismail, "*Implementasi Simulasi Monte Carlo dalam Aproksimasi Nilai Opsi Put Amerika* " www.lontar.ui.ac.id/file?file=digital/...**Implementasi**%20metode-monte-carlo.c, diakses tanggal 26 Juni 2011.

Halim, Abdul, *Analisis Investasi* . Cet. I; Jakarta : Salemba Empat, 2005.

Hull, J. C., *Option, Futures, and Other Derivatives*, Edisi IV; New Jersey: Prentice-Hall,2000.

_________, *Option, Futures, and Other Derivatives*. University of Toronto, USA: PEARSON Prentice Hall, 2006.

Husnan, Suad, *Dasar-Dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas,* Cet. I; Yogyakarta : AMP YKPN, 1994.

J. Higham, Desmon, *An Introduction to Financial Option Valuation*, Cet. I; New York: Cambridge University Press, 2004.

Ruey, S. T., *Analysis of Financial Time Series*, USA: John Wiley and Sons, 2002.

Rully Charitas Indra Prahmana, *Penentuan Harga Opsi Untuk Model Black-Scholes Menggunakan Metode Beda Hingga Crank-Nicolson* (http://p4mrihunismuh.files.wordpress.com/2008/08/penentuan-harga-opsi-tipe-eropa.pdf), diakses tanggal 5 oktober 2010.

Suhartono, *Portofolio Investasi dan Bursa Efek.* Cet. I; Yogyakarta: UPP STIM YKPN, 2008.

Suparmun, Haryo, *Option Strategies*, Jakarta: Cisera Publishing, 2006.

Sharpe, William F, Gordon J. Alexander, dan Jeffery V. Bailey. *Investaisi*. Edisi VI; Jakarta: PT. Indeks Kelompok Gramedia, 2005.

Siahaan, Hinsa. *Instrumen Derivatif*. Jakarta: PT. Alex Media Komputindo, 2008

Tandelin , Eduardus, *Portofolio dan Investasi*, Yogyakarta: Kansius, 2010

Walpole, Ronald E. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuan*, Bandung: ITB, 1995

Wilmott, P., *Paul Wilmott Introduces Quantitative Financ*, New York: John Wiley & Sons,2001.

PENETUAN NILAI EKSAK DARI HARGA OPSI TIPE EROPA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *BLACK-SCHOLES*

Abstrak

Penelitian skripsi ini merupakan aplikasi model *Black-Scholes*. Tujuan pada penelitian ini adalah menganalisis model *Black-Scholes* dalam penentuan nilai eksak dari harga opsi tipe Eropa serta simulasinya.

Pengambilan data pada penelitian ini diperoleh dari informasi saham Barnes Group Inc pada http://finance.yahoo.com. Data yang digunakan yaitu informasi *call option* dan *put option* serta harga penutupan (*closing price*) saham Barnes Group Inc mulai dari tanggal 27 Desember 2010 sampai tanggal 17 Juni 2011 (Expired date). Kemudian mencari volatilitas harga saham untuk *call option* dan *put option*.

Pendahuluan

Produk derivatif dapat digunakan sebagai instrumen untuk mengelola risiko dan spekulasi, serta untuk mengurangi biaya transaksi atau untuk menghindari pajak. Salah satu jenis produk derivatif adalah opsi. Aset yang mendasari opsi dapat berupa saham, emas, mata uang asing, indeks saham, dan lain-lain. Opsi atau biasa juga disebut *option* merupakan suatu jenis kontrak yang memberikan hak, bukan kewajiban, kepada investor untuk membeli atau menjual suatu aset pada harga dan waktu yang telah disepakati bersama.

Hak untuk membeli suatu saham dengan harga dan waktu yang telah disepakati bersama disebut *call option*. Sedangkan hak untuk menjual suatu saham dengan harga dan waktu yang telah disepakati bersama disebut *put option*.

Model *Black-Scholes* merupakan model yang digunakan untuk menentukan harga opsi yang telah banyak diterima oleh masyarakat keuangan. Penggunaan model ini terbatas karena hanya dapat digunakan pada penentuan harga opsi tipe Eropa (*European option*) yang berlaku pada waktu *expiration date* (jatuh tempo) saja. Model ini tidak berlaku untuk opsi tipe Amerika (*American* *option*), karena *American option* berlaku setiap saat sampai waktu *expiration date*. Model *Black-Scholes* sangat berguna bagi investor, untuk mengetahui nilai eksak dari harga opsi dan sekaligus merupakan harga yang *fair* bagi opsi tersebut. *Fair* disini berarti nilai opsi yang diperdagangkan (baik *call option* maupun *put option*) akan memiliki nilai, sebesar harga saham pada saat jatuh tempo. Jadi, terjadi peningkatan nilai selama masa opsi berlaku sampai jatuh tempo, sebesar selisih harga penyerahan dengan harga saham saat jatuh tempo. Dengan demikian, kedua belah pihak (baik penjual opsi maupun pembeli opsi) tidak ada yang dirugikan berdasarkan model *Black-Scholes*. Seandainya harga opsi tidak sama dengan harga yang dihasilkan dari model *Black-Scholes*, maka hal itu akan menciptakan peluang bagi investor untuk memperoleh keuntungan.

Model *Black-Scholes*

Model *Black-Scholes* adalah deskripsi matematis dari pasar keuangan dan derivatif instrumen investasi. Model ini dikembangkan dengan solusi persamaan diferensial parsial. Rumus *Black-Scholes* secara luas digunakan dalam opsi Eropa. Model ini pertama kali ditemukan oleh Fisher Black dan Myron Scholes dalam makalahnya tahun 1973 "*The Princing of Option and Corporate Liabilities*". Dasar penelitian Black dan Scholes bergantung pada kerja yang dikembangkan oleh para ahli seperti Jack L. Treynor, Paul Samuelson, A. James Boness, Sheen T. Kassouf dan Edward O. Thorp. Pemahaman mendasar dari *Black-Scholes* adalah bahwa opsi merupakan harga implisit ketika saham diperdagangkan. Robert C. Merton adalah yang pertama memperluas pemahaman matematika dari model penentuan harga opsi dan menciptakan istilah-istilah model *Black-Scholes* untuk harga opsi, Merton dan Scholes menerima hadiah Nobel di bidang ekonomi pada tahun 1997 (*The Sveriges Riksbank Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel*) atas pekerjaannya.

Ada beberapa asumsi yang dimiliki model *Black-Scholes* untuk penentuan harga opsi sebagai berikut :[1]

[1] "Black-Scholes," Wikipedia The Free Encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Black-scholes (10 November 2010).

a) Suku bunga bebas risiko, hal ini berarti suku bunga harga saham yang mendasari opsi tetap konstan selama periode analisis.
b) Harga mengikuti gerak *Brown Geometrik* dengan *drift* konstan dan volatilitas, dari sini diketahui bahwa keuntungan merupakan sebuah distribusi normal, kemudian harga yang mendasari merupakan distribusi log-normal. Hal ini dijelaskan dalam validitas hipotesis pasar efisien.
c) Tidak ada biaya transaksi atau pajak.
d) Saham yang mendasarinya tidak membayar dividen.
e) Tidak ada pembatasan *short selling*.
f) Tidak ada peluang arbitrasi.
g) Opsi yang digunakan adalah opsi tipe Eropa yang hanya dapat dieksekusi pada *expired date* saja.

Model Harga Saham

Menurut hipotesis pasar efisien bahwa harga saham merupakan gerak *random*. Hipotesis pasar efisien ini dipengaruhi oleh dua faktor yaitu keadaan saham pada waktu lalu yang berpengaruh pada harga saham saat ini dan respon saham terhadap informasi baru tentang saham. Berdasarkan kedua asumsi ini maka dapat dikatakan bahwa perubahan harga saham mengikuti proses Markov. Jadi, model saham menyatakan bahwa prediksi harga saham yang akan datang tidak dipengaruhi oleh harga satu minggu, satu bulan atau harga saham satu tahun yang lalu. Model umum *return* dari aset dinyatakan dengan $\frac{ds}{S}$ yang dibagi dalam dua bagian. Bagian pertama adalah bagian deterministik yang dilambangkan dengan μdt. μ merupakan ukuran dari rata-rata pertumbuhan harga saham atau dikenal sebagai *drift*. μ diasumsikan sebagai tingkat obligasi bebas risiko dan merupakan fungsi dari S dan t. Bagian kedua merupakan model perubahan harga saham secara *random* yang disebabkan oleh faktor eksternal. Faktor eksternal dilambangkan dengan σdW_t. Dalam rumus ini, σ didefinisikan sebagai volatilitas dari saham yang digunakan untuk mengukur standar deviasi dari *return* dan dapat dinyatakan sebagai fungsi dari *S* dan *t*. W_t dalam dW_t menggambarkan gerak *Brownian*. μ dan σ dapat diestimasi menggunakan harga saham pada hari sebelumnya. Dengan demikian, diperoleh persamaan diferensial stokastik: [2]

$$\frac{ds}{S} = \mu dt + \sigma dW_t \tag{1}$$

dengan: μ = Nilai ekspektasi *rate of return* saham

σ = Volatilitas saham yang merupakan standar deviasi dari return

W_t = Gerak Brownian atau proses Wiener

Formula ito lemma

Misalkan bahwa harga dari suatu variabel X memenuhi persamaan diferensial stokastik[3]

$$dx = a(x, t)dt + b(x, t)dWt$$

dengan a(x, t) dan b(x, t) adalah fungsi deterministik dari x dan t, dan Wt menunjukkan suatu gerak *brown* atau proses *Wiener*. Variabel X mempunyai rata-rata *drift* a dan rata-rata variansi b^2. Misalkan f adalah harga sebuah opsi yang tergantung pada x dan t yang memenuhi $dx = \mu(x,t)dt + \sigma(x,t)dWt$. f adalah fungsi kontinu yang terdiferensialkan dua kali, maka f = f(x, t) juga merupakan proses astokastik dan berlaku

$$df = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\mu + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}\sigma^2\right)dt + \frac{\partial f}{\partial x}\sigma dW_t \tag{2}$$

dengan dW_t merupakan proses *Wiener*, sehingga f juga memenuhi persamaan diferensial stokastik dengan rata-rata *drift*

$$\frac{\partial f}{\partial x}\mu + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}\sigma^2$$

dan rata-rata variansi

[2]S. T. Ruey, *Analysis of Financial Time Series*, (USA: John Wiley & Sons, 2002), h. 187-188

[3]John C. Hull, *Option, Future, and Other Derivatives*, (New Jersey: Prentice-Hall, 2000), h. 273-274

$$(\frac{\partial f}{\partial x})^2 \sigma^2$$

Penurunan Model *Black-Scholes*

Untuk mencari persamaan diferensial *Black-Scholes* digunakan rumus *ito* untuk dx = a(x,t)dt + c(x.t)dW_t , dimana parameter a dan b adalah fungsi dari nilai variabel yang mendasari yaitu x dan t yang memenuhi persamaan berikut

$$dx = \mu(x,t)dt + \sigma(x,t)dWt$$

Kemudian berdasarkan persamaan (2) dapat ditunjukkan bahwa:

$$df = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\mu + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}\sigma^2 \right) dt + \frac{\partial f}{\partial x}\sigma dWt \qquad (3)$$

Sebuah opsi dan kondisi saham diasumsikan mengikuti gerak Brownian dengan persamaan diferensial stokastik

$$dS = \mu S dt + \sigma S dWt$$

Misal V(S,t) adalah harga sebuah opsi yang tergantung pada saham S dan pada waktu t, maka rumus *ito* (3) diatas menjadi :

$$dV(S,t) = \left(\mu S \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right) dt + \sigma S \frac{\partial V}{\partial S} dWt$$

Nilai portofolio π yang terdiri dari opsi V dengan perubahan saham pada jangka pendek, yaitu :

$$\pi = V - \frac{\partial V}{\partial S} S \qquad (4)$$

Perubahan nilai portofolio dπ pada interval waktu singkat dt yaitu :

$$d\pi = dV - \frac{\partial V}{\partial S} dS$$

$$d\pi = (\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial S}\mu s + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2})dt + \frac{\partial V}{\partial S}\sigma SdWt - \frac{\partial V}{\partial S}(\mu Sdt + \sigma SdWt)$$

$$d\pi = \frac{\partial V}{\partial t}dt + \frac{\partial V}{\partial S}\mu sdt + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2}dt + \frac{\partial V}{\partial S}\sigma SdWt - \frac{\partial V}{\partial S}\mu Sdt - \frac{\partial V}{\partial S}\sigma SdWt$$

$$d\pi = \frac{\partial V}{\partial t}dt + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2}dt + \frac{\partial V}{\partial S}\sigma SdWt - \frac{\partial V}{\partial S}\sigma SdWt \qquad (5)$$

$$d\pi = \frac{\partial V}{\partial t}dt + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2}dt$$

portofolio merupakan gabungan dari aset-aset. Pada persamaan di atas tidak terdapat dWt yang merupakan gerak random Brownian sehingga portofolio ini dikatakan tidak beresiko (*riskless*) pada waktu t. gerak Brownian menyebabkan adanya perubahan harga. Portofolio ini konstan maka portofolio akan memiliki return yang sama dengan return sekuritas bebas risiko lainnya. Jadi persamaan yang menunjukkan adanya persamaan return portofolio dengan return sekuritas bebas resiko lainnya adalah

$$d\pi = r\,\pi\,dt \qquad (6)$$

Dimana r adalah suku bunga bebas resiko.

Dengan mensubtitusi dπ dan π dari persamaan (4) dan (5) maka diperoleh :

$$(\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2})dt = r(V - \frac{\partial V}{\partial S}S)dt$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS\frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0 \qquad (7)$$

Persamaan di atas merupakan persamaan diferensial *Black-Scholes* yang digunakan untuk menentukan harga opsi.

Penurunan *Call Option*

Harga dari *Eropean call option* C (S,t) dengan harga kesepakatan (*exercise price*) K dan tanggal jatuh tempo T. Jika pada tanggal jatuh tempo S > K maka *call option* akan bernilai, maka pembeli opsi akan mempergunakan haknya dengan membeli saham sebesar nilai K dan akan menjualnya dengan harga S, sehingga pembeli opsi untung sebesar S – K. sebaliknya jika pada tanggal jatuh tempo S < K maka pembeli opsi tidak perlu menggunakan haknya, dalam kondisi ini pembeli opsi hanya rugi sebesar harga yang dibayarkan untuk membeli kontrak opsi (premi). Adapun nilai atau harga opsi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$C(S, T) = \text{maks}\,(S - K, 0)$$

Persamaan di atas menunjukkan harga S tidak bergerak atau S = 0, maka persamaan di atas menjadi C (0, T) = 0, namun ketika S → ~ maka semakin mungkin opsi akan dieksekusi.

Persamaan *Black-Scholes* untuk menghitung *call option* adalah :

$$C = S \times N(d_1) + K/(e^{rt})N(d_2)$$

Black-Scholes menggunakan saham tanpa dividen sebagai aset dasar. Harga saham cenderung naik, oleh karena itu peluang kenaikan harga lebih besar dibanding dengan peluang penurunan harga. Kecenderungan kenaikan harga ini membuat harga saham pada periode jatuh tempo menyebar lognormal. Pada rumus *Black-Scholes* terdapat faktor ln (S/K) pada nilai d yang menyebar normal. Ln (S/K) menyebar normal artinya S menyebar log normal. Lognormal artinya ln dari harga aset dasar menyebar normal.

N(z) adalah standar distribusi normal maka fungsi kepadatan peluangnya adalah

$$n(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}z^2} \textit{ dengan} -\infty < z < \infty \tag{8}$$

akan dibuktikan bahwa N(d_1) memenuhi standar distribusi normal dengan persamaan

$$S\ N(d_1) = K\ e^{-rt}\ N(d_2) \tag{9}$$

Dengan S adalah harga saham pada waktu t, berdasarkan persamaan (2.7) dapat ditunjukkan nilai d_2 sebagai berikut:

$$d_2 = \frac{\ln(\frac{S}{K}) + (r - \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma\sqrt{t}} \tag{10}$$

Selanjutnya diketahui nilai $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$, maka dapat ditunjukkan

$$N(d_1) = N(d_2 + \sigma\sqrt{t})$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp[-\frac{1}{2}(d_2 + \sigma\sqrt{t})^2]$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp[-\frac{d_2^2}{2} - \sigma d_2\sqrt{t} - \frac{1}{2}\sigma^2(t)]$$

$$= N(d_2)\exp[-\sigma d_2\sqrt{t} - \frac{1}{2}\sigma^2 t]$$

Dengan mensubtitusi persamaan (10) maka akan diperoleh

$$N(d_1) = N(d_2)\exp\left[-\sigma\left[\frac{\ln(\frac{S}{K}) + \left[r - \frac{\sigma^2}{2}\right]t}{\sigma\sqrt{t}}\right]\sqrt{t} - \frac{1}{2}\sigma^2 t\right]$$

$$= N(d_2)\exp\left[-\ln(\frac{S}{K}) - r(t) + \frac{\sigma^2}{2}(t) - \frac{\sigma^2}{2}(t)\right]$$

$$= N(d_2)\exp\left[-\ln(\frac{S}{K}) - rt\right]$$

$$= N(d_2)\exp\left[-\ln(\frac{S}{K})\right]\exp[-rt]$$

$$= N(d_2)\exp\left[\ln(\frac{K}{S})\right]\exp[-rt]$$

$$= N(d_2)\frac{K}{S}\exp[-rt]$$

$$SN(d_1) = N(d_2)Ke^{-rt} \qquad \text{(terbukti)}$$

Misalkan V adalah distribusi log-normal dan standar deviasi dari ln V adalah w, maka maksimum ekspektasi dari selisih V dan K adalah:

$$E[\text{maks}(V - K0{,}0)] = E(V)N(d_1) - KN(d_2) \tag{11}$$

Misalkan sebuah *call option* tanpa dividen yang jatuh tempo pada waktu T dengan *strike price* K, harga saham S_0, *risk rate* r, dan volatility σ. maka harga *call* C adalah

$$C = e^{-rt}E[maks(S_T - K, 0)] \tag{12}$$

Dengan S_T adalah harga saham pada saat T dengan asumsi bahwa S_T adalah lognormal, jika volatilitasnya nol (σ = 0) dapat ditunjukkan bahwa :

$$\frac{ds}{s} = \mu dt$$

Apabila S tumbuh secara kontinu dari periode awal (0) hingga periode t, maka persamaan di atas dapat diintegralkan dengan batas [0, T] diperoleh

$$\int_0^T \frac{ds}{s} = \int \mu dt$$

$$\ln(S_T - S_0) = \mu t$$

$$\ln\frac{S_T}{S_0} = \mu t$$

$$\frac{S_T}{S_0} = e^{\mu t}$$

$$S_T = S_0 e^{\mu t} \tag{13}$$

Parameter μ merupakan parameter konstan, maka dalam mengaplikasikan μ dapat dianggap sebagai r, dimana r digunakan sebagai notasi bunga bebas resiko, maka dapat pula dikatakan µ sebagai tingkat ekspektasi dari return saham. Dengan demikian persamaan di atas dapat pula dituliskan sebagai berikut

$$E(S_T) = S_0 e^{rT}$$

Kemudian dengan mensubtitusikan persamaan (11) pada persamaan (12) maka diperoleh

$$C = e^{-rt} E[maks(S_T - K, 0)]$$
$$= e^{-rt}[E(V)N(d_1) - KN(d_2)]$$
$$= e^{-rt}[E(S_T)N(d_1) - KN(d_2)]$$
$$C = e^{-rT}[S_0 e^{rT} N(d_1) - KN(d_2)]$$

Atau

$$C = S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2)$$

(terbukti)

Penurunan Put Option

Harga dari *Eropean put cption* P (S,t) dengan harga kesepakatan (*exercise price*) K dan tanggal jatuh tempo T. Jika pada tanggal jatuh tempo K > S maka *put option* akan bernilai, maka pembeli opsi akan mempergunakan haknya dengan membeli saham dengan harga S dan akan menjualnya dengan nilai K, sehingga pembeli opsi untung sebesar K – S. sebaliknya jika pada tanggal jatuh tempo K < S maka pembeli opsi tidak perlu menggunakan haknya, dalam kondisi ini pembeli opsi hanya rugi sebesar harga yang dibayarkan untuk membeli kontrak opsi (premi). Adapun nilai atau harga opsi dapat dituliskan sebagai berikut :

P(S, T) = maks (K – S,0)

Persamaan di atas menunjukkan jika harga S semakin tinggi atau S → ~, maka persamaan di atas menjadi P (0, T) = 0, namun ketika S = 0 maka semakin mungkin opsi akan dieksekusi.

Misalkan F adalah distribusi log-normal dan standar deviasi dari ln F adalah x. maka nilai ekspektasi dari selisih F dengan K adalah

$$E[maks(K - F,0)] = KN(-d_2) - E(F)N(-d_1) \quad (14)$$

Misalkan sebuah *put option* tanpa dividen yang jatuh tempo pada waktu T dengan *strike price* K, harga saham S_0, *risk rate* r, dan volatility σ . maka harga *put* P adalah

$$P = e^{-rt} E[maks(K - S_T, 0)] \quad (15)$$

Dengan S_T adalah harga saham pada saat T dengan asumsi bahwa S_T adalah lognormal, maka dapat pula dituliskan

$$E(S_T) = S_0 e^{rT}$$

Kemudian dengan mensubtitusikan persamaan (14) pada persamaan (15) maka diperoleh

$$P = e^{-rt} E[maks(K - S_T, 0)]$$

$$= e^{-rt}[KN(-d_2) - E(V)N(-d_1)]$$

$$= e^{-rt}[-KN(-d_2) - E(S_T)N(-d_1)]$$

$$P = e^{-rT}[KN(-d_2) - S_0 e^{rT} N(-d_1)]$$

Atau

$$P = Ke^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad \text{(terbukti)}$$

Volatilitas Harga Saham

Untuk mengestimasi σ secara empiris, harga saham diamati dalam interval waktu yang tetap, misalnya setiap hari, seiap minggu atau bulan.

Misalkan : [4]

n = Jumlah pengamatan

S_i = harga saham pada akhir interval ke-i (i=0, 1, …., n)

r = panjang interval waktu pengamatan.

[4]Hadi Ismail, "*Implementasi Simulasi Monte Carlo dalam Aproksimasi Nilai Opsi Put Amerika*" www.lontar.ui.ac.id/file?file=digital/...**Implementasi**%20metode-monte-carlo.c, diakses tanggal 26 juni 2011.

Dan misalkan

$$u_i = \ln(\frac{S_i}{S_{i-1}}) = \ln S_i - \ln S_{i-1}$$

(4.14)

untuk i = 1, 2, …, n.

Besar estimasi standar deviasi s dari u_i adalah

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(u_i - \bar{u})^2}$$

(4.15)

Dimana $\bar{u}$ adalah mean dari u_i, standar deviasi dari u_i adalah $\sigma\sqrt{\tau}$, dengan kata lain s dapat mengestimasi $\sigma\sqrt{\tau}$. kemudian volatilitas σ itu sendiri dapat diestimasi oleh $\hat{\sigma}$ dengan

$$\hat{\sigma} = \frac{s}{\sqrt{\tau}} \text{, dimana } \tau = \frac{1}{T} \qquad (16)$$

Pada penelitian ini menggunakan interval waktu perhari dan analisis data menggunakan *software* Minitab. Berikut merupakan data harga penutupan (*closing price*) saham Barnes Group Inc berdasarkan *historical price* (Lampiran I), untuk *call option* mulai dari tanggal 26 April 2011 sampai masa *expired date* yaitu 17 Juni 2011, sedangkan untuk *put option* mulai dari tanggal 27 Desember 2010 sampai 17 Juni 2011 yang diperoleh dari http://www.finance.yahoo.com.\

Tabel 4. 1

Data harga penutupan (*closing price*)

Saham Barnes Group Inc

No	Tanggal	Closing Price
1	26/4/2011	23.49
2	27/4/2011	23.82
3	28/4/2011	23.72
4	29/4/2011	24.74

5	2/5/2011	24.54
6	3/5/2011	24.81
7	4/5/2011	24.48
8	5/5/2011	24.98
9	6/5/2011	24.99
10	9/5/2011	25.4
11	10/5/2011	25.82
12	11/5/2011	25.11
13	12/5/2011	25.1
14	13/5/2011	24.33
15	16/5/2011	24.33
16	17/5/2011	23.83
17	18/5/2011	24.27
18	19/5/2011	24.19
19	20/5/2011	23.84
20	23/5/2011	23.29
21	24/5/2011	23.26
22	25/5/2011	23.73
23	26/5/2011	23.65
24	27/5/2011	23.96
25	31/5/2011	24.11
26	1/6/2011	23.03
27	2/6/2011	23.11
28	3/6/2011	23.49
29	6/6/2011	22.28
30	7/6/2011	22.19
31	8/6/2011	22.01
32	9/6/2011	22.3
33	10/6/2011	22.11
34	13/6/2011	22.47
35	14/6/2011	23.07
36	15/6/2011	22.56

37	16/6/2011	22.75
38	17/6/2011	23.16

Sumber : http://finance.yahoo.com

Berdasarkan tabel di atas untuk mengetahui volatilias harga saham pada *call option*, diketahui jumlah pengamatan (n) adalah 38, maka S_i menggunakan interval i = 1 – 38. S_i merupakan harga saham pada waktu ke-i, estimasi standar deviasi s dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (4.13) dan analisisnya menggunakan *software* Minitab (Lampiran V), setelah nilai u_i diketahui maka nilai s dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(u_i - \bar{u})^2}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{38-1}\sum_{i=1}^{38}(u_1 - \bar{u})^2 + (u_2 - \bar{u})^2 + \ldots + (u_{38} - \bar{u})^2}$$

$$s = 0,0195932$$

Dimana $\bar{\mu}$ adalah mean dari u_i, standar deviasi dari u_i adalah $\sigma\sqrt{\tau}$, dengan kata lain s dapat mengestimasi $\sigma\sqrt{\tau}$. kemudian volatilitas varian itu sendiri dapat diestimasi oleh $\hat{\sigma}$ sebagai berikut :

$$\hat{\sigma} = \frac{s}{\sqrt{\tau}}, \text{ dimana } \tau = \frac{1}{T}$$

$$\hat{\sigma} = \frac{0,0195932}{\sqrt{\frac{1}{38}}}$$

$$\hat{\sigma} = 0,120781$$

Maka nilai dari volatilitas harga saham untuk *call option* adalah sebesar $\hat{\sigma}$ = 0,120781 atau 12,07%

Tabel 4. 2

Data harga penutupan (*closing price*)

Saham Barnes Group Inc

No	Tanggal	closing price	No	Tanggal	Closing Price	No	Tanggal	Closing Price
1	27/12/10	21.11	41	23/2/2011	20.7	81	20/4/2011	22
2	28/12/10	21.05	42	24/2/2011	20.86	82	21/4/2011	22.4
3	29/12/10	21.14	43	25/2/2011	21.04	83	25/4/2011	22.57
4	30/12/10	20.91	44	28/2/2011	21.28	84	26/4/2011	23.49
5	31/12/10	20.67	45	1/3/2011	20.75	85	27/4/2011	23.82
6	3/1/2011	21.01	46	2/3/2011	20.97	86	28/4/2011	23.72
7	4/1/2011	20.39	47	3/3/2011	21.64	87	29/4/2011	24.74
8	5/1/2011	20.53	48	4/3/2011	21.32	88	2/5/2011	24.54
9	6/1/2011	20.44	49	7/3/2011	20.85	89	3/5/2011	24.81
10	7/1/2011	20.35	50	8/3/2011	21.21	90	4/5/2011	24.48
11	10/1/2011	20.35	51	9/3/2011	21.03	91	5/5/2011	24.98
12	11/1/2011	20.4	52	10/3/2011	20.75	92	6/5/2011	24.99
13	12/1/2011	20.53	53	11/3/2011	20.76	93	9/5/2011	25.4
14	13/1/2011	20.31	54	14/3/2011	20.74	94	10/5/2011	25.82
15	14/1/2011	20.35	55	15/3/2011	20.69	95	11/5/2011	25.11
16	18/1/2011	20.49	56	16/3/2011	20.56	96	12/5/2011	25.1
17	19/1/2011	20.04	57	17/3/2011	20.52	97	13/5/2011	24.33
18	20/1/2011	19.92	58	18/3/2011	21.04	98	16/5/2011	24.33
19	21/1/2011	19.77	59	21/3/2011	21.42	99	17/5/2011	23.83
20	24/1/2011	20.04	60	22/3/2011	21.34	100	18/5/2011	24.27
21	25/1/2011	19.97	61	23/3/2011	21.24	101	19/5/2011	24.19
22	26/1/2011	20.55	62	24/3/2011	21.24	102	20/5/2011	23.84
23	27/1/2011	20.23	63	25/3/2011	21.11	103	23/5/2011	23.29

24	28/1/2011	19.68		**64**	28/3/2011	20.86		**104**	24/5/2011	23.26
25	31/1/2011	19.82		**65**	29/3/2011	21.06		**105**	25/5/2011	23.73
26	1/2/2011	20.49		**66**	30/3/2011	21.1		**106**	26/5/2011	23.65
27	2/2/2011	20.35		**67**	31/3/2011	20.88		**107**	27/5/2011	23.96
28	3/2/2011	20.26		**68**	1/4/2011	20.95		**108**	31/5/2011	24.11
29	4/2/2011	19.9		**69**	4/4/2011	20.96		**109**	1/6/2011	23.03
30	7/2/2011	20.51		**70**	5/4/2011	21		**110**	2/6/2011	23.11
31	8/2/2011	20.71		**71**	6/4/2011	21.24		**111**	3/6/2011	23.49
32	9/2/2011	20.69		**72**	7/4/2011	21.12		**112**	6/6/2011	22.28
33	10/2/2011	20.72		**73**	8/4/2011	20.91		**113**	7/6/2011	22.19
34	11/2/2011	20.9		**74**	11/4/2011	20.95		**114**	8/6/2011	22.01
35	14/2/2011	21.64		**75**	12/4/2011	20.68		**115**	9/6/2011	22.3
36	15/2/2011	21.38		**76**	13/4/2011	20.54		**116**	10/6/2011	22.11
37	16/2/2011	21.43		**77**	14/4/2011	20.6		**117**	13/6/2011	22.47
38	17/2/2011	21.73		**78**	15/4/2011	20.99		**118**	14/6/2011	23.07
39	18/2/2011	20.71		**79**	18/4/2011	20.77		**119**	15/6/2011	22.56
40	22/2/2011	20.66		**80**	19/4/2011	21.04		**120**	16/6/2011	22.75
Expired date								**121**	17/6/2011	23.16

Sumber : http://finance.yahoo.com

Berdasarkan tabel di atas untuk mengetahui volatilias harga saham pada *put option*, diketahui jumlah pengamatan (n) adalah 121, maka S_i menggunakan interval i = 1 – 121. S_i merupakan harga saham pada waktu ke-i, estimasi standar deviasi s dapat dihitung dan analisisnya menggunakan *software* Minitab (Lampiran VI), setelah nilai u_i diketahui maka nilai s dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(u_i - \bar{u})^2}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{121-1}\sum_{i=1}^{121}(u_1-\bar{u})^2+(u_2-\bar{u})^2+\ldots+(u_{121}-\bar{u})^2}$$

$$s = 0,0170443$$

Seperti pada volatilitas saham call option di atas, maka volatilitas varian dapat diestimasi sebagai berikut :

$$\hat{\sigma} = \frac{s}{\sqrt{\tau}}, \text{ dimana } \tau = \frac{1}{T}$$

$$\hat{\sigma} = \frac{0,0170443}{\sqrt{\frac{1}{121}}}$$

$$\hat{\sigma} = 0,187488$$

Maka nilai volatilitas harga saham untuk *put option* adalah sebesar 0,187488 atau 0,187 %.

Analisis data

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder Barnes Group Inc . Berikut ini merupakan analisis data secara manual untuk menentukan nilai eksak dari harga *call option* dan *put option* tipe Eropa dengan menggunakan model *Black-Scholes*.

a) **Analisis penilaian *call option*.**

Berdasarkan informasi opsi (B110618C00020000) saham Barnes Group Inc (Lampiran IV), yang diperdagangkan pada 26 April 2011 dan jatuh tempo (*expired date*) pada 17 Juni 2011, maka nilai t yaitu 0,1038 atau 0,1 (dengan mengambil 1 tahun = 366 hari) diperoleh harga penyerahan (*strike*) sebesar \$20, harga saham pada awal perdagangan yaitu pada 26 April 2011 sebesar \$23.49, tingkat bunga bebas risiko yaitu sebesar 0.25% (Lampiran II), dan volatilitas harga saham sebesar 0.120781 atau 12.07% Maka harga *call option* dapat dihitung sebagai berikut :

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{S_0}{K}) + (r + \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$= \frac{\ln\left(\frac{23,49}{20}\right)+\left(0,0025+\frac{(0,12)^2}{2}\right)0,1}{0,12\sqrt{0,1}}$$

$$= \frac{\ln(1,17)+(0,0025+0,0072)0,1}{0,0379}$$

$$= \frac{0,1570+0,00097}{0,0379}$$

$$= \frac{0,1580}{0,0379}$$

$$= 4,1681$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

$$= 4,1681 - 0,0379$$

$$= 4,1302$$

Berdasarkan nilai d_1 dan d_2 maka dapat diperoleh nilai N(d1) dan N(d2) yang digunakan untuk mencari nilai *call option* berdasarkan rumus pada persamaan (2. 4) sebagai berikut :

$$C = S_0 N(d_1) - Ke^{-rt} N(d_2)$$

$$= (23,49)N(4,1681) - 20\left(2,7183\right)^{-(0,0025x0,1)} N(4,1302)$$

$$= (23,49x1) - 20\left(2,7183\right)^{-(0,00041675)} (1)$$

$$= 23,49 - (20x0,9998)$$

$$= 23,49 - 19,9950$$

$$= \$3,4940$$

Setelah dihitung berdasarkan model *Black-Scholes* dapat dilihat bahwa nilai eksak dari harga *call option* tersebut yaitu $3,4940 dan sekaligus merupakan nilai yang *fair* untuk opsi tersebut.

Berdasarkan *historical price* dapat dilihat bahwa harga saham pada akhir kontrak (*expired date*) lebih besar daripada harga penyerahan (*strike*) ini berarti S > K. Pada kondisi ini sangat memungkinkan bagi investor untuk mempergunakan haknya maka investor akan untung sebesar selisih harga saham (S) dengan harga penyerahan yaitu $23,16 - $20 = $3,16. Tetapi apabila pihak pertama dalam hal ini penjual opsi memperjualkan *call option* sebesar $3,4979 (berdasarkan model *Black-Scholes*) maka dalam situasi ini penjual dan pembeli *call option* tersebut mencapai titik impas yaitu tidak ada yang dirugikan. Namun apabila investor tidak menggunakan haknya maka investor hanya akan rugi sebesar harga premi yaitu sebesar \$3,4940.

b) **Analisis penilaian *put option***

Berdasarkan informasi *put option* (B110618P00017500) saham Barnes Group Inc (Lampiran III), yang diperdagangkan pada 27 Desember 2010 dan jatuh tempo (*expired date*) pada 17 juni 2011, maka nilai dari t yaitu 0,33 (dimana 1 tahun = 366) diperoleh harga penyerahan (*strike*) sebesar \$17,5, harga saham pada awal perdagangan yaitu pada 27 Desember 2010 sebesar \$21,11, tingkat bunga bebas risiko yaitu sebesar 0.25%, dan volatilitas harga saham sebesar 0,187488 atau 18,75%. Maka harga *put option* dapat dihitung sebagai berikut :

$$
\begin{aligned}
d_1 &= \frac{\ln(\frac{S_0}{K}) + (r + \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma\sqrt{t}} \\
&= \frac{\ln\left(\frac{21,11}{17,5}\right) + \left(0,0025 + \frac{(0,187)^2}{2}\right)0,33}{0,187\sqrt{0,33}} \\
&= \frac{\ln(1,2063) + (0,0025 + 0,0175)0,33}{0,1074} \\
&= \frac{0,1876 + 0,0066}{0,1074} \\
&= \frac{0,1942}{0,1074} \\
&= 1,8082
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
d_2 &= d_1 - \sigma\sqrt{0,33} \\
&= 1,8082 - 0,1074 \\
&= 1,7008
\end{aligned}
$$

Berdasarkan nilai d_1 dan d_2 dapat dihitung nilai dari $N(d_1)$ dan $N(d_2)$ untuk menghitung nilai dari *put option* berdasarkan rumus pada persamaan (2. 5) sebagai berikut :

$$
\begin{aligned}
P &= Ke^{-rt}N(-d_2) - S_0N(d_1) \\
&= (17,5)x(2,7183)^{-(0,000825)}N(-1,7008) - (21,11)N(-1,8082) \\
&= (17,5)x(0,9992)x(0,0445) - (21,11)x(0,0353) \\
&= (0,7787x0,9992) - 0,7452 \\
&= 0,7781 - 0,7452 \\
&= \$0,0329
\end{aligned}
$$

Setelah dihitung berdasarkan model *Black-Scholes* dapat dilihat bahwa nilai eksak untuk *put option* tipe Eropa tersebut yaitu \$0,0329 yang sekaligus merupakan nilai yang *fair* untuk opsi *put* tersebut.

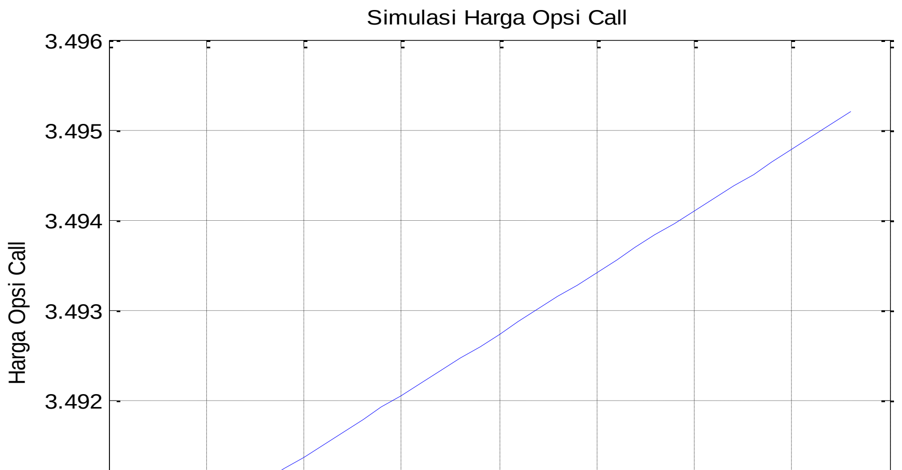
Berdasarkan *historical price* dapat dilihat bahwa harga *strike* lebih rendah daripada harga saham pada tanggal 27 Desember 2010 yaitu pada saat dimulainya kontrak (S_0) sebesar \$21,11. Ini berarti nilai *put option* juga rendah yaitu hanya sebesar \$0,0329. Juga dapat dilihat pada saat *expired date* yaitu tanggal 17 Juni 2011 harga saham sebesar \$23,16 lebih besar daripada harga *strike* yaitu sebesar \$17,5, maka *put option* bernilai nol. Keadaan ini dinamakan *out of the Money*. Investor otomatis tidak akan mempergunakan haknya, karena *put option* bernilai nol maka investor akan rugi sebesar harga premi yaitu sebesar \$0,0329.

Simulasi Model *Black-Scholes*

Untuk menentukan simulasi model *Black-Scholes* dalam menentukan nilai eksak dari harga *call option dan put option* tipe Eropa digunakan software Matlab R2009a, dan hasilnya adalah sebagai berikut :

a) European call option

Call option (B110618C00020000) saham Barnes Group Inc dengan *strike price* senilai \$20, harga saham awal yaitu senilai \$23,49, tingkat bunga bebas risiko 0,25% dan volatilitas harga saham sebesar 12,07% diperdagangkan dalam waktu 38 hari, maka harga *call option* dapat dihitung dengan menggunakan *software* Matlab sebagai berikut :

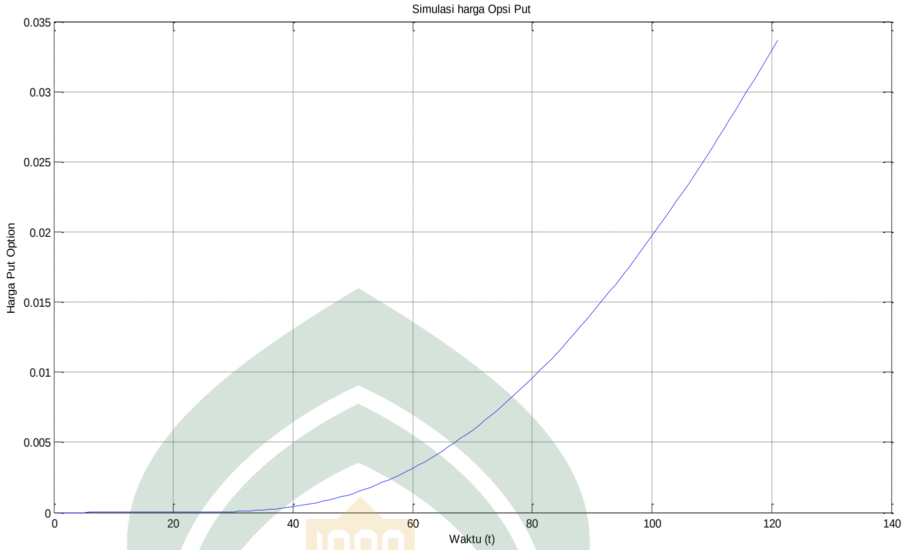


Gambar 4. 1 Simulasi Harga *Call Option*

Setelah dihitung menggunakan *software* Matlab, diperoleh nilai N(d1) = 0,99998 dan N(d2) = 0,99998 dan harga *call option* sebesar $3,4952 (Lampiran VII). Pada gambar 4.1 dapat dilihat arah pergerakan harga *call option* semakin hari semakin tinggi, hal ini menunjukkan semakin lama waktu yang tersisa hingga jatuh tempo maka semakin tinggi nilai *call option*, ini berarti faktor waktu (t) sangat memengaruhi nilai *call option*.

b) European put option

Put option (B110618P00017500) saham Barnes Group Inc dengan *strike price* senilai $217,5, harga saham awal yaitu senilai $21,11, tingkat bunga bebas risiko 0,25% dan volatilitas harga saham sebesar 18,75% diperdagangkan dalam waktu 121 hari, maka harga *put option* dapat dicari dengan menggunakan *software* Matlab sebagai berikut



Gambar 4. 2 Simulasi Harga *Put Option*

Setelah perhitungan menggunakan *software* matlab diperoleh nilai N(d1) = 0,035836 dan N(d2) = 0,045191 kemudian nilai *put option* sebesar $0,033689 (lampiran VII). Pada gambar 4. 2 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu yang tersisa hingga jatuh tempo maka semakin tinggi harga *put option*.

Pembahasan

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penjualan *call option* hanya akan memberikan keuntungan maksimum sebesar harga premi dan kerugian maksimum tidak terbatas tergantung dari kenaikan harga saham yang terjadi di pasar, meskipun demikian kerugian itu dapat diminimalisasi dengan perhitungan model *Black-scholes* untuk menganalisis nilai *fair* dari harga *call option* tersebut, sehingga nilai yang keluar akan sebanding dengan selisih harga saham pada saat *expired date* dengan harga *strike*nya.

Pada grafik simulasi harga *call option* dapat dilihat bahwa semakin lama waktu yang tersisa hingga jatuh tempo maka semakin tinggi nilai dari harga *call option*, ini menunjukkan bahwa faktor waktu (t) sangat mempengaruhi nilai dari *call option*. Begitupun untuk grafik simulasi harga *put option*, dapat dilihat faktor waktu (t) sangat mempengaruhi nilai dari harga *put option*.

Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1) Hasil analisis model *Black-Scholes* untuk menentukan nilai eksak dari harga opsi tipe Eropa adalah sebagai berikut :
   a. Nilai eksak harga *call option* saham Barnes Group Inc sebesar \$3,4940, nilai ini menunjukkan bahwa penjual dan pembeli opsi berada pada titik impas.
   b. Nilai eksak harga *put option* saham Barnes Group Inc sebesar \$0,0329, nilai ini menunjukkan bahwa opsi tersebut dalam keadaan *Out of the Money* dimana *put option* bernilai nol dan tidak akan dieksekusi.
2) Simulasi model *Black-Scholes* dalam menentukan harga *call option* dan *put option* adalah sebagai berikut :

   Hasil simulasi model *Black-Scholes* dalam menentukan harga *call option* dan *put option* diperoleh bahwa semakin lama waktu yang tersisa hingga jatuh tempo maka akan semakin tinggi harga opsi baik untuk *call option* maupun *put option*.

Saran

1) Skripsi ini membahas penentuan nilai eksak dari harga opsi tipe Eropa dengan menggunakan model *Black-Scholes*. Bagi peneliti selanjutnya yang tertarik dengan topik ini dapat dikembangkan dengan pendekatan numerik atau dapat juga menggunakan model lain dalam penentuan harga opsi tipe Eropa, misalnya dengan metode binomial.
2) Bagi investor (pelaku pasar modal) dapat mempertimbangkan untuk berinvestasi dengan memperjualbelikan opsi tipe Eropa dan menganalisis harga yang *fair* untuk opsi tersebut dengan menggunakan model *Black-Scholes*.

3) Investor juga dapat mempertimbangkan untuk lebih memilih memperdagangkan opsi tipe Eropa dibandingkan opsi tipe Amerika, karena analisis penentuan harga opsi tipe Eropa dengan menggunakan model *Black-Scholes* dapat memberikan nilai yang *fair* sehingga keuntungan pemegang opsi akan sebanding dengan harga *premi* opsi tersebut, apalagi dengan melihat pengeksekusiannya hanya pada saat jatuh tempo (*expired date*) saja. Sedangkan untuk opsi Amerika pengeksekusiannya dapat kapan saja selama masa opsi berlangsung jadi dapat memberikan peluang keuntungan lebih besar bagi pembeli opsi dan memberikan kerugian yang tidak terbatas bagi penjual opsi tersebut.

Daftar Pustaka

Anoraga, Pandji, *Pengantar Pasar Modal* . Cet. III; Jakarta : Rineka Cipta, 2008.

Anita Rahman, "*Model Black-Scholes Put-Call Parity tipe Eropa dengan Pembagian Dividen"* (http://p4mrihunismuh.files.wordpress.com/2008/08/model-black-scholes-putcall-parity.pdf) , diakses tanggal 28 september 2010.

Arif Tiro, Muhammad, *Pengantar Teori Peluang* , Makassar: Andira Publisher, 2008.

"Black-Scholes." Wikipedia The Free Encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Black-scholes (dia akses tanggal10 November 2010).

Budiantara, I Nyoman, *Buku Ajar Matematika Statistika II* , Surabaya: ITS, 2004.

Gita Andriani, *Penentuan Hedge Ratio Untuk Opsi Call dan Opsi Put Tipe Eropa dengan Menggunakan Model Black-Scholes* (http://en.wikipedia.org/wiki/Chicago Board OPtion Exchange.pdf), diakses tanggal 12 Oktober 2010.

Hadi Ismail, "*Implementasi Simulasi Monte Carlo dalam Aproksimasi Nilai Opsi Put Amerika* " www.lontar.ui.ac.id/file?file=digital/...**Implementasi**%20metode-monte-carlo.c, *diakses tanggal 26 Juni 2011.*

Halim, Abdul, *Analisis Investasi* . Cet. I; Jakarta : Salemba Empat, 2005.

Hull, J. C., *Option, Futures, and Other Derivatives*, Edisi IV; New Jersey: Prentice-Hall,2000.

__________, *Option, Futures, and Other Derivatives*. University of Toronto, USA: PEARSON Prentice Hall, 2006.

Husnan, Suad, *Dasar-Dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas,* Cet. I; Yogyakarta : AMP YKPN, 1994.

J. Higham, Desmon, *An Introduction to Financial Option Valuation*, Cet. I; New York: Cambridge University Press, 2004.

Ruey, S. T., *Analysis of Financial Time Series*, USA: John Wiley and Sons, 2002.

Rully Charitas Indra Prahmana, *Penentuan Harga Opsi Untuk Model Black-Scholes Menggunakan Metode Beda Hingga Crank-Nicolson* (http://p4mrihunismuh.files.wordpress.com/2008/08/penentuan-harga-opsi-tipe-eropa.pdf), diakses tanggal 5 oktober 2010.

Suhartono, *Portofolio Investasi dan Bursa Efek.* Cet. I; Yogyakarta: UPP STIM YKPN, 2008.

Suparmun, Haryo, *Option Strategies*, Jakarta: Cisera Publishing, 2006

Sharpe, William F, Gordon J. Alexander, dan Jeffery V. Bailey. *Investaisi*. Edisi VI; Jakarta: PT. Indeks Kelompok Gramedia, 2005.

Siahaan, Hinsa. *Instrumen Derivatif*. Jakarta: PT. Alex Media Komputindo, 2008

Tandelin , Eduardus, *Portofolio dan Investasi*, Yogyakarta: Kansius, 2010.

Walpole, Ronald E. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuan*, Bandung: ITB, 1995

Wilmott, P., *Paul Wilmott Introduces Quantitative Financ*, New York: John Wiley & Sons,2001.

RIWAYAT HIDUP

Nismawati, lahir pada tanggal 24 Maret 1989 di desa parappe kecamatan Campalagian kab. Polewali Mandar. Anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Abd. Rahman dan mariani. Tumbuh dan besar di daerah wonomulyo kab. Polewali Mandar.

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. Sekolah Dasar inpres No. 045 Sidodadi Kelurahan Sidodadi Kecamatan Wonomulyo Kab. Polewali Mandar tahun 1995 - 2001
2. Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Wonomulyo Kec.Wonomulyo Kab. Polewali Mandar 2001 - 2004
3. Sekolah Menengah Atas (SMA) Madrasah Aliyah Negeri Polewali Mandar Kec. Mapilli Kab. Polewali mandar 2004 – 2007

Pada tahun 2007 melanjutkan pendidikan pada Perguruan Tinggi Negeri yakni Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar pada Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Matematika.

Atas rahmat Allah SWT, penulis berhasil menyelesaikan studi dengan judul skripsi **“Penentuan Nilai Eksak dari Harga Opsi Tipe Eropa dengan Menggunakan Model *Black-Scholes*”**