

**PENENTUAN HARGA OPSI BELI TIPE EROPA UNTUK
MODEL *BLACK-SCHOLES* DENGAN METODE BEDA
HINGGA SKEMA *CRANK-NICHOLSON***

(Studi Kasus : Harga Saham PT Astra Internasional Tbk.)

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Matematika



diajukan oleh:

M. Firman Annur

NIM. 07610013

Kepada

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2012

**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/3191/2012

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Penentuan Harga Opsi Beli Tipe Eropa Untuk Model *Black-Scholes* dengan Metode Beda Hingga Skema *Crank-Nicholson* (Studi Kasus Harga Saham PT Astra Internasional TBK)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : M. Firman Annur
NIM : 07610013
Telah dimunaqasyahkan pada : 28 Agustus 2012
Nilai Munaqasyah : A-
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Mochammad Abrori, S.Si, M.Kom
NIP. 19720423 199903 1 003

Penguji I

Epha Diana Supandi, S.Si, M.Sc
NIP.19750912 200801 2 015

Penguji II

Malahayati, M.Sc
NIP.19840412 201101 2 010

Yogyakarta, 01 Oktober 2012

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan

Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : M. Firman Annur

NIM : 07610013

Judul Skripsi : Penentuan Harga Opsi Beli Tipe Eropa untuk Model *Black-Scholes* dengan Metode Beda Hingga Skema *Crank-Nicholson* (Studi Kasus Harga Saham PT Astra Internasional Tbk.)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Matematika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. Wb

Yogyakarta, 2 Agustus 2012
Pembimbing

Moh. Farhan Oudratullah, M.Si.

NIP. 19790912 200801 1 011



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : M. Firman Annur

NIM : 07610013

Judul Skripsi : Penentuan Harga Opsi Beli Tipe Eropa untuk Model
Black-Scholes dengan Metode Beda Hingga Skema
Crank-Nicholson (Studi Kasus Harga Saham PT Astra
Internasional Tbk.)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Matematika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. Wb

Yogyakarta, 2 Agustus 2012
Pembimbing

Malahayati, M.Sc

NIP. 19840412 201101 2 010

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : M. Firman Annur
NIM : 07610013
Fakultas : Sains dan Teknologi
Prodi : Matematika
Alamat Rumah : Jln. Syekh A. Shiddiq, Hidayat Kec. Kuindra Kab. Inhil, Riau
Telp./HP : 085292073389
Alamat di Yogyakarta : Jln. Miliran No.1, Mujamuju, Umbulharjo
Judul skripsi : Penentuan Harga Opsi Beli Tipe Eropa untuk Model *Black-Scholes* dengan Metode Beda Hingga *Crank-Nicholson* (Studi Kasus Harga Saham PT Astra Internasional Tbk)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Skripsi yang saya ajukan benar asli karya ilmiah yang saya tulis sendiri
2. Apabila dikemudian hari ternyata diketahui bahwa karya tersebut bukan karya ilmiah saya (plagiasi), maka saya bersedia menanggung sanksi dan membatalkan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 20 Juli 2012

Saya yang menyatakan,



M. Firman Annur

NIM. 07610013

MOTTO

“Sampai aku meraih semua impianku, aku menolak untuk mati!!”

(Naruto Uzumaki)

PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan kepada:

Bapak dan Mamakku yang teramat kucintai, terimakasih atas semua cinta dan kasih yang telah kalian berikan kepadaku serta dengan penuh kesabaran mendidik putramu ini agar menjadi anak yang sholeh dan bisa membanggakan kalian.

Teruntuk Abang dan Adikku (Bang Dian dan Edo) karena dengan motivasi, doa dan pengorbanan kalianlah saya bisa seperti sekarang ini

Terakhir buat teman-teman seperjuangan dan seperantauan serta tertuju keharibaan almamaterku yang terhebat....

ABSTRAK
PENENTUAN HARGA OPSI BELI TIPE EROPA UNTUK MODEL
***BLACK-SCHOLES* DENGAN METODE BEDA HINGGA**
SKEMA *CRANK-NICHOLSON*
(STUDI KASUS HARGA SAHAM PT ASTRA INTERNASIONAL TBK)

Opsi adalah perjanjian atau kontrak dua pihak, dimana pihak pertama sebagai pembeli memiliki hak untuk membeli atau menjual dari pihak kedua sebagai penjual terhadap suatu aset tertentu dengan harga dan waktu yang telah ditetapkan. Jenis opsi yang akan dibahas adalah opsi beli tipe Eropa, yaitu opsi yang pelaksanaannya hanya dapat dilakukan pada waktu jatuh tempo saja.

Harga opsi beli ini akan ditentukan menggunakan PDP model *Black-Scholes* sebagai berikut:

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

Persamaan di atas kemudian akan ditentukan solusi numeriknya menggunakan metode beda hingga skema *Crank-Nicholson* berikut ini:

$$CU^{i+1} = NU^i + r^i$$

Setelah melalui berbagai proses perhitungan didapatkan suatu formula sebagai cara menentukan harga opsi beli tipe Eropa dengan model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga skema *Crank-Nicholson*. Formula tersebut yaitu:

$$CV^{i+1} = NV^i + r^i$$

Penentuan harga opsi beli tipe Eropa dengan model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga skema *Crank-Nicholson* kemudian diaplikasikan dalam studi kasus penentuan harga opsi beli tipe Eropa saham PT Astra Internasional Tbk. Kemudian dengan diketahui nilai $S = \text{Rp.}50.000$, $E = \text{Rp.}52.000$, jangka waktunya 90 hari, $r = 0,06572$, dan nilai volatilitas (σ) = 0,3677 diperoleh nilai opsi beli Eropanya yaitu Rp. 2.634,2.

Kata kunci : Opsi Beli Eropa, Model *Black-Scholes*, Skema *Crank-Nicholson*

KATA PENGANTAR

Tidak ada rangkaian aksara yang dapat penulis ungkapkan sebagai rasa syukur penulis kepada Allah SWT, yang Maha berkuasa dan Maha berkehendak. Betapa tanpa hidayah dan pertolongan-Nya yang tiada tara dan harga, mustahil bagi penulis untuk menyelesaikan purnatugas ini. Oleh karenanya, sebagai implementasi atas rasa syukur, shalwat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada sang pembebas kaum *dhu'afa*, yang dipertuan agung Rasulullah SAW.

Penulis sepenuhnya sadar bahwa terselesaikannya penyusunan skripsi ini dan juga studi S1 penulis tidak lepas dari gesekan dan dialektika penulis dengan berbagai pihak. Karenanya, sebagai orang yang mengerti balas budi, penulis hendak menyampaikan ucapan terima kasih sedalam-dalamnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapakku, Andi Amirsyah S.Ag dan Mamakku, Nurjanah S.Ag, orang tua yang sejak penulis lahir hingga sekarang sudah tak terhitung cinta dan kasih yang mereka curahkan. Buat Abangku, Fiddian Khairuddin dan istri serta Adikku Ridho Firdaus, kedua saudaraku yang paling berharga. Terima kasih, semoga selalu diberikan yang terbaik oleh Allah dalam segala hal. Amin.

2. Buat seluruh keluarga besarku, Cik Mah n Om Sofyan, Cik Mek, Pak Haji Ihsan, Cik Sir, Cik Ani, Pak Long Yasin n Mak Long Aloh, Angah Baco', Angah Iyang, Angah Iyul, Angah Si'al, Angah Emi n Oncu Budi. Juga semua sepupu-sepupuku yang macam-macam kelakuannya, Kak Zuhriah, Fadli, Ajay, Anshari, Rusdi, Arif, Taufik, Riski, Ika, Ilham, dan Nisa. Terimakasih atas semua motivasi yang tak terhitung banyaknya dari kalian.
3. Kepada Bapak Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Saintek UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
4. Bapak M. Abrori, S.Si, M.Kom dan Bapak Noor Saif M., M.Sc, selaku Ketua dan Sekretaris Prodi Matematika Fakultas Saintek UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta beserta seluruh staffnya.
5. Kepada Bapak M. Farhan Q., M.Si dan Ibu Malahayati, M.Sc. selaku pembimbing I dan Pembimbing II. Terima kasih yang tak terhingga karena telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis hingga akhir pembuatan tugas akhir ini.
6. Bapak M. Wakhid Musthofa, M.Si, selaku penasehat akademik. Terimakasih atas semua kemudahan yang Bapak berikan selama ini, terutama semua urusan “tetek bengek tanda tangan”.
7. Kepada seluruh dosen prodi Matematika, terima kasih atas semua transfer ilmu yang Bapak dan Ibu berikan selama ini.

8. Keluarga besar Tata Usaha dan karyawan Fakultas Saintek, atas bantuan dan *'service'*-nya, sehingga penulis berhasil melewati fase studi ini.
9. Teman-teman Matholic'07: Muflih, Danar, Idun, Nandi, Zayin, Ardi, Uha, Dewi, Tsulus, nanik, Sulis, Dhini, Nurul, Nilna, Nessa, Yana, Nisa, Najib, Nilna, Agoes, Hudawy, n Iroel. Makasih sobat, kalian sudah baik sama “anak riau” satu-satunya ini. dan terimakasih atas kebersamaan kita bangun bersama selama ini. Semua memori kita semasa kuliah takkan pernah terlupakan. Semoga semua yang kita cita-citakan tercapai. Amin...
10. Cah KKN-Volunters' 10: Mas Vip, ial, fanny, aesah, ria, rifky, farhan boy, julia (-), hanay, nisa, Jajang, lala', n nana'. Makasih yak semuanya, suatu kehormatan bisa bekerjasama dengan kalian. Bahu membahu membantu menolong para pengungsi erupsi merapi bersama kalian merupakan kenangan indah dan memiliki tempat khusus dihati ini.
11. Kawan-kawan keluarga besar Himpunan Mahasiswa Riau Sunan Kalijaga (HIMARISKA): Bg Unyil, Bg Tarmizi, Bg Alam, Bg Arul, Bg Amier, Bg Kholiez, Bg Syukur, Bg Jarmis, Bg Riski, Awal, Peran, Andi, Adi Putra, Lilik, Kak Tika, Kak Rini, Kak Hindun, Kak “Yusha”deni, Tasliati, Ida, Rika, Rina, andri, firmanto, deni akbar, syawalludin, Afrizal “ariel”, Yasin, fikry, dan kawan-kawan (tak tau lagi siapa yang nak disebut, banyak betool). Terimakasih untuk

semuanya, jadi bagian dari keluarga HIMARISKA adalah pengalaman paling penting dalam hidupku. Keren selalu HIMARISKA kita..!!

12. Member of Asrama Bumi Melayu: ada Deddi si Pengedar, Dona “Torres” Kahfi, Jay “gadis” Iani, Ahmad Habeibeh, Tuan Guru Ismadi Ibnoe Ahmad, M. Nur Fadly (Ketua Al Mizan), n Totoks Harianto Rohil Ceria Selalu Cemungud yaa kaakaa’, dan anggota cadangan Ifon Rastafara indak Joleh, Bayu Marzuki galau trui, Al diam-diam beraktifitas, n Wahyu “Ustad Korea” ditambah anggota anak bawang Wahyu “Kunoyot Ponaan Iyes” rahman. Terimakasih yang tak terhingga untuk kalian semua, terutama segala macam bentuk motivasi mulai dari bertanya kapan selesai sampai pada mencemeeh bertubi-tubi. Arigato Kozaimase, minna... Makasih, makasih banyak, semoga kalian semua kembali kejalan yang benar. Amin...
13. Makasih buat ibu penjaga Perpustakaan FMIPA UGM, ibu selalu ramah dan selalu mengumbar senyum khas ibu-ibu tiap kali saya “menyusup” kesana. Semoga ibu juga tetap tersenyum sama semua anak UIN yang datang nantinya setelah saya. Amin..
14. Makasih juga buat Habil Ibnu Hanafi yang bantu nginstall-kan MATLAB, kau pokoknya anak IT dari Kuala Enok paling keren versi 2012,bil!! Hehe..

15. Maksih buanyakk buat Ria “mbak zen” Hayuna yang rela minjamkan printernya berbulan-bulan padahal sebenarnya dia juga mo make’. Makasih banyak yaa, moga gak galau terus n semua harapannya tercapai. Amin.
16. Spesial thankz to “you know who”, thanks for every single thing that i took from yaa, somehow but everything you did just turn became some great motivations for me, even something you did for someone else! Hehehe... So i just wanna say thanks a lot n huge sorry. Wish nothing but d’best 4 yaa..
17. Dan tak lupa ucapan terimakasih untuk semuanya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang juga telah ikut andil dalam penulisan tugas akhir ini.

Akhirnya, penulis menyadari bahwa tak ada gading yang tak retak, untuk itu penulis menyambut baik atas segala masukan, saran dan kritik yang membangun dari semua pihak bagi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini. Semoga segala usaha dan rencana kita senantiasa dalam lindungan kasih-Nya. Amin.

Yogyakarta, Juli 2012

Penulis

M. Firman Annur

NIM: 07610013

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR DAN GRAFIK	xvi
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SIMBOL	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pembatasan Masalah.....	5
1.3 Rumusan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian	6

1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Tinjauan Pustaka	7
1.7 Sistematika Penulisan	8
BAB II. DASAR TEORI	10
2.1 Distribusi Normal	10
2.1.1 Uji Normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	13
2.2 Persamaan Diferensial Parsial.....	14
2.3 Proses Stokastik.....	15
2.4 Gerak <i>Brownian</i>	15
2.5 Lemma <i>Ito</i>	18
2.6 Opsi (<i>Option</i>)	19
2.6.1 Opsi Beli (<i>Call Option</i>).....	22
2.7 <i>Arbitrage, Hedging, dan Return</i>	24
2.8 Portofolio	28
2.9 Volatilitas dan Estimasi Volatilitas dari Data Historis....	29
2.10 Model <i>Black – Scholes</i> Harga Opsi Beli Tipe Eropa....	31
2.11 Persamaan Panas	32
2.12 Metode Beda Hingga	33
2.12.1 Skema Beda Hingga	35
2.12.2 Skema <i>Crank-Nicholson</i>	37
BAB III. METODE PENELITIAN	44
3.1 Jenis Penelitian	44
3.2 Sumber Penelitian.....	45

3.3 Alat Penelitian	45
3.4 Tahap-tahap Analisis Data	46

BAB IV. PENENTUAN HARGA OPSI TIPE EROPA UNTUK

MODEL *BLACK-SCHOLES* DENGAN METODE

BEDAHINGGA SKEMA *CRANK-NICHOLSON*..... 48

4.1 Model Black-Scholes untuk Harga Opsi Beli tipe Europa	49
4.2 Penggunaan Metode Beda Hingga Skema <i>Crank-Nicholson</i> pada model <i>Black-Scholes</i> pada Penentuan Harga Opsi Beli Tipe Eropa	51

BAB V. STUDI KASUS: PENENTUAN HARGA OPSI BELI TIPE

EROPA SAHAM PT ASTRA INTERNASIONAL TBK.. 61

5.1 Data	61
5.2 Uji Normalitas	62
5.3 Menghitung Volatilitas dari Data Saham.....	63
5.4 Tingkat Suku Bunga Bebas Resiko.....	65
5.5 Menentukan Harga Opsi Beli Tipe Eropa dengan Model <i>Black-Scholes</i> menggunakan Metode Beda Hingga Skema <i>Crank-Nicholson</i>	66
5.6 Pertimbangan Membeli Opsi Beli Tipe Eropa	67
5.7 Hak dan Kewajiban Pembeli dan Penjual Opsi Beli Tipe Eropa	67
5.8 Perbandingan Harga Opsi Beli Tipe Eropa dengan	

Perubahan Satu Faktor	68
5.9 Grafik Pergerakan Harga Opsi Beli Tipe Eropa	70
BAB VI. PENUTUP	72
6.1 Kesimpulan	72
6.2 Saran	73

DAFTAR GAMBAR DAN GRAFIK

Gambar 2.1 : Pias-pias Beda Hingga	33
Gambar 2.2 : Proyeksi Pias-pias ke Bidang $x-t$	34
Gambar 2.3 : Garis Singgung Sejajar Bidang $x-c$	34
Gambar 3.1 : Tahapan Analisis Data	45
Grafik 5.1 : Grafik Harga Penutupan Saham PT Astra Internasional Tbk.....	62
Grafik 5.2 : Pergerakan Harga Opsi Beli Tipe Eropa	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Laba/rugi Opsi Beli	22
Tabel 5.1 : Output Uji Normalitas	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I : Data dan Estimasi Volatilitas Harga saham PT Astra Internasional Tbk (1 Juli 2009-30 Juni 2010).....	74
Lampiran II : Data Harga Saham PT Astra Internasional Tbk (1 Juli 2010 – 30 Desember 2010)	81
Lampiran III : Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) (Januari – Desember 2010)	83
Lampiran IV : Program Perhitungan Harga Opsi Beli Tipe Eropa Model <i>Black-Scholes</i> dengan Metode Beda Hingga Skema <i>Crank-Nicholson Software</i> MATLAB R2008a	84
Lampiran V : Output Perhitungan Harga Opsi Beli Tipe Eropa Model <i>Black-Scholes</i> dengan Metode Beda Hingga Skema <i>Crank-Nicholson</i>	85
Lampiran VI : Pengaruh Perubahan Nilai <i>Exercise Price</i> Terhadap Perhitungan Harga Opsi Tipe Eropa	86
Lampiran VII : Pengaruh Perubahan Nilai Suku Bunga Bebas Resiko Terhadap Perhitungan Harga Opsi Beli Tipe Eropa...	87
Lampiran VIII : Pengaruh Perubahan Nilai Volatilitas Harga Saham Terhadap Perhitungan harga Opsi Beli Tipe Eropa..	88
Lampiran IX : Perubahan Waktu Jatuh Tempo Terhadap Perhitungan Harga Opsi Beli Tipe Eropa	89

Lampiran X : Pengaruh Perubahan Harga Saham Saat Ini Terhadap Perhitungan Harga Opsi Beli Tipe Eropa	90
--	----

DAFTAR SIMBOL

$\phi(z)$: fungsi kepadatan peluang variabel z
$B(t)$: gerak Brownian pada saat t
$N(0,1)$: distribusi normal dengan <i>mean</i> nol dan variansi 1
V	: nilai opsi
S	: nilai saham
r_t	: <i>simple net return</i> atau <i>capital loss</i>
R_t	: <i>log return</i>
u_t	: <i>ln return</i>
σ	: nilai volatilitas atau standar deviasi dari <i>ln return</i>
σ^2	: variansi <i>ln return</i>
U_j^i	: temperatur dengan sumbu nilai i dan sumbu waktu j
v	: <i>mesh ratio</i> , k/h^2
$V(S, t)$: harga opsi pada saham S dan waktu t
π	: portofolio
V_j^i	: harga opsi dengan sumbu nilai i dan sumbu waktu j
r	: tingkat suku bunga bebas resiko
E	: harga pelaksanaan
$T - t$: jangka waktu opsi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia keuangan mengenal adanya pasar keuangan (*finansial market*) yang terdiri atas pasar uang (*money market*) dan pasar modal (*capital market*). Pada pasar uang terjadi jual beli aset keuangan dalam jangka pendek, sedangkan pada pasar modal terjadi jual beli aset keuangan dalam jangka panjang. Pasar modal sendiri terdiri atas pasar obligasi, pasar saham, *warrant* dan pasar untuk derivatif.¹

Pasar modal memiliki peran yang besar karena memberikan dua fungsi sekaligus, yaitu fungsi ekonomi dan fungsi keuangan. Dikatakan memiliki fungsi ekonomi karena menyediakan fasilitas untuk mempertemukan dua kepentingan yaitu pihak yang memiliki kelebihan dana dan pihak yang memerlukan dana. Kemudian dikatakan memiliki fungsi keuangan karena memberikan kemungkinan dan kesempatan untuk memperoleh keuntungan (*return*) bagi pemilik dana sesuai dengan karakteristik investasi yang dipilih.²

Salah satu produk derivatif atau turunan didalam pasar modal adalah opsi. opsi adalah suatu kontrak yang memberikan hak (bukan kewajiban) kepada pemegang kontrak (*option buyer*) untuk membeli atau menjual suatu aset tertentu suatu perusahaan kepada penulis opsi (*option writer*) dengan harga tertentu

¹ Sutrisno, *Metode Beda Hingga untuk Solusi Numerik dari Persamaan Black-Scholes Harga Opsi Put Amerika*, Tesis (Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB, 2008), hlm. 1

² Suad Husnan, *Dasar – dasar Teori Fortofolio dan Analisis Sekuritas*, edisi 4 (Yogyakarta: Unit Penerbit dan Percetakan AMP YKPN, 2005), hlm. 4

(*exercise price*) dalam jangka waktu tertentu (*expiration date*). Apabila pada saat jatuh tempo (*expiraton date*) pemegang opsi tidak menggunakan haknya, maka haknya tersebut akan hilang dengan sendirinya.³ Dengan demikian opsi yang dimilikinya tidak akan bernilai lagi.

Pasar opsi yang pertama didunia dibuka pada bulan April 1973 yang berada di Chicago Broad Options Exchange (CBOE). Opsi yang diperdagangkan pada waktu itu hanyalah opsi beli untuk saham. Pada perkembangannya, opsi yang diperdagangkan tidak terbatas apada opsi saham saja, tetapi juga opsi indeks saham, opsi kurs valas, opsi komoditas, dan lain-lain.⁴

Bursa Efek Jakarta mulai mensimulasikan kontrak opsi terhadap saham pada semester kedua tahun 2003. Aset dasar yang dipilih dalam kontrak opsi di Indonesia saat itu adalah saham dari Telkom, Astra Internasional, Gudang Garam, H M Sampoerna, dan bank BCA dengan jangka jatuh temponya satu bulan.

Opsi merupakan salah satu alat paling efektif sebagai sarana lindung nilai (*headging*), penambahan *income*, memaksimalkan *return* (keuntungan) serta meminimalkan kerugian. Secara garis besar opsi dapat dibedakan berdasarkan instrumen yang melandasinya (*underlying*) seperti saham, indeks, saham dan nilai mata uang. Proyek derivatif baru ini dinamakan KOS (kontrak opsi saham). KOS akan melengkapi produk dipasar modal selain obligasi, saham dan *warrant* serta diharapkan dapat menjadikan pasar efek lebih menarik.

Semula para pemodal hanya mengenal deposito sebagai salah satu alternatif investasi yang aman, tetapi kini para pemodal diberi pilihan investasi dengan

³Bodie, Kane, Markus, *investasi*, Buku 2 edisi 6 (Jakarta: Penerbit Salemba Empat,2006), hlm. 340

⁴*Ibid*, hlm. 339.

harapan imbalan hasil yang lebih besar dan tingkat keamanan yang terjaga lewat KOS. Dengan KOS, pemodal hanya perlu membayar sejumlah premi tertentu untuk dapat memiliki atau menembus saham induk pada periode tertentu. Bila saham induk naik, pemodal hanya perlu membayar sesuai dengan harga tembus yang telah ditetapkan.

Ada beberapa manfaat yang dapat diperoleh investor KOS diantaranya :

- a) Memberikan fungsi lindung terhadap saham tertentu
- b) Dengan dana investasi yang sama atau relatif kecil, persentasi keuntungan yang diperoleh melalui KOS relatif lebih besar dibandingkan dengan saham
- c) KOS memberikan fleksibilitas waktu bagi investor, sehingga diharapkan dapat mengambil suatu keputusan investasi yang tidak terburu-buru dan lebih rasional. Karena dengan membeli KOS harga jual/harga beli saham telah dikunci pada level harga tertentu.
- d) Investor yang memiliki saham dapat memperoleh tambahan pemasukan atau biasa disebut premi yaitu dengan menerbitkan *call option/put option* atas saham mereka.
- e) Investor dapat memperoleh keuntungan pada setiap situasi pasar bila tepat dalam memilih strategi. Jika investor memperkirakan harga cenderung naik, dapat mempertimbangkan untuk membeli *call option*. Sebaliknya jika diperkirakan cenderung turun, dapat mempertimbangkan untuk membeli *put option*.

Kunci sukses dalam bermain KOS adalah kemampuan investor menebak pergerakan harga suatu saham. Jika salah meramalkan pergerakan harga saham, bukan keuntungan yang didapat tetapi investor justru akan merugi. Oleh karena itu, sebelum benar-benar terjun bermain KOS ada baiknya investor berlatih dahulu atau melakukan simulasi transaksi KOS kecil-kecilan.

Opsi dibedakan menjadi dua berdasarkan periode waktu pelaksanaannya, opsi tipe Eropa (*European Option*) dan opsi tipe Amerika (*American Option*). Opsi tipe Eropa adalah opsi yang dilaksanakan hanya pada saat jatuh tempo saja, sedangkan opsi tipe Amerika adalah opsi yang dapat dilaksanakan kapan saja hingga waktu jatuh tempo.⁵

Harga opsi merupakan refleksi dari nilai intrinsik dan setiap tambahan jumlah atas nilai intrinsik. Premi atas nilai intrinsik disebut nilai waktu atau premi waktu. Nilai intrinsik opsi adalah nilai ekonomis jika opsi dilaksanakan dengan segera. Jika nilai ekonomis tidak positif merupakan hasil dari pelaksanaan opsi segera, maka nilai intrinsik adalah nol. Premi waktu suatu opsi merupakan jumlah dimana harga opsi melebihi nilai intrinsiknya. Pembeli opsi mengharapkan, suatu saat sebelum kadaluarsa, perubahan harga pasar dari saham yang didasari akan meningkatkan nilai hak yang melekat.⁶

Pasar opsi yang semakin berkembang membuat pengetahuan dalam memprediksi suatu pergerakan harga opsi dan meramalkan segala kemungkinan yang terjadi yang bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan dan

⁵Frank J. Fabozzi, *Manajemen Investasi*, buku 2 (Jakarta: Salemba Empat, 2000), hlm. 444

⁶*Ibid*, hlm. 448-449

meminimalkan kerugian semakin berkembang pula. Banyak metode yang bisa digunakan untuk menentukan harga opsi, diantaranya adalah metode Black-Scholes, metode Binomial, dan metode simulasi Monte Carlo. Metode yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah metode Black-Scholes. Metode ini lazim digunakan para pelaku ekonomi dalam menentukan harga opsi. Metode Black-Scholes yang berupa persamaan diferensial parsial. Metode ini dapat diselesaikan secara eksak, dengan mentransformasikan modelnya kedalam bentuk persamaan panas. Kemudian, untuk mencari solusi numeriknya, digunakan metode beda hingga skema Crank-Nicholson.

1.2 Pembatasan Masalah

Pembahasan akan difokuskan pada penentuan harga opsi beli Eropa dengan model *Black-Scholes* yang ditransformasikan kedalam bentuk persamaan panas. Kemudian untuk mencari solusi numeriknya, digunakan metode beda hingga skema *Crank-Nicolson*. Penelitian ini diaplikasikan dengan menggunakan bantuan MATLAB R2008a.

1.3 Rumusan Masalah

Setelah pembatasan masalah dilakukan, langkah selanjutnya ialah merumuskan permasalahan-permasalahan apa yang akan dibahas dalam penelitian ini.

Berikut adalah rumusan-rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini:

- a) Bagaimana caranya menentukan harga opsi beli Eropa dengan model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga skema *Crank-Nicholson*?
- b) Bagaimana aplikasi model *Black-Scholes* dengan metode beda hingga skema *Crank-Nicholson* dalam penentuan harga opsi beli tipe Eropa untuk PT Astra Internasional Tbk?

1.4 Tujuan Penelitian

Penulisan tugas akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S1 di Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Disamping itu penelitian ini juga bertujuan untuk:

- a) Mengetahui cara menentukan harga opsi beli Eropa dengan model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga skema *Crank-Nicholson*
- b) Mengaplikasikan model *Black-Scholes* dengan metode beda hingga skema *Crank-Nicholson* ke dalam suatu studi kasus penentuan harga opsi beli Eropa untuk PT Astra Internasional Tbk.

1.5 Manfaat Penelitian

penelitian ini dalam konteksnya sebagai sebuah karya ilmiah tentunya diharapkan dapat memberikan manfaat kepada semua pihak, terutama kepada diri peneliti sendiri. Adapun manfaat penelitian ini, diantaranya:

- a) Bagi penulis

Untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang cara menentukan harga opsi beli Eropa dengan model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga skema *Crank-Nicolson*.

b) Bagi khasanah ilmu pengetahuan

Dapat digunakan sebagai bahan kajian bagi siapa saja yang ingin mempelajari cara penentuan harga opsi khususnya pada opsi beli Eropa.

c) Bagi Prodi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Menambah penelitian mengenai penerapan matematika terutama dalam bidang ekonomi khususnya permasalahan penentuan harga opsi.

1.6 Tinjauan Pustaka

Model Black-Scholes adalah salah satu model perhitungan harga opsi yang terkenal. Model ini dikembangkan oleh Fischer Black dan Myron Scholes pada tahun 1970. Selain model Black-Scholes, terdapat beberapa model lain yang digunakan dalam perhitungan harga opsi seperti model binomial dan metode Monte Carlo.

Penggunaan model Black-Scholes dalam perhitungan harga opsi telah banyak dibahas dalam berbagai kesempatan, diantaranya seperti yang dilakukan oleh mahasiswa UNS, Retno Tri Vlandari, dalam skripsinya “Model Black-Scholes Harga Opsi Beli Tipe Eropa dengan Pembagian Dividen”.

Metode penyelesaian numerik tidak ada batasan mengenai bentuk persamaan diferensial. Penyelesaian diperoleh berupa iterasi numerik dari fungsi untuk berbagai variabel bebas. Penyelesaian suatu persamaan diferensial dilakukan pada

titik-titik yang ditentukan berurutan. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti, maka interval antara titik-titik yang berurutan dibuat semakin kecil. Metode beda hingga skema Crank-Nicholson sendiri merupakan bagian dari metode penyelesaian numerik, sebagaimana dibahas oleh Emy Mutholi'ah, mahasiswa UIN Malang, dalam skripsinya “Analisis Perbandingan Metode Beda Hingga Skema Implisit dan Crank-Nicolson pada Penyelesaian Persamaan Diferensial Parsial”.

1.7 Sistematika penulisan

Tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang, pembatasan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Landasan teori membahas tentang teori-teori penunjang yang akan digunakan dalam pembahasan tugas akhir ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang metode yang akan digunakan untuk penulisan tugas akhir ini.

BAB IV PENENTUAN HARGA OPSI BELI TIPE EROPA UNTUK *MODEL BLACK-SCHOLES* DENGAN METODE BEDA HINGGA SKEMA *CRANK-NICHOLSON*

Bab ini membahas tentang penentuan harga opsi beli Eropa untuk model *Black-Scholes* dengan metode beda hingga skema *Crank-Nicolson*.

BAB V STUDI KASUS

Bab ini berisi aplikasi penentuan harga opsi beli Eropa pada saham suatu perusahaan untuk model *Black-Scholes* dengan metode beda hingga skema *Crank-Nicolson*. Sistem pemrograman yang dibangun oleh program aplikasi MATLAB R2008a.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi beberapa kesimpulan dari hasil pembahasan pada bab-bab sebelumnya dan saran untuk kelanjutan dari pembahasan dalam tugas akhir ini pada khususnya dan perkembangan ilmu matematika pada umumnya.

BAB VI

PENUTUP

Pembahasan pada bab terakhir ini adalah kesimpulan yang dapat kita ambil dari pembahasan bab-bab sebelumnya dan beberapa saran yang dianjurkan untuk melengkapi dan memperbaiki penelitian ini.

6.1 Kesimpulan

Berikut beberapa hal yang dapat disimpulkan dari tugas akhir ini:

1. Melalui proses perhitungan pada bab-bab sebelumnya didapatkan suatu formula sebagai cara menentukan harga opsi beli tipe Eropa dengan model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga skema *Crank-Nicholson*. Formula tersebut yaitu:

$$CV^{i+1} = NV^i + r^i$$

2. Penentuan harga opsi beli tipe Eropa dengan model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga skema *Crank-Nicholson* kemudian diaplikasikan dalam studi kasus penentuan harga opsi beli tipe Eropa saham PT Astra Internasional Tbk. Kemudian dengan diketahui nilai $S = \text{Rp.}50.000$, $E = \text{Rp.} 52.000$, jangka waktunya 90 hari, $r = 0,06572$, dan nilai volatilitas (σ) = 0,3677 diperoleh nilai opsi beli Eropanya yaitu Rp. 2.634,2. *Software* MATLAB R2008a digunakan sebagai perangkat bantuan dalam penghitungan ini.

6.2 Saran

Pengetahuan yang mendetail tentang opsi wajib dimiliki oleh para investor dalam mengambil keputusan berkaitan dengan pembelian opsi beli. Perhitungan secara teoritis mengenai cara menentukan harga opsi beli kemudian membandingkannya dengan harga opsi beli di pasar akan memudahkan investor menilai layak atau tidaknya harga opsi yang ditawarkan. Tujuan akhirnya tentu adalah agar investor dapat memperoleh keuntungan yang semaksimal mungkin dan mengurangi resiko kerugian seminimal mungkin. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menentukan harga opsi beli tipe Eropa menggunakan model *Black-Scholes* dengan metode beda hingga skema *Crank-Nicholson*.

Selain harga saham dipasar, pembeli opsi juga harus memperhatikan waktu jatuh tempo dan laba atau rugi yang akan dialami jika melaksanakan opsi. Hal ini mempunyai tujuan yang sama yaitu memaksimalkan keuntungan dan meminimalkan kerugian.

Pada akhirnya penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Terutama berkenaan dengan terbatasnya ruang lingkup permasalahan yang dibahas. Opsi yang bisa diteliti dalam tugas akhir ini hanya opsi beli tipe Eropa saja. Oleh karena itu penulis menyarankan kedepannya bagi siapa saja yang berminat meneliti tentang matematika keuangan khususnya opsi untuk dapat membahas tentang jenis opsi yang lain dan penentuan harganya dengan model-model yang lain agar dapat memperluas khazanah pengetahuan kita tentang materi keuangan khususnya tentang opsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bodie, Kane, Markus. 2006. *Investasi* buku 2 edisi 6. Salemba Empat, Jakarta.
- Desmond, J Higham. 2004. *An Introduction to Finance Option Valuation*.
Cambridge University Press, Cambridge.
- Djojodihardjo, Harijono. 1983. *Metoda Numerik*. Erlangga, Jakarta.
- Fabozzi, F.J. 2000. *Manajemen Investasi*. Salemba Empat, Jakarta.
- John, C Hull. 2000. *Options, Futures and Other Derivatives*. Prentice Hall, New Jersey.
- Lee J Bain and Max Engelhardt. 1992. *Introduction to Probability and Mathematical Statistic*. Duxbury Press, Belmont.
- Palagay, Usman. 2009. *Mathematical Modelling*. UIN-Malang Press. Malang
- Quadratullah, M.F., dkk. 2009. *Metode Statistika*. Teras. Yogyakarta
- Somantri, Drs. Ating. 2006. *aplikasi Statistika dalam Penelitian*. Pustaka Setia.
Bandung
- Sutrisno. 2008. Tesis *Metode Beda Hingga untuk Solusi Numerik dari Persamaan Black-Scholes Harga Opsi Put Amerika*. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.
- Suad Husnan. 2005. *Dasar –dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas* edisi 4.
Unit Penerbit dan Percetakan AMP YKPN, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2002. *Metode Numerik*. Beta Offset. Yogyakarta.

Lampiran I

Data dan Estimasi Volatilitas Harga Saham

PT Astra Internasional Tbk

(1 Juli 2009 – 30 Juni 2010)²⁴

no.	Tanggal Penutupan	Harga Penutupan	Return	ln return
1	01/07/2009	23.750		
2	02/07/2009	23.250	0,97895	-0,02128
3	03/07/2009	23.450	1,0086	0,008565
4	06/07/2009	23.250	0,99147	-0,00857
5	07/07/2009	23.500	1,01075	0,010695
6	09/07/2009	25.650	1,09149	0,087543
7	10/07/2009	25.050	0,97661	-0,02367
8	13/07/2009	25.000	0,998	-0,002
9	14/07/2009	25.050	1,002	0,001998
10	15/07/2009	26.900	1,07385	0,071252
11	16/07/2009	27.500	1,0223	0,02206
12	17/07/2009	27.250	0,99091	-0,00913
13	21/07/2009	27.200	0,99817	-0,00184
14	22/07/2009	26.350	0,96875	-0,03175
15	23/07/2009	27.400	1,03985	0,039075
16	24/07/2009	27.600	1,0073	0,007273
17	27/07/2009	27.050	0,98007	-0,02013
18	28/07/2009	26.800	0,99076	-0,00929
19	29/07/2009	27.100	1,01119	0,011132
20	30/07/2009	28.100	1,0369	0,036236
21	31/07/2009	29.300	1,0427	0,041818
22	03/08/2009	30.400	1,03754	0,036855
23	04/08/2009	31.050	1,02138	0,021156
24	05/08/2009	29.950	0,96457	-0,03607
25	06/08/2009	30.000	1,00167	0,001668
26	07/08/2009	31.000	1,03333	0,03279
27	10/08/2009	31.500	1,01613	0,016
28	11/08/2009	31.300	0,99365	-0,00637
29	12/08/2009	30.950	0,98882	-0,01125

²⁴ www.yahoofinance.com, diunduh pada tanggal 20 Maret 2012

30	13/08/2009	31.000	1,00162	0,001614
31	14/08/2009	29.850	0,9629	-0,0378
32	18/08/2009	28.800	0,96482	-0,03581
33	19/08/2009	28.600	0,99306	-0,00697
34	20/08/2009	28.600	1	0
35	21/08/2009	28.600	1	0
36	24/08/2009	29.500	1,03147	0,030984
37	25/08/2009	29.450	0,99831	-0,0017
38	26/08/2009	29.150	0,98981	-0,01024
39	27/08/2009	29.700	1,01887	0,018692
40	28/08/2009	30.000	1,0101	0,01005
41	31/08/2009	30.150	1,005	0,004988
42	01/09/2009	30.600	1,01493	0,014815
43	02/09/2009	29.300	0,95752	-0,04341
44	03/09/2009	29.050	0,99147	-0,00857
45	04/09/2009	29.400	1,01205	0,011976
46	07/09/2009	29.500	1,0034	0,003396
47	08/09/2009	29.950	1,01525	0,015139
48	09/09/2009	30.250	1,01002	0,009967
49	10/09/2009	31.200	1,0314	0,030922
50	11/09/2009	31.600	1,01282	0,012739
51	14/09/2009	31.450	0,99525	-0,00476
52	15/09/2009	33.850	1,07631	0,07354
53	16/09/2009	32.900	0,97194	-0,02847
54	17/09/2009	32.200	0,97872	-0,02151
55	24/09/2009	31.800	0,98758	-0,0125
56	25/09/2009	31.300	0,98428	-0,01585
57	28/09/2009	30.050	0,96006	-0,04076
58	29/09/2009	31.900	1,06156	0,059743
59	30/09/2009	33.350	1,04545	0,044452
60	01/10/2009	33.500	1,0045	0,004488
61	02/10/2009	32.650	0,97463	-0,0257
62	05/10/2009	32.200	0,98622	-0,01388
63	06/10/2009	34.600	1,07453	0,071887
64	07/10/2009	34.750	1,00434	0,004326
65	08/10/2009	33.850	0,9741	-0,02624
66	09/10/2009	33.550	0,99114	-0,0089
67	12/10/2009	33.600	1,00149	0,001489
68	13/10/2009	33.550	0,99851	-0,00149
69	14/10/2009	33.950	1,01192	0,011852
70	15/10/2009	33.700	0,99264	-0,00739

71	16/10/2009	32.900	0,97626	-0,02403
72	19/10/2009	33.000	1,00304	0,003035
73	20/10/2009	33.200	1,00606	0,006042
74	21/10/2009	32.500	0,97892	-0,02131
75	22/10/2009	31.350	0,96462	-0,03603
76	23/10/2009	32.650	1,04147	0,040631
77	26/10/2009	33.100	1,01378	0,013688
78	27/10/2009	32.950	0,99547	-0,00454
79	28/10/2009	31.950	0,96965	-0,03082
80	29/10/2009	32.000	1,00156	0,001564
81	30/10/2009	31.300	0,97813	-0,02212
82	02/11/2009	31.050	0,99201	-0,00802
83	03/11/2009	30.250	0,97424	-0,0261
84	04/11/2009	30.200	0,99835	-0,00165
85	05/11/2009	29.800	0,98675	-0,01333
86	06/11/2009	30.350	1,01846	0,018288
87	09/11/2009	31.600	1,04119	0,040361
88	10/11/2009	31.050	0,98259	-0,01756
89	11/11/2009	31.000	0,99839	-0,00161
90	12/11/2009	32.750	1,05645	0,054916
91	13/11/2009	32.700	0,99847	-0,00153
92	16/11/2009	33.550	1,02599	0,025662
93	17/11/2009	33.650	1,00298	0,002976
94	18/11/2009	34.250	1,01783	0,017674
95	19/11/2009	33.250	0,9708	-0,02963
96	20/11/2009	33.250	1	0
97	23/11/2009	33.150	0,99699	-0,00301
98	24/11/2009	33.350	1,00603	0,006015
99	25/11/2009	32.900	0,98651	-0,01359
100	26/11/2009	32.000	0,97264	-0,02774
101	30/11/2009	32.350	1,01094	0,010878
102	01/12/2009	32.600	1,00773	0,007698
103	02/12/2009	32.550	0,99847	-0,00153
104	03/12/2009	32.650	1,00307	0,003067
105	04/12/2009	33.200	1,01685	0,016705
106	07/12/2009	33.400	1,00602	0,006006
107	08/12/2009	33.850	1,01347	0,013383
108	09/12/2009	33.100	0,97784	-0,02241
109	10/12/2009	33.250	1,00453	0,004521
110	11/12/2009	34.000	1,02256	0,022306
111	14/12/2009	33.950	0,99853	-0,00147

112	15/12/2009	34.100	1,00442	0,004409
113	16/12/2009	34.500	1,01173	0,011662
114	17/12/2009	35.000	1,01449	0,014389
115	21/12/2009	33.900	0,96857	-0,03193
116	22/12/2009	34.100	1,0059	0,005882
117	23/12/2009	34.000	0,99707	-0,00294
118	28/12/2009	34.200	1,00588	0,005865
119	29/12/2009	33.950	0,99269	-0,00734
120	30/12/2009	34.700	1,02209	0,021851
121	04/01/2010	35.300	1,01729	0,017143
122	05/01/2010	35.500	1,00567	0,00565
123	06/01/2010	35.300	0,99437	-0,00565
124	07/01/2010	34.200	0,96884	-0,03166
125	08/01/2010	34.400	1,00585	0,005831
126	11/01/2010	34.950	1,01599	0,015862
127	12/01/2010	35.400	1,01288	0,012793
128	13/01/2010	35.100	0,99153	-0,00851
129	14/01/2010	35.550	1,01282	0,012739
130	15/01/2010	36.200	1,01828	0,018119
131	18/01/2010	36.000	0,99448	-0,00554
132	19/01/2010	36.250	1,00694	0,00692
133	20/01/2010	35.800	0,98759	-0,01249
134	21/01/2010	35.250	0,98464	-0,01548
135	22/01/2010	33.800	0,95887	-0,042
136	25/01/2010	33.400	0,98817	-0,0119
137	26/01/2010	33.850	1,01347	0,013383
138	27/01/2010	34.350	1,01477	0,014663
139	28/01/2010	36.000	1,04803	0,046917
140	29/01/2010	35.950	0,99861	-0,00139
141	01/02/2010	35.400	0,9847	-0,01542
142	02/02/2010	36.000	1,01695	0,016807
143	03/02/2010	35.650	0,99028	-0,00977
144	04/02/2010	35.350	0,99158	-0,00845
145	05/02/2010	34.350	0,97171	-0,0287
146	08/02/2010	33.700	0,98108	-0,0191
147	09/02/2010	34.150	1,01335	0,013265
148	10/02/2010	34.250	1,00293	0,002924
149	11/02/2010	34.300	1,00146	0,001459
150	12/02/2010	35.300	1,02915	0,028738
151	15/02/2010	34.950	0,99008	-0,00996
152	16/02/2010	35.700	1,02146	0,021232

153	17/02/2010	36.250	1,01541	0,015289
154	18/02/2010	36.000	0,9931	-0,00692
155	19/02/2010	36.150	1,00417	0,004158
156	22/02/2010	36.550	1,01107	0,011004
157	23/02/2010	36.900	1,00958	0,00953
158	24/02/2010	36.800	0,99729	-0,00271
159	25/02/2010	36.250	0,98505	-0,01506
160	01/03/2010	36.850	1,01655	0,016416
161	02/03/2010	36.200	0,98236	-0,0178
162	03/03/2010	36.150	0,99862	-0,00138
163	04/03/2010	36.050	0,99723	-0,00277
164	05/03/2010	36.800	1,0208	0,020591
165	08/03/2010	39.000	1,05978	0,058064
166	09/03/2010	40.250	1,03205	0,031548
167	10/03/2010	39.950	0,99255	-0,00748
168	11/03/2010	39.600	0,99124	-0,0088
169	12/03/2010	39.000	0,98485	-0,01527
170	15/03/2010	38.650	0,99103	-0,00901
171	17/03/2010	40.850	1,05692	0,05536
172	18/03/2010	40.200	0,98409	-0,01604
173	19/03/2010	40.100	0,99751	-0,00249
174	22/03/2010	40.200	1,00249	0,002491
175	23/03/2010	40.800	1,01493	0,014815
176	24/03/2010	41.800	1,02451	0,024214
177	25/03/2010	43.000	1,02871	0,028304
178	26/03/2010	43.150	1,00349	0,003482
179	29/03/2010	42.600	0,98725	-0,01283
180	30/03/2010	42.400	0,99531	-0,00471
181	31/03/2010	41.900	0,98821	-0,01186
182	01/04/2010	44.500	1,06205	0,060203
183	05/04/2010	46.700	1,04944	0,048255
184	06/04/2010	45.300	0,97002	-0,03044
185	07/04/2010	45.500	1,00442	0,004405
186	08/04/2010	43.800	0,96264	-0,03808
187	09/04/2010	43.450	0,99201	-0,00802
188	12/04/2010	44.550	1,02532	0,025001
189	13/04/2010	43.900	0,98541	-0,0147
190	14/04/2010	43.350	0,98747	-0,01261
191	15/04/2010	43.450	1,00231	0,002304
192	16/04/2010	42.900	0,98734	-0,01274
193	19/04/2010	43.100	1,00466	0,004651

194	20/04/2010	43.900	1,01856	0,018391
195	21/04/2010	45.150	1,02847	0,028076
196	22/04/2010	45.450	1,00664	0,006623
197	23/04/2010	45.800	1,0077	0,007671
198	26/04/2010	47.000	1,0262	0,025864
199	27/04/2010	46.200	0,98298	-0,01717
200	28/04/2010	45.550	0,98593	-0,01417
201	29/04/2010	46.100	1,01207	0,012002
202	30/04/2010	47.150	1,02278	0,022521
203	03/05/2010	46.400	0,98409	-0,01603
204	04/05/2010	45.550	0,98168	-0,01849
205	05/05/2010	43.450	0,9539	-0,0472
206	06/05/2010	41.900	0,96433	-0,03633
207	07/05/2010	40.200	0,95943	-0,04142
208	10/05/2010	42.600	1,0597	0,057987
209	11/05/2010	42.700	1,00235	0,002345
210	12/05/2010	42.700	1	0
211	14/05/2010	42.600	0,99766	-0,00234
212	17/05/2010	41.900	0,98357	-0,01657
213	18/05/2010	41.500	0,99045	-0,00959
214	19/05/2010	39.600	0,95422	-0,04686
215	20/05/2010	38.450	0,97096	-0,02947
216	21/05/2010	38.000	0,9883	-0,01177
217	24/05/2010	37.900	0,99737	-0,00264
218	25/05/2010	36.400	0,96042	-0,04038
219	26/05/2010	40.050	1,10027	0,09556
220	27/05/2010	41.500	1,0362	0,035565
221	31/05/2010	43.150	1,03976	0,038989
222	01/06/2010	42.750	0,99073	-0,00931
223	02/06/2010	42.500	0,99415	-0,00587
224	03/06/2010	44.100	1,03765	0,036956
225	04/06/2010	44.950	1,01927	0,019091
226	07/06/2010	43.800	0,97442	-0,02592
227	08/06/2010	43.250	0,98744	-0,01264
228	09/06/2010	43.150	0,99769	-0,00231
229	10/06/2010	42.750	0,99073	-0,00931
230	11/06/2010	43.000	1,00585	0,005831
231	14/06/2010	44.250	1,02907	0,028655
232	15/06/2010	46.000	1,03955	0,038786
233	16/06/2010	46.450	1,00978	0,009735
234	17/06/2010	46.650	1,00431	0,004296

235	18/06/2010	48.550	1,04073	0,039921
236	21/06/2010	48.250	0,99382	-0,0062
237	22/06/2010	48.350	1,00207	0,00207
238	23/06/2010	47.600	0,98449	-0,01563
239	24/06/2010	48.100	1,0105	0,010449
240	25/06/2010	48.400	1,00624	0,006218
241	28/06/2010	48.100	0,9938	-0,00622
242	29/06/2010	47.500	0,98753	-0,01255
243	30/06/2010	48.300	1,01684	0,016702

Berdasarkan data diatas melalui proses perhitungan nilai volatilitas maka diperoleh nilai sebagai berikut:

n+1	243
Mean (Harian)	0,00293
Mean (Tahunan)	0,71278
Variansi (Harian)	0,00058
Variansi (Tahunan)	0,14184
Volatilitas	0,37661
Dibulatkan	0,3766

Lampiran II

Data Harga Saham

PT Astra Internasional Tbk (ASII.JK)

(1 Juli 2010 – 30 Desember 2010)²⁵

No.	Tanggal Emiten	Harga Penutupan	No.	Tanggal Emiten	Harga Penutupan
1	01/07/2010	47.500	34	18/08/2010	48.300
2	02/07/2010	46.300	35	19/08/2010	48.800
3	05/07/2010	46.700	36	20/08/2010	48.800
4	06/07/2010	46.850	37	23/08/2010	49.750
5	07/07/2010	46.250	38	24/08/2010	49.000
6	08/07/2010	47.000	39	25/08/2010	48.650
7	09/07/2010	47.350	40	26/08/2010	48.400
8	12/07/2010	47.300	41	27/08/2010	47.500
9	13/07/2010	48.200	42	30/08/2010	47.800
10	14/07/2010	49.450	43	31/08/2010	47.600
11	15/07/2010	49.850	44	01/09/2010	49.400
12	16/07/2010	49.750	45	02/09/2010	50.050
13	19/07/2010	49.300	46	03/09/2010	50.000
14	20/07/2010	49.800	47	06/09/2010	52.400
15	21/07/2010	49.850	48	07/09/2010	53.500
16	22/07/2010	49.750	49	15/09/2010	57.800
17	23/07/2010	50.100	50	16/09/2010	55.300
18	26/07/2010	49.800	51	17/09/2010	54.700
19	27/07/2010	50.500	52	20/09/2010	54.500
20	28/07/2010	51.200	53	21/09/2010	55.200
21	29/07/2010	52.750	54	22/09/2010	55.000
22	30/07/2010	50.700	55	23/09/2010	54.850
23	02/08/2010	49.950	56	24/09/2010	56.000
24	03/08/2010	47.500	57	27/09/2010	58.100
25	04/08/2010	46.500	58	28/09/2010	56.950
26	05/08/2010	48.750	59	29/09/2010	56.150
27	06/08/2010	48.800	60	30/09/2010	56.700
28	09/08/2010	48.800	61	01/10/2010	59.600

²⁵ www.yahoofinance.com, diunduh pada tanggal 20 maret 2012

29	10/08/2010	47.500	62	04/10/2010	60.000
30	11/08/2010	46.800	63	05/10/2010	58.950
31	12/08/2010	47.600	64	06/10/2010	58.950
32	13/08/2010	48.300	65	07/10/2010	58.450
33	16/08/2010	48.300	66	08/10/2010	56.950
67	11/10/2010	56.400	100	26/11/2010	54.150
68	12/10/2010	57.150	101	29/11/2010	54.350
69	13/10/2010	57.500	102	30/11/2010	51.900
70	14/10/2010	57.600	103	01/12/2010	52.450
71	15/10/2010	56.250	104	02/12/2010	54.050
72	18/10/2010	55.950	105	03/12/2010	52.750
73	19/10/2010	56.100	106	06/12/2010	52.900
74	20/10/2010	56.300	107	08/12/2010	54.550
75	21/10/2010	56.150	108	09/12/2010	54.550
76	22/10/2010	56.150	109	10/12/2010	53.900
77	25/10/2010	57.300	110	13/12/2010	53.000
78	26/10/2010	56.950	111	14/12/2010	52.800
79	27/10/2010	56.800	112	15/12/2010	52.800
80	28/10/2010	56.450	113	16/12/2010	49.900
81	29/10/2010	57.000	114	17/12/2010	50.300
82	01/11/2010	57.450	115	20/12/2010	51.250
83	02/11/2010	56.550	116	21/12/2010	52.450
84	03/11/2010	55.600	117	22/12/2010	52.400
85	04/11/2010	55.100	118	23/12/2010	52.550
86	05/11/2010	56.700	119	27/12/2010	53.500
87	08/11/2010	57.400	120	28/12/2010	53.450
88	09/11/2010	58.150	121	29/12/2010	54.000
89	10/11/2010	57.450	122	30/12/2010	54.550
90	11/11/2010	56.500			
91	12/11/2010	56.800			
92	15/11/2010	56.250			
93	16/11/2010	56.000			
94	18/11/2010	54.900			
95	19/11/2010	55.300			
96	22/11/2010	55.000			
97	23/11/2010	54.200			
98	24/11/2010	53.750			
99	25/11/2010	55.450			

Lampiran III
Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI)
(November 2009 – Oktober 2010)²⁶

Tanggal	BI Rate
November 2009	6,5925%
Desember 2009	6,5834%
Januari 2010	6,5925%
Februari 2010	6,59325%
Maret 2010	6,5596%
April 2010	6,5373%
Mei 2010	6,5435%
Juni 2010	6,596%
Juli 2010	6,6301%
Agustus 2010	6,6334%
September 2010	6,6367%
Oktober 2010	6,3696%

²⁶ www.bi.go.id, diunduh 8 Oktober 2012

Lampiran IV

Program Perhitungan Harga Opsi Beli Tipe Eropa

Model *Black-Scholes* dengan Metode Beda Hingga Skema *Crank-Nicholson*

Software MATLAB R2008a

```

disp('penentuan harga opsi beli tipe Eropa untuk model Black-
Scholes dengan metode beda hingga skema Crank-Nicholson');
disp('#####');
disp(' ');
E=input('masukkan nilai E: ');
r=input('masukkan nilai r: ');
sigma=input('masukkan nilai sigma: ');
T=input('masukkan nilai T: ');
L=input('masukkan nilai L: ');
Nx=input('masukkan nilai Nx: ');
Nt=input('masukkan nilai Nt: ');
k=T/Nt;
h=L/Nx;
z=L/10;
clf
T1=diag(ones(Nx-2,1),1)-diag(ones(Nx-2,1),-1);
T2=-2*eye(Nx-1,Nx-1)+diag(ones(Nx-2,1),1)+diag(ones(Nx-2,1),-1);
mvec=[1:Nx-1];
D1=diag(mvec);
D2=diag(mvec.^2);
F=(1-r*k)*eye(Nx-1,Nx-1)+0.5*k*sigma^2*D2*T2+0.5*k*r*D1*T1;
B=(1+r*k)*eye(Nx-1,Nx-1)-0.5*k*sigma^2*D2*T2-0.5*k*r*D1*T1;
A1=0.5*(eye(Nx-1,Nx-1)+F);
A2=0.5*(eye(Nx-1,Nx-1)+B);
U=zeros(Nx-1,Nt+1);
U(:,1)=max([h:h:L-h]-E,0);
for i=Nt
    tau=(i-1)*k;
    p1=k*(0.5*sigma^2-0.5*r)*E*exp(-r*(tau));
    q1=k*(0.5*sigma^2-0.5*r)*E*exp(-r*(tau+k));
    rhs=A1*U(:,i)+[0.5*(p1+q1);zeros(Nx-2,1)];
    X=A2\rhs;
    U(:,i+1)=X;
end
bca=zeros(1,Nt+1);
bcb= repmat(L,1,Nt+1);
U=[U;bcb];
mesh([0:k:T],[0:h:z],U(1:z+1,:));
disp('...')
xlabel('tau=T-t');
ylabel('harga saham saat ini');
zlabel('nilai call option');
title('grafik metode Crank-Nicholson untuk nilai call option');

```

Lampiran V

Output Perhitungan Harga Opsi Beli Tipe Eropa

Model *Black-Scholes* dengan Metode Beda Hingga Skema *Crank-Nicholson*

```
#####
```

```
penentuan harga opsi beli tipe Eropa untuk model Black-Scholes  
dengan metode beda hingga skema Crank-Nicholson
```

```
#####
```

```
masukkan nilai E: 52
```

```
masukkan nilai r: 0.06572
```

```
masukkan nilai sigma: 0.3677
```

```
masukkan nilai T: 1
```

```
masukkan nilai L: 1000
```

```
masukkan nilai Nx: 1000
```

```
masukkan nilai Nt: 365
```

```
....
```

```
>> U(50,90)
```

```
ans =
```

```
2.6342
```

Lampiran VI
Pengaruh Perubahan Nilai *Exercise Price* Terhadap
Perhitungan Harga Opsi Tipe Eropa

```
#####  
penentuan harga opsi beli tipe Eropa untuk model Black-Scholes  
dengan metode beda hingga skema Crank-Nicholson  
#####  
masukkan nilai E: 55  
  
masukkan nilai r: 0.06572  
  
masukkan nilai sigma: 0.3677  
  
masukkan nilai T: 1  
  
masukkan nilai L: 1000  
  
masukkan nilai Nx: 1000  
  
masukkan nilai Nt: 365  
  
.....  
  
>> U(50,90)  
  
ans =  
  
1.7075
```

Lampiran VII

Pengaruh Perubahan Nilai Suku Bunga Bebas Resiko Terhadap

Perhitungan Harga Opsi Beli Tipe Eropa

```
#####  
penentuan harga opsi beli tipe Eropa untuk model Black-Scholes  
dengan metode beda hingga skema Crank-Nicholson  
#####  
masukkan nilai E: 52  
masukkan nilai r: 0.08  
masukkan nilai sigma: 0.3677  
masukkan nilai T: 1  
masukkan nilai L: 1000  
masukkan nilai Nx: 1000  
masukkan nilai Nt: 365  
.....  
>> U(50,90)  
  
ans =  
  
2.7008
```

Lampiran VIII

Pengaruh Perubahan Nilai Volatilitas Harga Saham Terhadap

Perhitungan harga Opsi Beli Tipe Eropa

```
#####
penentuan harga opsi beli tipe Eropa untuk model Black-Scholes
dengan metode beda hingga skema Crank-Nicholson
#####
masukkan nilai E: 52
masukkan nilai r: 0.06572
masukkan nilai sigma: 0.4
masukkan nilai T: 1
masukkan nilai L: 1000
masukkan nilai Nx: 1000
masukkan nilai Nt: 365
....
>> U(50,90)

ans =

2.9435
```


Lampiran IX
Perubahan Waktu Jatuh Tempo Terhadap
Perhitungan Harga Opsi Beli Tipe Eropa

```
#####  
penentuan harga opsi beli tipe Eropa untuk model Black-Scholes  
dengan metode beda hingga skema Crank-Nicholson  
#####  
masukkan nilai E: 52  
masukkan nilai r: 0.06572  
masukkan nilai sigma: 0.3677  
masukkan nilai T: 1  
masukkan nilai L: 1000  
masukkan nilai Nx: 1000  
masukkan nilai Nt: 365  
.....  
>> U(50,120)  
  
ans =  
  
3.2907
```

Lampiran X

Pengaruh Perubahan Harga Saham Saat Ini Terhadap

Perhitungan Harga Opsi Beli Tipe Eropa

```
#####  
penentuan harga opsi beli tipe Eropa untuk model Black-Scholes  
dengan metode beda hingga skema Crank-Nicholson
```

```
#####
```

```
masukkan nilai E: 52
```

```
masukkan nilai r: 0.065
```

```
masukkan nilai sigma: 0.3677
```

```
masukkan nilai T: 1
```

```
masukkan nilai L: 1000
```

```
masukkan nilai Nx: 1000
```

```
masukkan nilai Nt: 365
```

```
....
```

```
>> U(53,90)
```

```
ans =
```

```
4.1542
```