

**SIMULASI MONTE CARLO DALAM MENENTUKAN
NILAI OPSI SAHAM**

SKRIPSI

Oleh:

WIWIK SHOFIYATUL MUNIROH

NIM: 04510017



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MALANG
MALANG
2008**

**SIMULASI MONTE CARLO DALAM MENENTUKAN
NILAI OPSI SAHAM**

SKRIPSI

Diajukan Kepada :
Universitas Islam Negeri Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh :
WIWIK SHOFIYATUL MUNIROH
NIM. 04510017



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALANG
MALANG
2008**

**SIMULASI MONTE CARLO DALAM MENENTUKAN
NILAI OPSI SAHAM**

i

SKRIPSI

Oleh:

WIWIK SHOFIATUL MUNIROH
NIM. 04510017

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji

Tanggal: 16 Oktober 2008

Pembimbing I

Pembimbing II

Sri Harini, M.Si
NIP. 150 318 321

Abdul Azis, M.Si
NIP. 150 377 256

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Sri Harini, M. Si
NIP. 150 318 321

**SIMULASI MONTE CARLO DALAM MENENTUKAN
NILAI OPSI SAHAM**

SKRIPSI

Oleh:
WIWIK SHOFIYATUL MUNIROH
NIM. 04510017

Telah Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal 23 Oktober 2008

Susunan Dewan Penguji		Tanda Tangan
1. Penguji Utama	: <u>Usman Pagalay, M. Si</u> NIP. 150 327 240	()
2. Ketua	: <u>Wahyu H. Irawan, M. Pd</u> NIP. 150 300 415	()
3. Sekretaris	: <u>Sri Harini, M. Si</u> NIP. 150 318 321	()
4. Anggota	: <u>Abdul Aziz, M. Si</u> NIP. 150 377 256	()

**Mengetahui dan Mengesahkan
Ketua Jurusan Matematika**

Sri Harini, M. Si
NIP. 150 318 321



*Untuk
Bapak Syahir Wahono, Ibu Wiyani
Zainal Abidin, Mbak Nur, Mbak Tin
Amiruddin Ghufron, Irsyadul Hikam, Rosidatun Nafi'ah
dan
Karno, sumber semangat dan motivasi*



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : WIWIK SHOFIYATUL MUNIROH

NIM : 04510017

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 16 Oktober 2008

Yang membuat pernyataan

Wiwik Shofiyatul Muniroh
NIM. 04510017

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirrobbil 'alamin, segala puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, hingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “ SIMULASI MONTE CARLO DALAM MENENTUKAN NILAI OPSI SAHAM” ini dengan baik. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW sebagai *uswatun hasanah* dalam meraih kesuksesan di dunia dan akhirat.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, iringan doa dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Imam Suprayogo selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Malang .
2. Bapak Prof. Dr. Sutiman Bambang Sumitro, SU., D.Sc, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.
3. Ibu Sri Harini. M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.
4. Ibu Sri Harini, M.Si dan Bapak Abdul Aziz M.Si. selaku dosen pembimbing, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan selama penulisan skripsi ini.

5. Seluruh Dosen Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama di bangku kuliah, serta seluruh karyawan dan staf UIN Malang.
6. Bapak dan Ibu tercinta, yang selalu memberikan semangat dan motivasi baik moril maupun spirituil dan perjuangannya dalam mendidik dan membimbing penulis hingga penulis sukses dalam meraih cita-cita serta ketulusan do'anya kepada penulis sampai dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Mas Zainal Abidin, mbak Nurhayati, mbak Zuliatin, yang membantu penulis sampai terselesaikannya skripsi ini.
8. Adik-adik tersayang, Amiruddin Ghufron, Irsyadul Hikam, Rosidatun Nafi'ah penyemangat dalam setiap langkah perjalanan menempuh pendidikan.
9. Mas Karno, terima kasih atas kasih sayang, semua saran, doa, nasehat serta motivasinya agar selalu semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Sahabat Yuli, Luluk, Zumroh, Ely yang selalu memberikan semangat dan motivasi serta saran dan doa juga keceriaan dalam hidupku. Juga teman seperjuangan Susie, Imel, Sulis, terimakasih atas semua dukungan dan motivasi kalian.
11. Teman-teman Matematika angkatan 2004 beserta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amien.

Malang, 23 Oktober 2008

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Definisi Istilah dan Simbol	7
1.7 Metode Penelitian	8
1.8 Sistematika Penulisan	10
BAB II : KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Proses Stokastik	11
2.1.1 Pengertian Proses Stokastik	11
2.1.2 Interpretasi Proses Stokastik	11
2.2 Simulasi Monte Carlo	13
2.2.1 Pengertian Simulasi Monte Carlo	13
2.2.2 Interpretasi Simulasi Monte Carlo	16
2.3 Hukum Bilangan Besar	18
2.4 Teorema Limit Pusat	20
2.5 Bilangan Acak dengan Distribusi Normal	20
2.6 Opsi	21
2.6.1 Pengertian Opsi	21
2.6.2 Macam-Macam Opsi	22
2.6.3 Faktor-Faktor yang harus Diperhatikan dalam bertransaksi Opsi	23
2.6.4 Model Opsi Asia	26
2.7 Program Matlab	27
2.8 Kajian Simulasi Monte Carlo dan Jual Beli Opsi Saham dalam Al-Quran	28

BAB III: PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data.....	34
3.2 Menentukan Parameter Data Real Harga Saham	35
3.3 Membangkitkan Harga Saham.....	36
3.4 Menentukan Nilai Opsi Saham	37
3.5 Proses Simulasi Monte Carlo.....	39
3.5.1 Simulasi 10 kali	40
3.5.2 Simulasi 100 kali	43
3.5.3 Simulasi 1000 kali	47
3.5.4 Simulasi 5000 kali	49
3.5.5 Simulasi 6000 kali	53
3.6 Perbandingan Hasil Simulasi	56

BAB V: KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan	60
4.2 Saran	60

**DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN**



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perhitungan nilai opsi beli dan laba (rugi)nya	25
Tabel 2.2	Fungsi-fungsi analisis data statistik dalam Matlab	28
Tabel 3.1	Hasil simulasi nilai opsi jual	56
Tabel 3.2	Hasil simulasi nilai opsi beli	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Grafik Pergerakan harga saham selama 3.5 tahun terakhir.....	35
Gambar 3.2	Grafik Simulasi Harga Saham pada simulasi ke-10	40
Gambar 3.3	Grafik Nilai Opsi Jual dengan Simulasi 10 kali	42
Gambar 3.4	Grafik Nilai Opsi Beli dengan Simulasi 10 kali.....	43
Gambar 3.5	Grafik Simulasi Harga Saham pada simulasi ke-100	44
Gambar 3.6	Grafik Nilai Opsi Jual dengan Simulasi 100 kali	45
Gambar 3.7	Grafik Nilai Opsi Beli dengan simulasi 100 kali.....	46
Gambar 3.8	Grafik Simulasi Harga Saham pada simulasi ke-1000	47
Gambar 3.9	Grafik Nilai Opsi Jual dengan Simulasi 1000 kali	48
Gambar 3.10	Grafik Nilai Opsi Beli dengan simulasi 1000 kali	49
Gambar 3.11	Grafik Simulasi Harga Saham pada simulasi ke-5000	50
Gambar 3.12	Grafik Nilai Opsi Jual dengan Simulasi 5000 kali	51
Gambar 3.13	Grafik Nilai Opsi Beli dengan simulasi 5000 kali.....	52
Gambar 3.14	Grafik simulasi harga saham pada simulasi ke-6000	53
Gambar 3.15	Grafik Nilai Opsi Jual dengan Simulasi 6000 kali	54
Gambar 3.16	Grafik Nilai Opsi Beli dengan simulasi 6000 kali.....	55
Gambar 3.17	Grafik kekonvergenan nilai opsi jual.....	57
Gambar 3.18	Grafik kekonvergenan nilai opsi beli.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data harga saham Januari sampai dengan Desember 2005
- Lampiran 2. Data harga saham Januari sampai dengan Desember 2006
- Lampiran 3. Data harga saham Januari sampai dengan Desember 2007
- Lampiran 4. Data harga saham Januari sampai dengan Juli 2008
- Lampiran 5. Program MatLab Simulasi Monte Carlo dalam menentukan nilai opsi saham.
- Lampiran 6. Hasil program dengan simulasi 10 kali
- Lampiran 7. Hasil program dengan simulasi 100 kali
- Lampiran 8. Hasil program dengan simulasi 1000 sampai dengan 6000.



ABSTRAK

Muniroh, Wiwik Shofiyatul. 2008. **Simulasi Monte Carlo dalam Menentukan Nilai Opsi Saham**. Skripsi, Jurusan matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang. Pembimbing Sri Harini, M.Si dan Abdul Aziz, M.Si.

Kata Kunci: proses stokastik, Simulasi Monte Carlo, nilai opsi saham, opsi Asia.

Matematika dikenal masyarakat sebagai ilmu hitung yang memiliki metode dan keakurasian hasil yang tinggi. Salah satu cabang ilmu matematika yang mempelajari tentang analisis data dan interpretasinya adalah statistika. Salah satu teori yang dipelajari dalam statistika adalah teori probabilitas. Dalam teori ini terdapat metode yang mengembangkan percobaan-percobaan untuk menentukan kemungkinan suatu variabel. Banyak variabel yang ada pada dunia nyata yang dapat dikembangkan kemungkinannya diantaranya harga saham. Dengan acuan harga saham dapat ditentukan nilai opsinya. Harga saham perubahannya lebih berfluktuatif sehingga regresi dianggap kurang mampu untuk menentukan nilai harga saham, sehingga digunakan metode stokastik yaitu simulasi untuk mengembangkan percobaan-percobaan kemungkinan harga saham yang terjadi. Dalam hal ini digunakan metode simulasi Monte Carlo. Menurut Kakiay Simulasi Monte Carlo adalah suatu metode yang mempelajari sistem dengan melakukan eksperimen yang samplingnya berbasis pada komputer. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui hasil simulasi Monte Carlo dalam menentukan nilai opsi saham dari suatu perusahaan. Dalam hal ini menentukan nilai opsi saham yang didasarkan pada harga saham yang sudah terjadi sebelumnya.

Proses Simulasi Monte Carlo dalam penelitian ini terdiri dari 2 langkah utama; (1) membangkitkan bilangan acak (harga saham) dan (2) menentukan nilai opsi berdasarkan suatu model, model yang dimaksud dalam penelitian ini didasarkan pada model opsi Asia. Proses Simulasi Monte Carlo yang dilakukan dapat menghasilkan harga saham yang mungkin terjadi sehingga dapat menentukan nilai opsi berdasarkan rata-rata harga saham, baik opsi jual maupun opsi beli. Kedua opsi tersebut diperoleh dari rata-rata harga saham yang sama, dengan *exercise price* yang berbeda.

Dari hasil penelitian yang dilakukan, menunjukkan bahwa semakin banyak simulasi yang dilakukan maka semakin akurat nilai rata-rata harga saham yang diperoleh sehingga dari setiap simulasi interval nilai opsi semakin kecil. Jika rata-rata nilai opsi tersebut sudah konvergen, maka simulasi dihentikan. Dalam penelitian ini kekonvergenan nilai opsi jual dan opsi beli tampak pada simulasi ke-5000, karena pada simulasi ke-6000 dan seterusnya nilai rata-rata yang dihasilkan sama (sampai 4 digit dibelakang desimal) dengan hasil simulasi ke-5000.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matematika merupakan ilmu universal yang mendasari perkembangan teknologi modern, mempunyai peran penting dalam berbagai disiplin dan memajukan daya pikir manusia. Perkembangan pesat di bidang teknologi informasi dan komunikasi dewasa ini dilandasi oleh perkembangan matematika. Selain itu, matematika yang oleh orang Indonesia dikenal dengan ilmu pasti atau ilmu hitung menjadi suatu teknik untuk menghitung secara teliti. Sebagaimana yang dianjurkan dalam Al-Quran surat maryam ayat 94:

لَقَدْ أَحْصَاهُمْ وَعَدَّهُمْ عَدًّا

Artinya: "Sesungguhnya Allah Telah menentukan jumlah mereka dan menghitung mereka dengan hitungan yang teliti".

Perhitungan suatu data dikatakan teliti jika perhitungan tersebut menghasilkan suatu nilai yang tepat. Matematika mempunyai salah satu cabang ilmu yang mempelajari tentang analisis suatu data dengan perhitungan yang teliti serta interpretasi hasil yaitu statistika. Salah satu jenis statistika adalah statistika inferensial yang didalamnya mempelajari teknik analisis data untuk menarik kesimpulan. Statistika inferensial didasarkan pada teori peluang atau probabilitas.

Teori tentang probabilitas didalamnya memuat berbagai nilai kemungkinan yang terjadi dari suatu variabel. Banyak variabel dari dunia nyata yang secara alami mempunyai berbagai kemungkinan yang dapat dilakukan

berulang-ulang sehingga membentuk suatu aturan. Seperti yang telah dijelaskan dalam Al-Quran surat al-mulk ayat 3 yang berbunyi:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا ۗ مَا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفَوتٍ ۗ فَأَرِجْ
الْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِن فُطُورٍ ﴿٣﴾

Artinya: "Yang Telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka Lihatlah berulang-ulang, Adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang?" (Q.S. Al-Mulk: 3).

Ayat diatas memerintahkan bahwa mempelajari sesuatu ilmu secara berulang-ulang, untuk membuktikan suatu keseimbangan di alam. Secara tersirat ayat tersebut menganjurkan manusia untuk berfikir dan menuntut ilmu secara terus-menerus karena semakin sering manusia berfikir semakin banyak pula ilmu yang diperoleh. Penjelasan ayat tersebut merupakan bentuk dari simulasi variabel dari dunia nyata dimana variabel yang dikaji adalah ilmu keseimbangan alam. Dengan memperhatikan sesuatu yang ada di alam sekitar dan memikirkannya secara berulang-ulang maka akan ditemukan suatu jawaban bahwa semua yang ada di alam diciptakan seimbang.

Salah satu contoh variabel lain dari dunia nyata yang dapat disimulasikan adalah harga saham. Opsi saham adalah opsi yang didasarkan pada harga saham. Opsi saham merupakan salah satu surat berharga yang diperjualbelikan di bursa efek. Opsi yaitu suatu kontrak yang memberikan hak kepada pemegang kontrak itu untuk membeli (opsi beli) atau menjual (opsi jual) suatu asset tertentu dengan harga tertentu dalam jangka waktu tertentu. Dengan demikian opsi saham adalah suatu kontrak yang memberikan hak kepada pemegang kontrak itu untuk membeli

(opsi beli) atau menjual (opsi jual) suatu saham tertentu dengan harga tertentu dalam jangka waktu tertentu.

Transaksi opsi saham sebagaimana transaksi jual beli lainnya, dimana ada pihak penjual, pihak pembeli dan barang yang diperdagangkan. Kegiatan jual beli opsi merupakan kegiatan yang diharamkan oleh Allah, sebagaimana dalam Al-Quran surat Al-Baqarah ayat 275 yang berbunyi:

... وَأَحَلَّ اللَّهُ الْبَيْعَ وَحَرَّمَ الرِّبَا ۚ ... ﴿٢٧٥﴾

Artinya: "...Dan Allah menghalalkan jual beli dan mengharamkan riba" (Q.S. Al-Baqarah: 275).

Ayat menjelaskan bahwa melakukan jual beli untuk mencari keuntungan adalah halal, dan mencari keuntungan dengan melakukan riba adalah perbuatan yang diharamkan Allah. Jual beli yang diharamkan Allah adalah jual beli yang didalamnya tidak melibatkan riba. Riba adalah meminta pembayaran lebih dari yang ditetapkan.

Kegiatan jual beli dalam mengambil keuntungan pun penjual harus bersikap adil terhadap pembeli dengan mencukupkan takaran dan timbangan. Sebagaimana disebutkan dalam surat Asyu'araa' :ayat 181-182 yang berbunyi:

أَوْفُوا الْكَيْلَ وَلَا تَكُونُوا مِنَ الْمُخْسِرِينَ ﴿١٨١﴾ وَزِنُوا بِالْقِسْطَاسِ الْمُسْتَقِيمِ ﴿١٨٢﴾

Artinya: "Sempurnakanlah takaran dan janganlah kamu termasuk orang-orang yang merugikan. Dan timbanglah dengan timbangan yang lurus" (Q.S. As-Syu'araa' : 181-182).

Ayat diatas menjelaskan bahwa untuk mengambil keuntungan maka sempurnakanlah takaran sehingga tidak merugikan orang lain. Dalam

memperhitungkan keuntungan hendaknya adil, yaitu dengan menghitung dengan adil antara hak dan kewajiban yang harus dilakukan. Sehingga tidak ada pihak yang merasa dirugikan, karena hasil yang diperoleh sesuai dengan kesepakatan yang dibuat kedua pihak.

Transaksi jual beli opsi dilaksanakan dengan berdasar pada kesepakatan yang dibuat kedua pihak yaitu penjual dan pembeli, karena transaksi yang dilakukan tidak langsung, tetapi dalam waktu tertentu bergantung pada waktu yang telah disepakati. Sebagaimana jual beli yang telah dijelaskan diatas, untuk menentukan keuntungan dalam bertransaksi opsi diperlukan suatu perhitungan dengan takaran yang sesuai, sehingga diharapkan antara kedua pihak tidak ada yang merasa dirugikan. Oleh karena itu diperlukan suatu perhitungan yang teliti untuk mendapatkan takaran yang benar dan sesuai.

Perhitungan secara statistik untuk menentukan harga saham dirasakan kurang mampu karena harga saham yang akan terjadi tidak dapat ditentukan secara pasti sehingga dibutuhkan bilangan acak yang stokastik. Dengan demikian model harga saham juga memuat data stokastik. Salah satu metode yang bersifat stokastik adalah simulasi. Perhitungan dengan simulasi dilakukan pada setiap elemen. Simulasi lebih memperhatikan data sejarah untuk memprediksikan di masa yang akan datang sebagai gambaran dari suatu data. Dari gambaran yang ada dibuat suatu model sehingga dapat dibangkitkan suatu bilangan acak berdasarkan suatu model yang dibuat. Simulasi dalam melakukan percobaan melibatkan pembangkit bilangan acak dengan menggunakan komputer sehingga

dikenal dengan simulasi komputer yaitu percobaan dengan sampling berbasis komputer. Hal ini dikenal dengan simulasi Monte Carlo.

Metode Monte Carlo menghendaki pengembangan percobaan-percobaan dengan sistematis dan menggunakan bilangan acak. Metode ini banyak berperan dalam sistem simulasi komputer, yang digunakan untuk memanipulasi database yang besar, memiliki kemampuan logika seperti operasi matematika dalam suatu model, dan dapat mengikuti suatu model yang kemudian dikembangkan oleh komputer. Simulasi Monte Carlo didasarkan pada percobaan dari suatu elemen kemungkinan dengan menggunakan sampel acak. Gagasan dari simulasi Monte Carlo adalah membuat nilai dari tiap variabel yang merupakan bagian dari model yang dipelajari.

Berdasarkan uraian diatas, dalam penelitian ini penulis akan mengkaji tentang aplikasi simulasi Monte Carlo dalam bidang keuangan dengan mengambil judul skripsi “*Simulasi Monte Carlo dalam Menentukan Nilai Opsi Saham*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan diteliti adalah bagaimana hasil simulasi Monte Carlo dalam menentukan nilai Opsi Saham.

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui hasil simulasi Monte Carlo dalam menentukan nilai Opsi Saham.

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak meluas pada pembahasan yang lain maka dalam pembahasan permasalahan akan dibatasi pada :

1. Nilai opsi beli Asia dan nilai opsi jual Asia, dengan acuan harga saham..
2. Saham yang digunakan hanya memperhatikan faktor bunga didasarkan pada tingkat perubahan yang terjadi pada data real, yaitu $r = \left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right)$ dan diasumsikan tetap.
3. Pengambilan data dibatasi pada perilaku yang normal dengan membuang data yang outlier.
4. Interval nilai ditentukan dengan signifikansi 95%.
5. Nilai keakuratan konvergensi dibatasi sampai 4 digit dibelakang desimal.
6. Hasil yang digunakan bergantung pada waktu menjalankan program komputer (simulasi) dan pada penelitian ini mengambil data simulasi yang dijalankan pada Minggu, 24 September 2008.

1.5 Manfaat

1. Bagi Peneliti

Sebagai bentuk partisipasi dalam pengembangan ilmu pengetahuan terutama di bidang matematika statistik dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari terutama di bidang ekonomi keuangan.

2. Bagi Masyarakat

Sebagai acuan para investor dalam bertransaksi opsi, khususnya pada opsi beli Asia dan opsi jual Asia dengan acuan harga saham.

1.6 Definisi Istilah dan Simbol

1. Opsi adalah Sebuah kontrak antara dua pihak dimana pihak yang membeli kontrak disebut Taker, mempunyai hak untuk membeli atau menjual sejumlah tertentu instrumen yang menjadi dasar dari kontrak dengan harga tertentu dan dalam waktu tertentu.
2. Opsi Asia adalah opsi yang bergantung pada rata-rata harga saham dalam satu periode transaksi opsi.
3. Taker adalah pihak yang membeli kontrak opsi.
4. Writer adalah pihak yang menjual kontrak opsi.
5. Pelaksanaan opsi saham (*Exercise*) adalah realisasi hak dari pihak taker atas opsi saham kepada writer.
6. Opsi beli (C) adalah opsi yang memberikan hak kepada pemegangnya (taker) untuk membeli sejumlah tertentu asset suatu perusahaan dari penjual (writer) opsi pada harga tertentu (*exercise price*) setiap waktu sampai waktu jatuh tempo (*exercise time*).
7. Opsi jual (P) adalah opsi yang memberikan hak kepada pemegangnya (taker) untuk menjual sejumlah tertentu asset suatu perusahaan dari penjual (writer) opsi pada harga tertentu (*exercise price*) setiap waktu sampai waktu jatuh tempo (*exercise time*).
8. S_t = Harga saham pada waktu ke t.
9. \bar{S} = Rata-rata harga saham.
10. σ^2 = Standar deviasi harga saham.
11. N = Banyaknya data yang diambil.

12. *Exercise price* (E) adalah harga yang telah disepakati dalam kontrak opsi.
13. *Payoff* , $\Lambda(S(T))$, adalah nilai maksimum dari selisih harga asset, S_T dan *exercise price*, E pada saat jatuh tempo.
14. Waktu jatuh tempo (T) adalah waktu yang telah disepakati untuk transaksi opsi (*exercise time*).
15. r adalah bunga, didasarkan pada tingkat laju pertumbuhan harga saham.
16. \hat{C} adalah rata-rata nilai opsi dari hasil regresi.
17. $\hat{\sigma}^2$ adalah standar deviasi nilai opsi hasil simulasi.

1.7 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kajian pustaka, yaitu melakukan penelitian untuk memperoleh data-data dan informasi-informasi yang digunakan dalam pembahasan.

Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan peneliti dalam mengkaji penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan suatu permasalahan yang dapat diselesaikan dengan metode simulasi Monte Carlo.
2. Mencari literatur yang membahas tentang simulasi Monte Carlo dan aplikasinya dalam bidang keuangan untuk dijadikan acuan dalam mengkaji metode tersebut. Literatur yang digunakan diantaranya buku, internet dan jurnal yang membahas simulasi Monte Carlo.
3. Mengkaji konsep simulasi Monte Carlo dengan mengambil suatu contoh kasus dari dunia nyata. Dalam penelitian ini variabel yang diambil adalah

harga saham untuk menentukan nilai opsi saham. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam mengkaji simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan dan menganalisis data harga saham yang akan digunakan. Contoh data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga saham pada PT. Telekomunikasi Indonesia, dari 03 Januari 2005 sampai dengan 31 Juli 2008 yang diakses melalui situs resmi www.telkom.co.id.
- b. Menentukan parameter rata-rata dan standar deviasi data real harga saham.
- c. Membangkitkan harga saham pada masa yang akan datang (1 Agustus – 31 Oktober 2008) dengan model harga saham Black-Scholes, dengan harga saham awal menggunakan harga real pada tanggal 31 Juli 2008. Dengan menggunakan parameter yang diperoleh dari langkah b.
- d. Menentukan harga opsi beli Asia dan opsi jual Asia pada langkah c, dengan model harga opsi Asia.
- e. Mengulangi langkah c dan d sebanyak M (10, 100, 1000, 5000 dan 6000).
- f. Menentukan rata-rata dan varians dari harga opsi yang diperoleh dari langkah e.
- g. Menentukan interval nilai opsi.

1.8 Sistematika Penulisan

Agar dalam penulisan ini sistematis, maka disusun sistematika sebagai berikut:

Bab I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, definisi istilah dan simbol, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II : KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini terdiri atas teori-teori yang digunakan sebagai acuan dalam pembahasan, antara lain pengertian proses stokastik, simulasi Monte Carlo, hukum bilangan besar, teorema limit pusat, bilangan acak dengan distribusi normal, pengertian opsi, macam-macam opsi, faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam bertransaksi opsi, model harga saham Black-Scholes, model opsi Asia, kajian simulasi Monte Carlo dan jual beli opsi saham dalam Al-Quran.

Bab III : PEMBAHASAN.

Pembahasan berisi tentang uraian metode dan hasil simulasi Monte Carlo dalam menentukan nilai opsi beli Asia dan opsi jual Asia yang diterapkan pada contoh kasus digunakan.

Bab IV : KESIMPULAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Proses Stokastik

2.1.1 Pengertian Proses Stokastik

Misalkan S adalah bilangan acak yang dikenai aturan untuk menentukan nilai $S(\zeta)$ pada setiap hasil ζ suatu percobaan. Proses stokastik $S(t)$ adalah aturan untuk menentukan fungsi $S(t, \zeta)$ untuk setiap ζ . Jadi, proses stokastik adalah keluarga fungsi waktu yang tergantung pada parameter ζ atau secara ekuivalen fungsi t dan ζ . Domain (wilayah) ζ adalah himpunan semua hasil-hasil percobaan dan wilayah t adalah bilangan riil (Subanar, 1992:289). Secara matematis proses stokastik dapat digambarkan oleh peluang dari $S(t)$ atau fungsi dari $S(t)$, untuk $t \rightarrow \infty$.

Dalam proses stokastik, istilah bilangan acak $S(t)$ dapat diartikan sebagai bilangan keadaan. Misalkan $t = 1, 2, 3, \dots$ dalam himpunan $T = 1, 2, 3, \dots$, maka $S(1)$ menggambarkan harga saham yang terjadi pada hari pertama. $S(2)$ menggambarkan harga saham yang terjadi pada hari kedua dan seterusnya.

2.1.2 Interpretasi Proses Stokastik

Subanar (1992:290) menginterpretasikan proses stokastik yang dinotasikan dengan $S(t)$ bahwa t tertentu dan ζ variabel, maka $S(t)$ adalah variabel acak yang sama dengan keadaan proses pada waktu ke- t . Hal ini dapat diartikan bahwa

dalam setiap harga saham yang terjadi memuat variabel acak ζ yang sama dengan keadaan proses pada waktu ke- t . Jika harga saham terjadi di waktu ke- t maka variabel ζ yang terdapat dalam harga saham berbeda dengan t sebelumnya.

Kwok (2000:224) menggambarkan proses stokastik dalam menentukan derivatif yang berjalan naik turun dan berfluktuasi dengan fungsi nilai harapan sebagai berikut:

$$Ef(Z(T;t,z))$$

Dimana Z , menyatakan proses stokastik yang menggambarkan evolusi harga dari satu atau lebih variabel keuangan yang mendasari, seperti harga asset dan bunga, masing-masing dibawah distribusi probabilitas bebas resiko. Proses Z mempunyai nilai syarat z pada waktu t , dan fungsi f nilai khusus dari keuangan pada waktu jatuh tempo T .

Persamaan stokastik oleh Kijima (2002:161) digambarkan dalam dua bentuk yang berbeda. Misalkan S_t harga dalam waktu t dari nilai keuangan, dan perhatikan bentuk persamaan stokastik yang didefinisikan dengan,

$$\frac{S_{t+1} - S_t}{S_t} = \mu(S_t, t) + \sigma(S_t, t)\Delta Z_t, \quad t = 0, 1, \dots, T-1, \quad (2.1)$$

dimana $S_0 = S$ dan $\Delta Z = Z_{t+1} - Z_t$ dengan $Z_0 = 0$. Persamaan ini menggambarkan situasi bahwa pada tingkat waktu t nilai keuangan akan kembali (pada persamaan bagian kiri) yang dinyatakan dengan jumlah dari kecenderungan $\mu(S_t, t)$ dan jumlah stokastik $\sigma(S_t, t)\Delta Z_t$. Dalam situasi nyata, kenaikan $S_{t+1} - S_t$ mungkin berpengaruh, namun tidak dapat menentukan perilaku di masa yang akan

datang secara pasti. Pada suatu kasus, perlu diperhatikan variabel stokastiknya seperti $\sigma(S_t, t)\Delta Z_t$ pada persamaan (2.1).

Untuk mengetahui nilai *payoff* $\Lambda(S(T))$ dari opsi beli Eropa dengan *exercise price* E dan waktu jatuh tempo T adalah $\Lambda[\{S_T - E\}^+]$. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa persamaan stokastik pada persamaan (2.1) dapat ditulis seperti persamaan stokastik rekursif, (Kijima, 2002:162) sebagai berikut:

$$S_{t+1} = S_t[1 + \mu(S_t, t) + \sigma(S_t, t)(Z_{t+1} - Z_t)] \quad t = 0, 1, \dots, T-1 \quad (2.2)$$

dengan nilai awal $S_0 = S$. Karenanya, jika setiap fungsi $\mu(S, t)$ dan $\sigma(S, t)$ diketahui, maka dapat menyatakan perhitungan dari S_T secara numerik berdasarkan vektor acak $(z_1^i, z_2^i, \dots, z_T^i)$ dan persamaan rekursif (2.2). Menyatakan S_T ke- i dengan S_T^i , maka *payoff* yang diharapkan dari opsi beli Eropa dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\Lambda[\{S_T - E\}_+] \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{S_T^i - E\}^+ = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{S_T^i - E, 0\} \quad (2.3)$$

untuk N banyaknya harga yang terjadi dalam jumlah yang cukup besar.

2.2. Simulasi Monte Carlo

2.2.1 Pengertian Simulasi Monte Carlo

Menurut Kakiy (2004:1) simulasi adalah suatu sistem yang digunakan untuk memecahkan atau menguraikan persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata yang penuh dengan ketidakpastian dengan tidak atau menggunakan model atau metode tertentu dan lebih ditekankan pada pemakaian komputer untuk

mendapatkan solusinya. Salah satu metode yang banyak berperan dalam simulasi komputer adalah metode Monte Carlo. Metode ini memiliki kemampuan untuk membentuk logika seperti operasi matematika dalam suatu model, dan juga dapat mengikuti suatu model untuk kemudian dikembangkan pelaksanaannya dalam komputer. Dengan demikian simulasi Monte Carlo adalah suatu metode yang menghendaki model simulasi yang mengikutsertakan bilangan acak dan sampel yang berbasis pada komputer.

Simulasi Monte Carlo yang menggunakan model stokastik memperoleh hasil yang lebih baik untuk eksperimen yang aktual dalam penelitian di dunia nyata. Dalam matematika simulasi Monte Carlo berawal dari sekumpulan bilangan acak S_1, S_2, \dots, S_n yang terdistribusi secara acak normal dan saling bebas didefinisikan sebagai suatu penjumlahan parsial \hat{S}_n (Kijima, 2002:157) dimana :

$$\hat{S}_n \equiv S_1 + S_2 + \dots + S_n \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (2.4)$$

dengan $\hat{S}_n = 0$ adalah gabungan dari S_n yang merupakan rata-rata sampel, yang didefinisikan dengan $\bar{S}_n = \frac{\hat{S}_n}{n}$, asumsi dari distribusi yang saling bebas merupakan pendekatan dari teorema limit klasik (berasal dari Hukum Bilangan Besar dan teorema limit pusat).

Dimisalkan penaksir θ adalah nilai harapan dari bilangan acak S :

$$\theta = E[S] \quad (2.5)$$

dalam penjumlahan, dapat diperoleh nilai dari bilangan acak bebas yang mempunyai distribusi peluang yang sama terhadap S . Dimisalkan M adalah

banyaknya simulasi, akan diperoleh sebuah nilai S_1, S_2, \dots, S_M , dan dapat dituliskan:

$$\bar{S} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M S_i \quad (2.6)$$

perhitungan di atas merupakan rata-rata, dimana \bar{S} dapat digunakan sebagai penaksir (estimator) dari θ , \bar{S} merupakan nilai harapan dan varian yang mengikutinya. Untuk mencari nilai harapan dapat diperoleh menggunakan persamaan (Ross, 1999:131) ;

$$E[\bar{S}] = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M E[S_i] = \theta \quad (2.7)$$

dari persamaan di atas didapat;

$$\sigma^2 = \text{Var}(S), \quad (2.8)$$

dan mempunyai,

$$\begin{aligned} \text{Var}(\bar{S}) &= \text{Var}\left(\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M S_i\right) \\ &= \frac{1}{M^2} \text{Var}\left(\sum_{i=1}^M S_i\right) \\ &= \frac{1}{M^2} \sum_{i=1}^M \text{Var}(S_i) \\ &= \frac{\sigma^2}{M} \end{aligned}$$

sehingga $\text{Var}(\bar{S}_i)$ mengikuti teorema limit pusat, dengan M besar, \bar{S}_i akan mempunyai nilai yang mendekati distribusi normal. Oleh karena itu, sebagai bilangan acak normal yang cenderung tidak banyak digunakan pada perhitungan

standar deviasi dari rata-rata bilangan, hal ini digunakan jika $\frac{v}{\sqrt{M}}$ lebih kecil dari \bar{S}_n yang cenderung mendekati θ . Oleh sebab itu, ketika M besar, θ akan menjadi estimator dari \bar{S} (untuk hasil yang lebih baik, dapat digunakan sampel yang berbeda untuk taksiran σ^2). Pendekatan ini untuk menaksir nilai harapan yang dikenal dengan simulasi Monte Carlo.

Kwok (2000:225) mengatakan bahwa metode Monte Carlo pada dasarnya adalah suatu prosedur numerik untuk menaksir nilai harapan dari variabel acak, dan dengan menaksir dirinya sendiri untuk menentukan nilai harapan. Prosedur simulasi melibatkan pembangkit bilangan acak dengan memberikan kepadatan probabilitas dan menggunakan hukum bilangan besar untuk mendapatkan rata-rata dari nilainya sebagai penaksir dari nilai harapan variabel acak.

2.2.2 Interpretasi Simulasi Monte Carlo

Kwok (2000:225) mengatakan gambaran prosedur Monte Carlo dapat diperoleh dari contoh opsi beli Eropa. Secara numerik, prosedur Monte Carlo memerlukan perhitungan *payoff* yang diharapkan dari opsi beli Eropa pada saat jatuh tempo, $\Lambda(\max(S_T - E, 0))$ dan dikurangi nilai sekarang pada saat t sehingga dikalikan dengan bilangan eksponen dengan bunga yang diberlakukan, yakni, $e^{-r(T-t)} \Lambda(\max(S_T - E, 0))$. Disini, S_T adalah harga asset pada saat jatuh tempo T dan E adalah *exercise price*.

Pergerakan harga saham oleh Black-Scholes dibuat suatu model dalam model harga asset bagian II (Higham,2004:63) yaitu

$$S_{i+t} = S_i e^{(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)(t_{i+1}-t_i) + \sigma\sqrt{t_{i+1}-t_i}\zeta_i} \quad (2.9)$$

dimana S_i = harga sekarang.pada waktu ke- i

$\mu - \frac{1}{2}\sigma^2$ = bunga yang terjadi pada waktu ke- i

$t_{i+1} - t_i$ (Δt) = selang waktu yang akan dibangkitkan dengan waktu ke- i

ζ_i = bilangan random berdistribusi normal $N(0,1)$.

Bilangan acak S dapat dihasilkan dalam banyak pemrograman bahasa komputer dan karena bersifat acak, maka diasumsikan nilai yang dihasilkan berbeda setiap waktu. Anggap N waktu yang berjalan pada saat t dan pada saat jatuh tempo T , dimana $\Delta t = (T - t) / N$. Prosedur numerik yang telah diberikan pada persamaan (2.9) diulang sampai N kali untuk mensimulasi harga asset dari S_t sampai $S_T = S_t + N\Delta t$. Nilai opsi beli Eropa (C) sesuai dengan hasil simulasi harga asset kemudian dihitung dengan rumus (Kwok,2000:225):

$$C = e^{-r(T-t)} \max(S_T - E, 0) \quad (2.10)$$

Setelah melakukan simulasi diatas yang cukup besar pada simulasi yang berjalan, nilai yang diharapkan opsi beli diperoleh dengan menghitung rata-rata dari penaksir nilai opsi beli yang dihasilkan. Misalkan C_i menyatakan penaksir dari nilai opsi beli yang diperoleh dalam simulasi dan M adalah jumlah angka pada simulasi yang dijalankan. Nilai opsi beli yang diharapkan diberikan oleh:

$$\hat{C} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M C_i, \quad (2.11)$$

dan ragam dari penaksir dihitung dengan:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (C_i - \hat{C})^2. \quad (2.12)$$

2.3. Hukum Bilangan Besar

Hukum bilangan besar menunjukkan bahwa jika probabilitas peristiwa suatu eksperimen tertentu sama dengan p dan jumlah sukses dalam M usaha sama dengan k , maka;

$$\left\{ \left| \frac{k}{M} - p \right| < \varepsilon \right\} \text{ untuk } M \rightarrow \infty \quad (2.13)$$

akan dibuktikan kembali hasil ini sebagai limit barisan bilangan acak. Untuk mempermudah dalam memahami pada kasus ini didefinisikan;

$$S_M = \begin{cases} 1 & \text{Jika peristiwa terjadi pada usaha ke-}M \\ 0 & \text{sebaliknya} \end{cases}$$

dan akan ditunjukkan bahwa rata-rata sampel pada suatu kumpulan bilangan acak

S_1, S_2, \dots, S_t yang saling bebas adalah;

$$\bar{S}_t = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_t}{t} \quad (2.14)$$

$\lim_{t \rightarrow \infty} \bar{S}_t$ menuju ke- p dengan peluang untuk $t \rightarrow \infty$ (Subanar, 1992:270).

Hukum Bilangan Besar menyatakan bahwa jika banyaknya rata-rata sampel menuju ke tak hingga maka \bar{S}_t yang konvergen pada populasi nilai tengah

akan selalu berlaku untuk t menuju tak hingga. Dengan alasan dasar inilah hukum bilangan besar merupakan penduga dari rata-rata populasi yang besar untuk sekumpulan bilangan acak S_1, S_2, \dots, S_t saling bebas.

Dengan teorema ketaksamaan Chebyshev yang mengatakan bahwa ukuran konsentrasi bilangan acak disekitar meannya, μ adalah variansinya, yaitu σ^2 . Probabilitas bahwa S di luar sebarang selang $(\mu - \varepsilon, \mu + \varepsilon)$ dapat diabaikan bila rasio σ / ε cukup kecil (Dudewicz, 1995:348);

$$P\{|S - \mu| \geq \varepsilon\} \leq \frac{\sigma^2}{\varepsilon^2}, \quad \text{untuk setiap } \varepsilon > 0 \quad (2.15)$$

Bukti

$$P\{|S - \mu| \geq \varepsilon\} = \int_{-\infty}^{\mu - \varepsilon} f(S) dS + \int_{\mu + \varepsilon}^{\infty} f(S) dS = \int_{|S - \mu| \geq \varepsilon} f(S) dS$$

Karena

$$\sigma^2 = E(S - \mu)^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (S - \mu)^2 f(S) dS$$

$$\geq \int_{-\infty}^{\mu - \varepsilon} (S - \mu)^2 f(S) dS + \int_{\mu + \varepsilon}^{\infty} (S - \mu)^2 f(S) dS$$

$$\geq \int_{-\infty}^{\mu - \varepsilon} \varepsilon^2 f(S) dS + \int_{\mu + \varepsilon}^{\infty} \varepsilon^2 f(S) dS$$

$$= \varepsilon^2 \left(\int_{-\infty}^{\mu - \varepsilon} f(S) dS + \int_{\mu + \varepsilon}^{\infty} f(S) dS \right)$$

$$= \varepsilon^2 (P(S \leq \mu - \varepsilon) + P(S \geq \mu + \varepsilon))$$

$$= \varepsilon^2 (P(S - \mu \leq -\varepsilon) + P(S - \mu \geq \varepsilon))$$

$$= \varepsilon^2 P(|S - \mu| \geq \varepsilon)$$

maka

$$P(|S - \mu| \geq \varepsilon) \leq \frac{\sigma^2}{\varepsilon^2}$$

dan persamaan (2.15) terbukti.

2.4 Teorema Limit Pusat

Teorema limit pusat mengatakan bahwa bila bilangan acak S_n independen, maka dengan syarat umum tertentu, kepadatan $f(S)$ jumlahan;

$$S = S_1 + \dots + S_n$$

yang secara tepat dinormalkan, menuju ke kurva normal untuk $n \rightarrow \infty$ (Subanar, 1992:274).

Dalil limit pusat menyatakan, bahwa jika sebuah populasi mempunyai nilai tengah μ dan ragam σ^2 , maka sebaran dari nilai tengah sampel yang diambil dari populasi tersebut akan semakin mendekati sebaran normal dengan nilai tengah μ dan ragam $\frac{\sigma^2}{n}$ dengan semakin besarnya n atau ukuran sampel (Yitnosumarto, 1990:195).

2.5. Bilangan Acak dengan Distribusi Normal

Sebuah peubah acak S dinamakan tersebar secara normal dengan nilai tengah μ , dimana $-\infty < \mu < +\infty$ dan ragam σ^2 , dengan $\sigma^2 > 0$, jika peubah tersebut mempunyai fungsi kepekatan (Yitnosumarto, 1990:160) sebagai berikut:

$$f(s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(s-\mu)^2}, \quad (-\infty < S < +\infty) \quad (2.16)$$

fungsi (2.16) disebut fungsi kepekatan normal dengan $e = 2.71828$ dan $\pi = 3.14159$. Jika peubah acak tersebar secara normal dengan nilai tengah μ dan ragam σ^2 , maka untuk kependekannya S ditulis sebagai:

$$S = \text{NID}(\mu, \sigma^2)$$

(NID berarti *normally independently distributed*).

Sebaran normal dapat dibakukan (distandarkan) dengan mempertimbangkan Z dengan fungsi kepekatan (Yitnosumarto, 1990:164) sebagai berikut:

$$f(s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}Z^2} \quad (2.17)$$

dengan $Z = \frac{S - \mu}{\sigma}$.

2.6. Opsi

2.6.1 Pengertian Opsi

Opsi merupakan salah satu bentuk surat berharga derivatif atau turunan. Opsi merupakan sebuah kontrak antara dua pihak dimana pihak yang membeli kontrak (disebut Taker) mempunyai hak, (bukan kewajiban) untuk membeli atau menjual sejumlah tertentu instrumen yang menjadi dasar dari kontrak tersebut, misalnya saham (Halim, 2003:103). Dengan demikian, opsi tersebut disebut opsi saham (stock option). Untuk mendapatkan hak tersebut, maka pihak taker harus membayar sejumlah premi kepada pihak penjual kontrak (disebut writer).

Sedangkan opsi saham menurut peraturan II-D tentang perdagangan opsi saham pada keputusan Direksi PT. Bursa Efek Jakarta tahun 2004 adalah hak

yang dimiliki oleh pihak untuk membeli dan atau menjual kepada pihak lain atas sejumlah saham dengan harga dan dalam waktu tertentu. Dalam ini pihak taker dapat membeli opsi salah satu atau keduanya baik opsi beli maupun opsi jual. Umumnya pihak taker dalam membeli opsi saham tersebut tidak hanya satu saham dalam arti saham tidak berasal dari satu perusahaan tetapi dua saham dari perusahaan yang berbeda (<http://www.bei.co.id> situs resmi bursa efek Indonesia yang diakses pada tanggal 28 Agustus 2008 pukul 06:15 am).

Opsi Asia adalah opsi yang payoffnya tergantung pada rata-rata harga asset dasar selama periode yang telah ditentukan terlebih dahulu (Seydel, 2002:168). Oleh karena payoffnya dari opsi ini kurang berfluktuasi. Opsi ini memberikan hak pada pemiliknya untuk membeli saham pada saat jatuh tempo dengan *exercise price* yang telah ditentukan.

2.6.2 Macam-Macam Opsi

Berdasarkan periode penggunaan waktunya, opsi dibedakan menjadi dua (Halim, 2003:104) yaitu:

1. Opsi tipe Eropa, adalah opsi yang dapat digunakan hanya pada waktu jatuh tempo.
2. Opsi tipe Amerika, adalah opsi yang dapat digunakan sebelum waktu atau pada jatuh tempo.

Opsi Asia merupakan gabungan dari opsi Amerika dan Eropa. Dimana opsi Asia dapat berlaku seperti opsi Eropa atau opsi Amerika. Hal yang membedakan opsi Asia dengan opsi Eropa dan opsi Amerika adalah harga pada

saat pelaksanaan opsi. Harga saham yang digunakan sebagai acuan dalam opsi Asia adalah rata-rata harga saham pada waktu T. Opsi Asia lebih cenderung pada opsi Eropa karena pelaksanaan opsi tersebut pada waktu T.

Berdasarkan jenis hak yang diberikan kepada pemegangnya, opsi dibedakan menjadi dua (Halim, 2003:104) yaitu:

1. Opsi beli, adalah opsi yang memberikan hak kepada pemegangnya (Taker) untuk membeli sejumlah tertentu saham suatu perusahaan dari penjual opsi pada harga tertentu setiap waktu sampai suatu tanggal tertentu..
2. Opsi jual adalah opsi yang memberikan hak kepada pemegangnya (Taker) untuk menjual sejumlah tertentu saham suatu perusahaan dari penjual opsi pada harga tertentu setiap waktu sampai suatu tanggal tertentu.

2.6.3 Faktor-Faktor yang harus Diperhatikan dalam bertransaksi Opsi

Dalam bertransaksi opsi beli dan jual, terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan dalam kontrak opsi adalah:

1. Perusahaan yang sahamnya akan dibeli atau dijual.
2. Jumlah saham yang dapat dibeli atau dijual.
3. Harga pembelian (penjualan) atau harga penyerahan saham tersebut *Exercise price*.
4. Tanggal berakhirnya hak membeli (menjual).

Dalam bertransaksi tentunya akan melibatkan pihak-pihak yang terkait dengan transaksi yang dilakukan. Pihak yang terlibat pada transaksi opsi adalah:

1. Pembeli opsi beli yaitu pihak yang memiliki hak untuk membeli sejumlah tertentu saham dengan harga dan dalam waktu tertentu.
2. Penjual opsi beli yaitu pihak yang menerima pembayaran dan berjanji menyerahkan sejumlah tertentu saham, dengan harga tertentu dan dalam waktu tertentu.
3. Pembeli opsi jual yaitu pihak yang memiliki hak untuk menjual sejumlah tertentu saham, dengan harga tertentu dan dalam waktu tertentu.
4. Penjual opsi jual yaitu pihak yang menerima pembayaran dan berjanji untuk membeli sejumlah tertentu saham, dengan harga tertentu dan dalam waktu tertentu.

Sebagai ilustrasi, Misalkan pada tanggal 21 Juni 2005 harga pasar saham PT. A Rp. 2.100 per lembar. Pada tanggal tersebut Tuan B melakukan transaksi opsi beli saham PT. A seharga Rp. 2.000 per lembar hingga tanggal 21 Juli 2005. Harga opsi beli tersebut Rp. 300 per lembar.

Dari contoh diatas dapat diketahui bahwa, *exercise price* Rp. 2000 per lembar. Waktu jatuh tempo pada tanggal 21 Juli 2005, dan *premium* opsi sebesar Rp.300 per lembar. Jika Tuan melaksanakan haknya untuk membeli opsi yang dimilikinya, maka ia harus membayar Rp.2000 per lembar saham, tidak memandang harga saham pada PT. A saat itu, dan memperoleh sejumlah opsi dari Writer opsi beli. Keputusan melaksanakan haknya atau tidak atas opsi beli akan ditentukan oleh harga pasar dan harga yang telah disepakati. Dari contoh diatas, dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Perhitungan nilai opsi beli dan laba (rugi)nya.

Harga Pasar (1)	<i>Exercise Price</i> (2)	Nilai opsi beli (3)	Premium opsi (4)	Laba (Rugi) (5) = (3)-(4)
Rp. 1.300	Rp. 2000	Rp. 0	Rp. 300	Rp. (300)
Rp. 1500	Rp. 2000	Rp. 0	Rp. 300	Rp. (300)
Rp. 2000	Rp. 2000	Rp. 0	Rp. 300	Rp. (300)
Rp. 2100	Rp. 2000	Rp. 100	Rp. 300	Rp. (200)
Rp. 2300	Rp. 2000	Rp. 300	Rp. 300	Rp. 0
Rp. 2500	Rp. 2000	Rp. 500	Rp. 300	Rp. 500

(Sumber: Halim, 2003)

Pada Tabel 2.1 diketahui bahwa kerugian maksimal dari sebuah opsi beli adalah sebesar harga opsi beli tersebut atau sebesar premium opsi yang telah dibayarkan kepada Writer opsi beli. Kerugian tersebut dapat diminimalkan jika harga saham di pasar lebih tinggi dari harga harga exercise. Semakin tinggi harga saham maka semakin tinggi keuntungan yang diperoleh pemesan opsi beli. Dari uraian tersebut, dapat diketahui bahwa:

1. Pada saat harga pasar saham lebih rendah dari *exercise price*, maka opsi beli bernilai 0 (nol), dan pemegang tidak akan menggunakan haknya karena ia akan mengalami kerugian sebesar *premium* yang dibayar kepada Writer opsi beli dan selisih antara harga pasar dengan *exercise price*.
2. Pada saat harga pasar saham lebih jauh tinggi dari *exercise price*, maka opsi akan bernilai positif, yang berarti pemegang mempunyai keuntungan.
3. Pada saat harga pasar saham sama dengan *exercise price*, maka opsi beli bernilai 0 (nol), karena ia akan mengalami kerugian sebesar *premium* yang dibayar kepada writer opsi beli.

2.6.4 Model Opsi Asia

Seydel (2002:168) mengatakan bahwa opsi Asia dapat menjadi opsi Eropa dimana pelaksanaan opsinya dilakukan pada akhir jatuh tempo. Harga opsi Asia bergantung pada rata-rata harga saham S_T . Adapun cara menentukan rata-rata harga saham S_T . Jika harga saham yang diamati diskret pada waktu t_i , maka akan diperoleh $S_{t_1}, S_{t_2}, \dots, S_{t_n}$. Sehingga akan diperoleh rata-rata harga saham sebagaimana persamaan (2.6), sehingga fungsi *payoff* opsi Asia dapat didefinisikan sebagai berikut;

$$\Delta C(S(T)) = (\bar{S}_T - E, 0) \text{ untuk nilai } \textit{payoff} \text{ opsi beli} \quad (2.19)$$

$$\Delta P(S(T)) = (E - \bar{S}_T, 0) \text{ untuk nilai } \textit{payoff} \text{ opsi jual.} \quad (2.20)$$

Kwok (2000:283) mengatakan bahwa umumnya opsi Asia adalah dari opsi Eropa karena opsi Asia dari Amerika mungkin akan dilaksanakan haknya sejak awal dalam suatu periode. dan tujuan melindungi harga dengan rata-rata akan hilang. Model Opsi Asia yang hanya memperhatikan faktor bunga dapat dirumuskan

$$C = e^{-r(T-t)} \max(\bar{S}_T - E, 0). \quad (2.21)$$

C merupakan nilai opsi beli, sedangkan P untuk opsi jual dapat dirumuskan:

$$P = e^{-r(T-t)} \max(E - \bar{S}_T, 0). \quad (2.22)$$

dimana S_T dalam opsi Asia didefinisikan $\bar{S}_T = \sum_{i=1}^N \frac{S(t_i)}{N}$, untuk mendapatkan hasil yang baik simulasi Monte Carlo dari suatu sampel perlu dilakukan berulang-ulang.

2.7 Program MatLab

Matlab merupakan bahasa pemrograman yang hadir dengan fungsi dan karakteristik yang berbeda dengan bahasa pemrograman lain yang sudah ada lebih dahulu seperti Delphi, Basic maupun C++. Matlab merupakan bahasa pemrograman level tinggi yang dikhususkan untuk kebutuhan komputasi teknis, visualisasi dan pemrograman seperti komputasi matematik, analisis data, pengembangan algoritma, simulasi dan pemodelan dan grafik-grafik perhitungan (Firman, 2003).

Matlab hadir dengan membawa warna yang berbeda. Hal ini karena matlab membawa keistimewaan dalam fungsi-fungsi matematika, fisika, statistik, dan visualisasi. Matlab dikembangkan oleh MathWorks, yang pada awalnya dibuat untuk memberikan kemudahan mengakses data matrik pada proyek LINPACK dan EISPACK. Saat ini matlab memiliki ratusan fungsi yang dapat digunakan sebagai *problem solver* mulai dari yang sederhana sampai masalah-masalah yang kompleks dari berbagai disiplin ilmu.

Beberapa fungsi yang digunakan dalam bidang statistik yaitu mean yang menghasilkan rata-rata, std untuk menentukan standar deviasi, max untuk mencari nilai maksimum, min untuk mencari nilai minimum. Untuk fungsi-fungsi lainnya terdapat dalam tabel berikut:

Tabel 2.2 Fungsi-fungsi analisis data statistik dalam Matlab

Fungsi	Keterangan
mean(x,n)	Nilai rata-rata dengan n dimensi
max(x,n)	Nilai maksimum dengan n dimensi
prod(x,n)	Perkalian elemen-elemen dalam vektor dengan dimensi n
randn(x)	Membangkitkan bilangan random distribusi normal
sort(x)	Mengurutkan kolom dengan urutan naik
cov(x)	Matriks kovarian
corrcoef(x)	Koefisien korelasi

(Sumber: Firman, 2003)

2.7 Kajian Simulasi Monte Carlo dan Jual Beli Opsi Saham dalam Al-Quran

Konsep ilmu secara umum telah dijelaskan dalam Al-Quran. Salah satunya adalah matematika. Konsep ilmu matematika yang ada dalam Al-Quran diantaranya adalah masalah pemodelan, statistik, dan logika. Statistik merupakan cabang dari matematika. Salah satu macam statistik adalah statistik inferensial yaitu suatu teknik analisis data untuk menarik kesimpulan.

Statistika mempunyai suatu metode menarik sampel acak dari populasi secara berulang-ulang untuk mensimulasikan suatu model, metode ini adalah simulasi Monte Carlo. Metode ini melibatkan pembangkit bilangan acak dengan kepadatan probabilitas untuk mendapatkan nilai harapan. Konsep penaksiran dalam Al-Quran dapat ditemukan dalam surat Ar-Ruum ayat 2-4 yang berbunyi:

غَلَبَتِ الرُّومُ ﴿٢﴾ فِي أَدْنَى الْأَرْضِ وَهُمْ مِّنْ بَعْدِ غَلَبِهِمْ سَيَغْلِبُونَ ﴿٣﴾ فِي بَضْعِ
سِنِينَ ﴿٤﴾ لِلَّهِ الْأَمْرُ مِن قَبْلُ وَمِنْ بَعْدِ وَيَوْمَئِذٍ يَفْرَحُ الْمُؤْمِنُونَ ﴿٥﴾

Artinya: "Telah dikalahkan bangsa Rumawi, Di negeri yang terdekat dan mereka sesudah dikalahkan itu akan menang. Dalam beberapa tahun lagi [1164]. bagi Allah-lah urusan sebelum dan sesudah (mereka menang). dan di hari (kemenangan bangsa Rumawi) itu bergembiralah orang-orang yang beriman" (Q.S. Ar-Ruum : 2- 4).

Dari ayat dapat diambil suatu simpulan bahwa suatu penaksiran yang dilakukan manusia untuk mengetahui sesuatu yang akan terjadi di masa yang akan datang atas kehendak Allah. Jika Allah menghendaki hal tersebut benar maka penaksiran itu akan bernilai benar. Begitu juga sebaliknya, jika Allah tidak menghendaki maka penaksiran tersebut tidak akan bernilai benar.

Di kehidupan nyata, untuk dapat melakukan penaksiran dibutuhkan data sebelumnya sebagai gambaran awal. Suatu contoh, dalam bertransaksi (jual beli) opsi Asia. Opsi Asia menghendaki harga rata-rata pada selang waktu tertentu. Sebelum transaksi opsi dilakukan terlebih dahulu kedua pihak membuat kesepakatan yang akan dilakukan dalam jual beli tersebut. Pihak penjual diharapkan dapat memprediksikan harga saham yang akan datang, untuk membuat harga jual opsi yang akan ditawarkan pada pembeli. Dan sebagai pihak pembeli opsi juga harus mengetahui segala sesuatu yang pernah terjadi pada perusahaan yang memiliki saham yang akan dibeli untuk dapat memprediksikan harga saham yang akan datang dan mengetahui nilai *payoff* dari opsi yang akan dibeli.

Sistem transaksi opsi melibatkan adanya suatu kesepakatan antara kedua belah pihak yaitu pembeli dan penjual. Berbeda halnya dengan sistem transaksi saham umumnya yang lebih memperhatikan bunga yang berlaku sehingga terdapat unsur riba, karena setiap harinya bunga yang diberlakukan akan berubah. Transaksi opsi saham bersifat tidak langsung, karena setelah adanya kesepakatan diantara kedua pihak tidak langsung terjadi pelaksanaan transaksi tetapi transaksi tersebut dilakukan jika jatuh tempo telah tiba. Hal ini berarti dapat dikatakan transaksi tidak tunai. Al-Quran menjelaskan tentang bagaimana bermuamalah

tidak secara tunai untuk waktu tertentu, dalam surat Al-Baqarah ayat 282 yang berbunyi:

يَتَأْتِيهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِذَا تَدَايَنْتُمْ بِدَيْنٍ إِلَىٰ أَجَلٍ مُّسَمًّى فَاكْتُبُوهُ ۚ وَلْيَكْتُبَ بَيْنَكُمْ كَاتِبٌ بِالْعَدْلِ ۚ وَلَا يَأْبَ كَاتِبٌ أَنْ يَكْتُبَ كَمَا عَلَّمَهُ اللَّهُ ...

Artinya: "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..." (Q.S. Al-Baqarah:282)

Ayat diatas menjelaskan tentang bermuamalah, seperti jual beli, hutang piutang, atau sewa menyewa dan sebagainya. Dalam bermuamalah, jika tidak dilakukan secara tunai maka dianjurkan untuk menulis ketentuan-ketentuan yang disepakati oleh semua, karena pelaksanaan mu'amalah dilakukan untuk waktu tertentu. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perdagangan yang berlaku pada transaksi opsi merupakan bentuk bermuamalah (jual beli) secara tidak langsung.

Sistem yang berlaku pada perdagangan opsi merupakan salah satu bentuk bermuamalah tidak secara tunai tetapi untuk waktu yang ditentukan. Dalam bertransaksi opsi, sebelumnya semua pihak akan membuat kesepakatan-kesepakatan yang berkaitan dengan pelaksanaan opsi tersebut. Ketentuan-ketentuan yang harus disepakati terlebih dahulu oleh kedua pihak adalah *exercise price*, waktu jatuh tempo, dan sejumlah asset tertentu. Dalam Al-Quran dijelaskan bahwa jika melakukan jual beli tidak secara tunai maka hendaklah menuliskannya. Hal-hal yang dianjurkan untuk ditulis adalah ketentuan-ketentuan yang berlaku pada waktu melaksanakan transaksi tersebut dengan tujuan sebagai bukti bahwa

kesepakatan tersebut telah disetujui oleh semua pihak sehingga tidak terjadi kesalahpahaman jika terjadi suatu permasalahan yang tidak diharapkan.

Dalam Al-Quran dijelaskan bagaimana mengambil keuntungan yang baik dalam jual beli, sebagaimana yang tertulis dalam surat Al-Huud ayat 86 yang berbunyi:

وَيَقْوَمِ أَوْفُوا الْمِكْيَالَ وَالْمِيزَانَ بِالْقِسْطِ وَلَا تَبْخُسُوا النَّاسَ أَشْيَاءَهُمْ وَلَا تَعْتَوْا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴿٨٦﴾ بِقِيَّتِ اللَّهِ خَيْرٌ لَّكُمْ إِنْ كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨٧﴾ وَمَا أَنَا عَلَيْكُمْ بِحَفِيظٍ ﴿٨٨﴾

Artinya: "Dan, "Hai kaumku, sempurnakanlah takaran dan timbangan dengan adil, dan janganlah kamu merugikan manusia menyangkut hak-hak mereka, dan janganlah kamu membuat kejahatan di bumi dengan menjadi perusak-perusak. baqiyyah dari Allah adalah lebih baik bagimu jika kamu orang-orang yang beriman. dan Aku bukanlah seorang Pemelihara atas dirimu" (Q.S. Al-Huud: 86).

Dari ayat diatas jelas dalam mengambil keuntungan harus menyempurnakan takaran dan timbangan dengan adil, sehingga tidak ada pihak yang dirugikan. Karena hal itu merupakan baqiyyah dari Allah yang lebih baik. Dengan baqiyyah tersebut Allah juga melatih manusia untuk berbuat jujur dalam mengambil keuntungan dalam bertransaksi jual beli.

Makna baqiyyah menurut Shihab (2002: 313) adalah kebaikan yang dapat diraih dengan memperhatikan tuntunan ini yang mencakup kebaikan duniawi dan ukhrawi. Kebaikan duniawi karena semua kegiatan yang halal dan bebas dari kecurangan akan menghasilkan ketenangan. Dengan penyempurnaan takaran dan timbangan akan tercipta rasa aman, ketentrangan dan kesejahteraan hidup

bermasyarakat. Di akhirat, seseorang melakukan kebaikan berdasarkan ketaatan kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa, maka ia akan mendapat ganjaran karena melakukan dengan dasar keimanan. Untuk menyempurnakan takaran dan timbangan matematika memberikan sebuah alat untuk mendapatkan hasil perhitungan takaran yang sempurna. Selain itu matematika juga mempermudah seseorang dalam menyempurnakan timbangan.

Dalam menyempurnakan timbangan diperlukan perhitungan yang tepat, karena dengan perhitungan tersebut dapat ditentukan ukuran untuk menghitung keuntungan yang sesuai. Perhitungan keuntungan tersebut membutuhkan perhitungan yang matematis, sehingga diperoleh keuntungan yang terukur. Untuk menentukan keuntungan dari opsi, diperlukan penaksiran harga saham. Salah satu metode yang dapat menentukan perhitungan penaksiran harga saham adalah metode simulasi. Dengan metode ini semua harga saham yang mungkin terlibat dalam proses simulasi, sehingga dari beberapa kemungkinan yang terjadi dapat ditentukan keuntungan yang ingin diperolehnya.

Dalam ayat lain dijelaskan;

يَتَأَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا لَا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ إِلَّا أَنْ تَكُونَ
تِجَارَةً عَنْ تَرَاضٍ مِّنْكُمْ وَلَا تَقْتُلُوا أَنْفُسَكُمْ إِنَّ اللَّهَ كَانَ بِكُمْ رَحِيمًا

Artinya: "Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu saling memakan harta sesamamu dengan jalan yang bathil, kecuali dengan jalan perniagaan yang berlaku dengan suka sama-suka di antara kamu" (Q.S An-Nisa' : 29).

Ayat tersebut mengatakan bahwa dalam mencari keuntungan di dunia janganlah dengan jalan yang bathil, dengan kata lain jalan yang diharamkan Allah

SWT. Dan dalam melakukan perdagangan dengan jalan suka sama suka diantara semua pihak. Untuk mendapatkan keuntungan yang membawa berkah di dunia dan akhirat, memerlukan perhitungan yang teliti, sehingga tidak ada pihak yang merasa dirugikan.



BAB III

PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan dibahas langkah-langkah dalam mengkaji simulasi Monte Carlo dan analisa hasil setiap simulasi. Adapun langkah-langkah dalam mengkaji simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:

3.1 Analisis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga saham. Daftar harga saham tersebut diambil dari internet dengan mendownload situs resmi PT. Telekomunikasi Indonesia www.telkom.co.id pada tanggal 17 Juni 2008 dan 28 Agustus 2008. Data tersebut dapat dilihat pada lampiran 1 sampai dengan lampiran 4. Jumlah data harga saham yang diambil adalah selama 836 hari dengan membuang data yang outlier.

Hasil analisis data harga saham yang digunakan adalah harga saham yang berperilaku normal, dengan membuang data yang outlier yang terjadi pada tanggal 08 Mei 2006 harga saham pada waktu itu adalah Rp. 36.12. dan pada tanggal 20-21 Januari 2007 dimana harga saham waktu itu adalah Rp. 40.00. Dengan demikian harga saham yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga saham yang berperilaku normal. Pergerakan sampel harga saham yang digunakan dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 3.1 Grafik Pergerakan harga saham selama 3.5 tahun terakhir

Grafik diatas merupakan pergerakan harga saham yang digunakan sebagai sampel untuk membangkitkan harga saham pada waktu selanjutnya dengan menggunakan parameter dari data real tersebut. Grafik diatas dalam bentuk per ribuan sehingga pergerakan harga saham dalam bentuk ribuan. Perilaku yang tampak pada grafik menunjukkan pergerakan harga saham yang normal dalam arti antara harga saham sekarang dengan besuk jangkauannya tidak terlalu tinggi.

3.2 Menentukan Parameter Data real Harga Saham

Dari banyaknya data yang digunakan dalam penelitian ini, kemudian ditentukan parameter rata-rata dan standar deviasinya. Banyaknya data yang digunakan sebanyak 836 harga saham, berdasarkan persamaan (2.6) diperoleh bahwa $\bar{S} = Rp.7860.6$ dan diperoleh standar deviasi harga saham real berdasarkan persamaan (2.8) $\sigma^2 = Rp.2209.8$. Parameter tersebut akan menjadi

patokan dalam membangkitkan harga saham pada langkah berikutnya. Dari parameter yang telah diperoleh dapat ditentukan pula bunga yang akan diasumsikan pada harga saham yang dibangkitkan, yaitu

$$r = \left(\bar{S} - \frac{\sigma^2}{2} \right) = \left(7860.6 - \frac{2209.8}{2} \right) = 5.4191$$

3.3 Membangkitkan Harga Saham

Proses membangkitkan harga saham melibatkan proses stokastik sebagaimana persamaan (2.2) dimana harga saham pada waktu $t+1$ dipengaruhi oleh harga saham pada waktu t . Untuk membangkitkan harga saham digunakan model harga saham Black-Scholes seperti pada persamaan (2.9). Harga saham bangkitan sangat bergantung pada waktu, karena dalam membangkitkan harga saham melibatkan bilangan acak yang stokastik. Dalam hal ini bilangan acak stokastik terdistribusi normal dengan rata-rata 0 dan standar deviasi 1. Dan harga saham yang dibangkitkan akan digunakan sebagai data simulasi untuk menentukan nilai opsi.

Harga saham dibangkitkan dalam 1 hari meliputi 10 kemungkinan harga yang terjadi kemudian diambil rata-ratanya. Rata-rata harga saham yang terjadi tersebut menjadi harga saham penutupan pada hari itu. Pada opsi Asia harga yang digunakan sebagai harga terkahir jatuh tempo adalah rata-rata harga saham yang terjadi selama waktu jatuh tempo, sehingga terdapat beberapa harga saham dalam kurun waktu tersebut. Dalam penelitian ini diasumsikan waktu jatuh tempo (T) adalah selama 3 bulan hari aktif bursa yaitu 66 hari.

Hasil harga saham yang dibangkitkan tergantung pada waktu melaksanakan program. Pada penelitian ini digunakan program MatLab 6.5 untuk memudahkan dalam proses membangkitkan bilangan acak yang bersifat stokastik. Selain itu juga dengan program lebih cepat. Hasil harga saham bangkitan bergantung pada saat simulasi dijalankan sehingga hasilnya disajikan dalam bentuk grafik dan mengikuti banyaknya simulasi yang dilakukan dalam arti harga yang diperoleh diberikan pada langkah proses simulasi karena hasilnya akan berbeda jika dilakukan pada waktu yang berlainan.

3.4 Menentukan Nilai Opsi Saham

Langkah selanjutnya setelah diperoleh sejumlah harga saham adalah menentukan nilai opsi saham. Dalam menentukan nilai opsi diperlukan beberapa ketentuan yang harus disepakati terlebih dahulu sebelum terlaksananya opsi tersebut. Hal-hal yang harus ditentukan dalam penelitian ini diantaranya adalah (1) *exercise price*, terdapat dua macam *exercise price* yaitu untuk opsi beli dan opsi jual. (2) bunga yang terjadi pada saat itu, dalam hal ini ditentukan oleh laju pertumbuhan harga saham data real dengan mengambil rata-rata dan standar deviasinya, dan diasumsikan bunga tetap selama N hari. (3) waktu jatuh tempo (T) sesuai dengan banyaknya harga saham yang dibangkitkan, dan (4) harga saham terakhir, dimana dalam opsi merupakan rata-rata harga saham yang terjadi selama $66 (T)$ hari.

Untuk menentukan nilai opsi Asia berdasarkan jenisnya terbagi menjadi dua bagian yaitu

1. Menentukan opsi beli Asia

Suatu opsi beli akan dilaksanakan jika harga saham terakhir memiliki harga yang lebih tinggi dari pada harga yang telah disepakati (*exercise price*). Suatu opsi beli dapat memberikan hak untuk membeli sejumlah tertentu saham suatu perusahaan, sehingga didalamnya terdapat motif mencari keuntungan dalam membeli saham. Pihak pembeli opsi ini dapat menjual kembali sejumlah saham tertentu dengan harga yang terjadi di pasar pada saat itu, sehingga dapat diperoleh keuntungan sebesar selisih dari harga jual dengan *exercise price*.

Nilai keuntungan opsi beli Asia ditentukan berdasarkan nilai *payoff* yang terdapat dalam persamaan (2.19) dan untuk menentukan harga jualnya sekarang digunakan persamaan (2.21). Hal ini dilakukan karena opsi akan dilaksanakan pada hari selanjutnya setelah terjadi kesepakatan.

Keuntungan maksimum akan terjadi sebanyak selisih tersebut dan bernilai positif, namun jika nilai yang diperoleh negatif maka akan dinilai 0 karena pihak tersebut akan rugi jika meng*exercise* opsi tersebut. Dalam penelitian ini diasumsikan *exercise pricenya* yaitu Rp. 5650.9. Nilai *exercise price* dari opsi beli diambil dari selisih dari nilai rata-rata yang diperoleh dengan standar deviasinya sebagai nilai terendah dari harga saham yang berlaku.

2. Menentukan opsi jual Asia

Suatu opsi jual akan dilaksanakan jika harga saham terakhir memiliki harga yang lebih rendah dari pada harga yang telah disepakati (*exercise price*). Suatu opsi jual dapat memberikan hak untuk menjual sejumlah tertentu saham suatu perusahaan, sehingga didalamnya terdapat motif mencari keuntungan dalam

menjual saham. Pihak pembeli opsi jual dapat mencari keuntungan dengan menjual sejumlah saham tertentu kepada writer jika ternyata harga sahamnya lebih murah dari harga yang telah disepakati (*exercise price*). Dalam penelitian ini diasumsikan *exercise pricenya* adalah Rp.10070.4. Nilai ini diperoleh dari nilai rata-rata ditambah dengan standar deviasinya sebagai nilai tertinggi dari harga saham yang berlaku.

Nilai keuntungan opsi jual Asia ditentukan berdasarkan nilai *payoff* pada persamaan (2.20). Untuk menentukan harga jualnya sekarang digunakan persamaan (2.22) karena nilai *payoff* merupakan keuntungan yang diinginkan yang akan terealisasi pada saat jatuh tempo atau transaksi opsi itu dilaksanakan.

Keuntungan yang diperoleh pihak pembeli opsi jual adalah sebesar selisih dari *exercise price* dengan harga saham terakhir yang terjadi pada waktu itu. Nilai yang dihasilkan akan selalu positif karena jika nilai tersebut negatif maka nilai opsi menjadi 0 dan pihak pembeli opsi tidak mungkin meng*exercise* opsi tersebut karena pihak pembeli akan rugi.

3.5 Proses Simulasi Monte Carlo

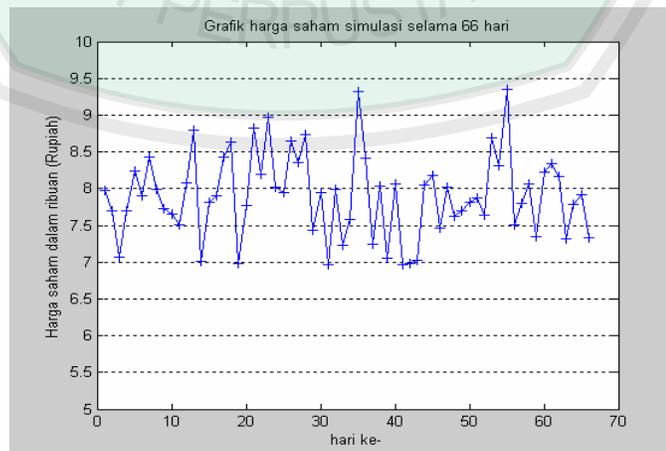
Simulasi dilakukan untuk menghasilkan nilai kemungkinan sebanyak-banyaknya untuk menunjukkan kekonvergenan pada suatu nilai. Setiap satu simulasi akan mencakup 2 langkah sebelumnya yaitu membangkitkan harga saham dan menentukan nilai opsi saham, dimana dalam setiap simulasi mengulang kedua proses tersebut sebanyak simulasi yang dijalankan. Simulasi

yang merupakan tiruan dari proses dunia nyata melalui suatu model dalam hal ini simulasi dilakukan dalam 5 tahap.

3.5.1 Simulasi 10 kali

Simulasi 10 kali berarti melakukan tindakan meniru sebanyak 10 kali. Model yang ditiru mencakup model bangkitan harga saham dan model opsinya. Pada saat komputer menjalankan simulasi 10 kali, maka komputer akan melakukan proses pembangkitan harga saham yang dilanjutkan proses penentuan harga opsi yang dilakukan berulang-ulang sebanyak 10 kali. Sehingga diperoleh 10 sampel harga saham selama 66 hari dan menghasilkan 10 nilai opsi.

Pada saat dijalankan simulasi harga saham, pada setiap simulasi akan diperoleh 66 harga saham. Namun, dalam hal ini sampel harga saham yang akan disajikan hanya dalam bentuk grafik. Sampel tersebut merupakan sampel terakhir yang dilakukan komputer dan yang disimpan oleh komputer, dengan kata lain simulasi yang dilakukan ke-10 kalinya, yang hasilnya disajikan dalam bentuk grafik, seperti pada gambar 3.2.

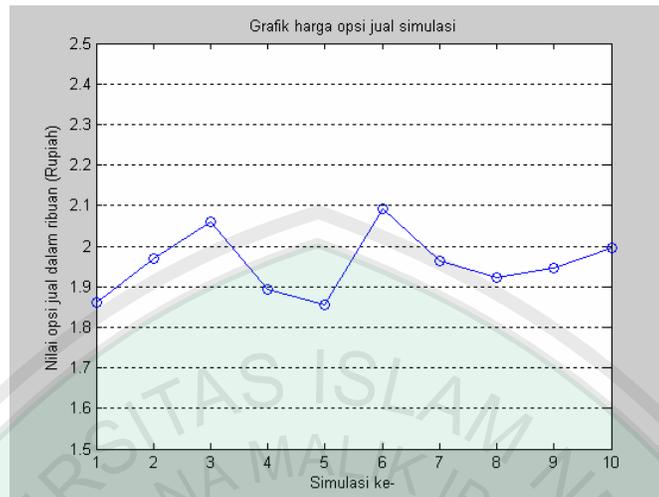


Gambar 3.2 Grafik Simulasi Harga Saham pada simulasi ke-10

Dari sampel harga saham yang diperoleh tersebut kemudian akan ditentukan nilai opsinya berdasarkan model opsi Asia. Harga penutupan yang digunakan opsi Asia pada saat jatuh tempo adalah rata-rata harga saham selama jangka waktu tertentu, sehingga dari setiap simulasi yang dilakukan diambil rata-ratanya. Dan rata-rata tersebut yang akan menentukan nilai opsi saham baik opsi beli maupun opsi jual.

Dalam penentuan nilai opsi saham *exercise price* yang digunakan pada opsi beli dan opsi jual berbeda sehingga dalam satu sampel harga saham diperoleh dua nilai opsi yaitu nilai opsi beli dan opsi jual. Hal ini dilakukan untuk menghindari nilai opsi 0 dari salah satu opsi karena jika *exercise pricenya* disamakan maka nilai opsi yang ada hanya salah satunya. Jika opsi jual bernilai positif maka opsi beli akan bernilai 0, dan sebaliknya jika opsi beli bernilai positif maka opsi jual bernilai 0.

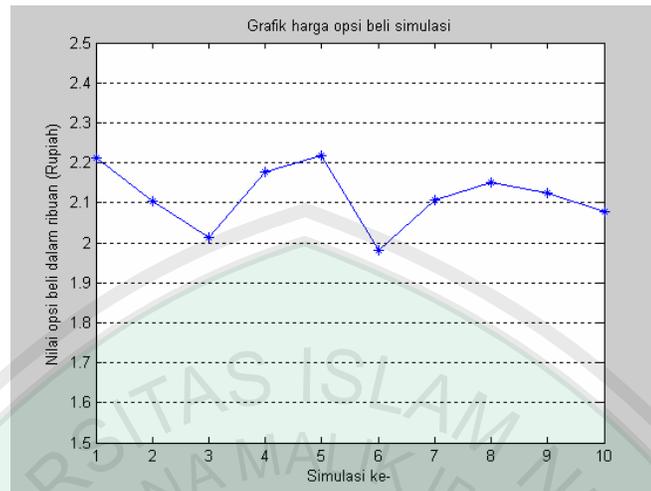
Nilai opsi yang diperoleh dari setiap simulasi, sehingga dalam hal ini diperoleh 10 nilai opsi baik opsi beli maupun opsi jual. Hasil dari simulasi seperti pada output program (lampiran 6), dan juga disajikan dalam bentuk grafik. Hasil output menunjukkan bahwa pada saat simulasi diperoleh 2 nilai opsi yaitu nilai opsi jual dan nilai opsi beli. Grafik untuk nilai opsi jual disajikan dalam gambar 3.3 sebagai berikut:



Gambar 3.3 Grafik Nilai Opsi Jual dengan Simulasi 10 kali

Dari grafik nilai opsi jual diatas, tampak bahwa nilai yang diperoleh belum konvergen. Pada saat dilakukan simulasi 10 kali, maka nilai opsi jual yang diperoleh juga 10. Dari hasil simulasi tersebut kemudian ditentukan rata-rata nilai opsi jual Rp 1955.1 dan standar deviasi 78.2 sehingga dapat ditentukan interval nilai untuk opsi jual antara Rp 1906.7 sampai dengan Rp 2003.6. Nilai rata-rata yang diperoleh sampai dengan simulasi ke-10 belum menunjukkan kekonvergenannya.

Hasil simulasi untuk nilai opsi beli sebagaimana opsi jual juga menghasilkan 10 nilai opsi beli. Nilai-nilainya sebagaimana dalam output program (lampiran 6), dan dalam bentuk grafik disajikan dalam gambar 3.4 sebagai berikut:



Gambar 3.4 Grafik Nilai Opsi Beli dengan Simulasi 10 kali

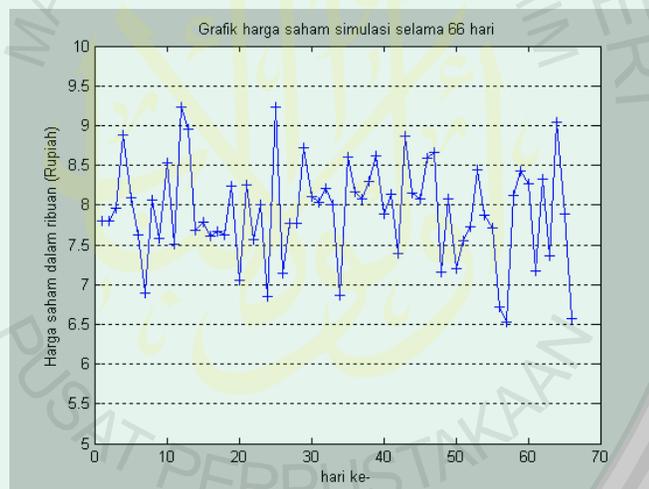
Dari grafik nilai opsi beli diatas, tampak bahwa nilai yang diperoleh belum konvergen. Pada saat dilakukan simulasi 10 kali, maka diperoleh 10 nilai opsi beli. Dari 10 nilai tersebut kemudian ditentukan rata-rata nilai opsi beli Rp 2116 dan standar deviasi 78.2 sehingga dapat ditentukan interval nilai untuk opsi beli antara Rp 2067.6 sampai dengan Rp 2164.5. Nilai rata-rata yang dihasilkan masih belum menunjukkan konvergen, karena nilai yang dihasilkan dari setiap simulasi masih berubah-ubah dan jarak antara nilai satu dengan yang lainnya masih jauh sehingga perlu dilakukan simulasi kembali dengan menambah banyaknya simulasi.

3.5.2 Simulasi 100 kali

Simulasi yang kedua adalah simulasi sebanyak 100 kali. Hasil simulasi sebelumnya belum menunjukkan suatu nilai maka dilakukan simulasi yang kedua

yaitu dengan menambah banyaknya simulasi yang dilakukan dalam hal ini diambil kelipatan 10, yaitu 100.

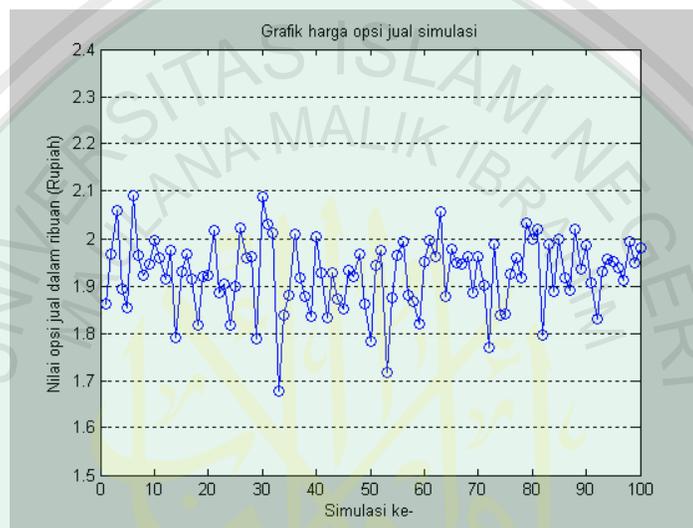
Pada simulasi 100 kali ini, akan diperoleh sampel harga saham sebanyak 100 sampel. Namun, simulasi kedua ini bersifat meneruskan simulasi yang dilakukan pertama kali yaitu simulasi 10 kali, sehingga simulasi yang dijalankan dari simulasi ke-11 sampai dengan simulasi ke-100. Sampel yang disajikan sebagaimana simulasi 10 kali, hanya simulasi yang dilakukan terakhir yaitu pada simulasi ke-100. Sampel harga saham pada simulasi ke-100 seperti pada gambar 3.5 berikut:



Gambar 3.5 Grafik Simulasi Harga Saham pada simulasi ke-100

Gambar 3.5 menunjukkan salah satu sampel yang dihasilkan saat dijalankan simulasi 100 kali. Dari banyaknya simulasi yang dilakukan akan diperoleh 100 nilai rata-rata harga saham yang akan digunakan untuk menentukan nilai opsi dari masing-masing simulasi. Karena simulasi ini bersifat meneruskan maka simulasi yang dijalankan sebenarnya hanya 90 kali dan 10 simulasi yang pertama sebagaimana telah dilakukan pada simulasi 10 kali.

Nilai opsi jual yang diperoleh pada simulasi 100 kali sebanyak 100 nilai (lampiran 7). Dari 100 nilai opsi jual yang dihasilkan, 10 nilai pertama merupakan hasil simulasi 10 kali, sehingga 10 nilai opsi jual pertama akan mempunyai nilai yang sama dengan nilai yang dihasilkan pada simulasi 10 kali. Hasil yang diperoleh disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 3.6.

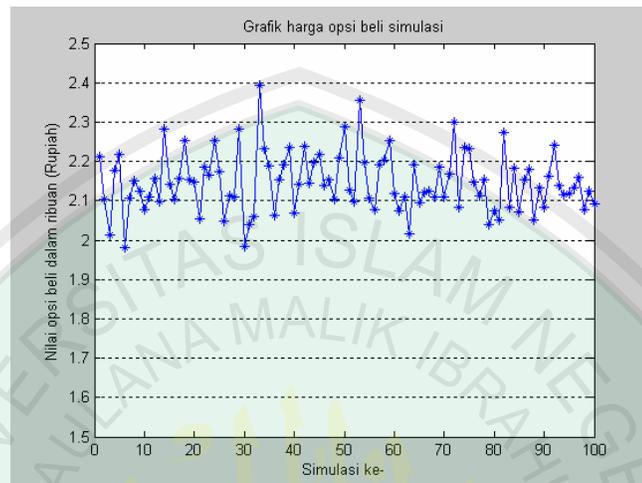


Gambar 3.6 Grafik Nilai Opsi Jual dengan simulasi 100 kali

Dari grafik nilai opsi jual yang digambarkan dalam bentuk grafik diatas tampak bahwa nilai yang diperoleh masih belum menuju kesuatu nilai. Dari 100 nilai opsi jual tersebut kemudian diperoleh nilai rata-rata Rp 1924.8 dengan standar deviasi 76.0 sehingga diperoleh suatu interval nilai antara Rp 1909.9 sampai dengan Rp 1939.7. Nilai yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh belum konvergen ke suatu nilai sehingga banyaknya simulasi harus ditambah lagi.

Nilai opsi beli yang diperoleh pada saat dilakukan simulasi 100 kali, juga menghasilkan 100 nilai opsi beli (lampiran 7). 100 nilai yang diperoleh disajikan dalam bentuk grafik nilai opsi beli seperti pada gambar 3.7. Pada 100 nilai yang

dihasilkan 10 nilai opsi pertama juga merupakan nilai opsi beli pada simulasi 10 kali. Hal ini tampak pada gambar yang disajikan berikut:

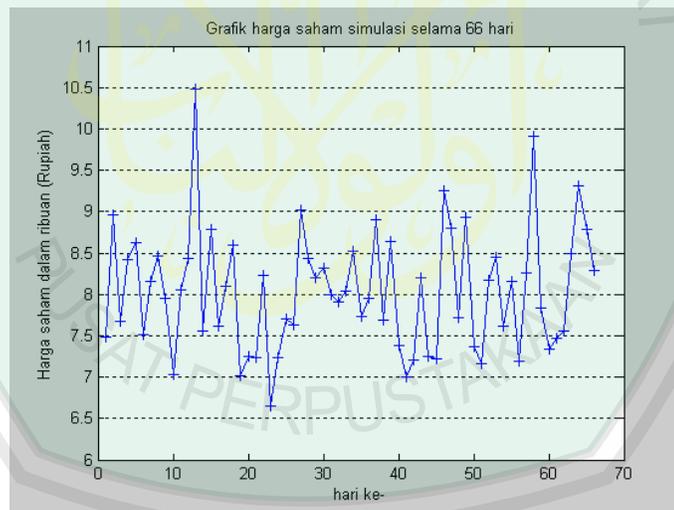


Gambar 3.7 Grafik Nilai Opsi Beli dengan simulasi 100 kali

Dari gambar 3.7 diatas tampak bahwa nilai awal pada 10 pertama sama dengan 10 nilai yang dihasilkan pada simulasi 10 kali. Selain itu dari pergerakan nilai yang dihasilkan juga belum menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh akan menuju ke suatu nilai. Rata-rata nilai opsi beli adalah Rp 2146.4 dengan standar deviasi 76.0 sehingga diperoleh interval nilai antara Rp 2131.5 sampai dengan Rp 2161.3. Hal ini membuktikan bahwa hasil simulasi belum menunjukkan kekonvergenannya, namun hasil interval yang diperoleh tampak menyempit dari interval yang diperoleh pada simulasi sebelumnya. Untuk memperoleh hasil yang konvergen perlu dilakukan simulasi lagi dengan menambah jumlah simulasi yang dilakukan.

3.5.3 Simulasi 1000 kali

Jumlah simulasi ditambah untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, yaitu menuju ke suatu nilai. Setelah simulasi 100 kali belum menunjukkan hasil yang konvergen, maka jumlah simulasi perlu ditambah dengan harapan akan diperoleh lebih banyak suatu nilai sehingga akan membawa ke suatu nilai tertentu. Melanjutkan simulasi 100, maka simulasi 1000 kali ini dimulai dari simulasi ke-101 sampai dengan simulasi ke-1000, karena jumlah simulasi bertambah maka sampel harga saham juga akan bertambah mengikuti jumlah simulasi yang dijalankan. Sampel harga saham yang dilakukan pada simulasi ke-1000 disajikan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 3.8.

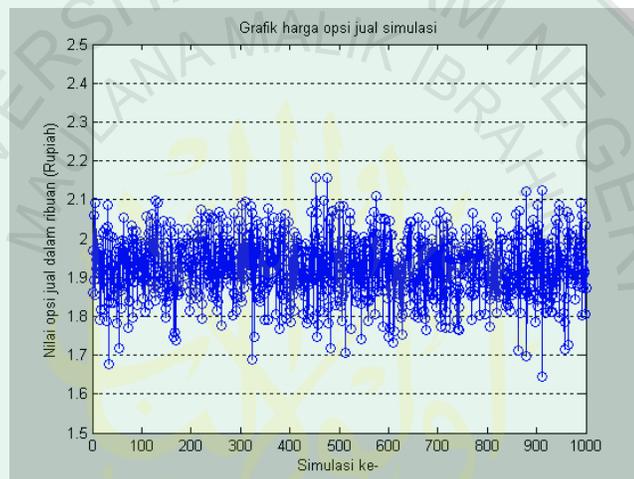


Gambar 3.8 Grafik Simulasi Harga Saham pada simulasi ke-1000

Gambar 3.8 diatas menunjukkan bahwa sangat beragamnya harga saham yang dihasilkan sehingga dalam setiap simulasi yang dilakukan digunakan sampel harga saham yang berbeda. Dari serangkaian harga saham sebanyak 66 hari, akan

ditentukan rata-rata harga saham simulasi sehingga rata-rata tersebut akan menentukan nilai opsi saham.

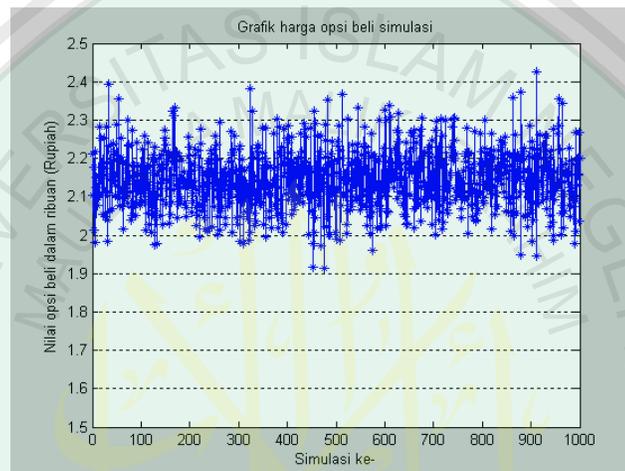
Nilai opsi jual yang dihasilkan sebanyak 1000 nilai (lampiran 8) dengan 100 nilai pertama merupakan bagian dari simulasi yang dilakukan sebelumnya. Nilai yang diperoleh 900 nilai opsi jual baru dan 100 nilai pertama sama dengan simulasi 100, dan disajikan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Grafik Nilai Opsi Jual dengan Simulasi 1000 kali

Dari 1000 nilai opsi jual diatas dapat ditentukan rata-rata nilai opsi jual yaitu Rp 1925.8 dengan standar deviasi 77.4 sehingga menghasilkan interval nilai antara Rp 1921.0 sampai dengan Rp 1930.6. Hasil yang diperoleh pada simulasi 1000 kali lebih mendekati dari pada hasil simulasi 100 kali, sehingga perlu dilakukan simulasi kembali dengan menambah banyaknya simulasi yang dijalankan untuk mendapatkan suatu nilai tertentu. Hal ini tampak pada nilai rata-rata yang dihasilkan pada setiap simulasi, semakin banyak simulasi yang dilakukan semakin baik karena nilai yang diperoleh akan konvergen.

Nilai opsi beli yang dihasilkan dalam simulasi 1000 kali adalah 1000 nilai (lampiran 8). Dari 1000 nilai opsi beli yang dihasilkan, nilai opsi yang baru adalah nilai opsi yang dihasilkan dari simulasi 101 sampai dengan nilai opsi yang dihasilkan simulasi ke-1000. Hasil simulasi disajikan dalam bentuk grafik, seperti pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Grafik Nilai Opsi Beli dengan simulasi 1000 kali

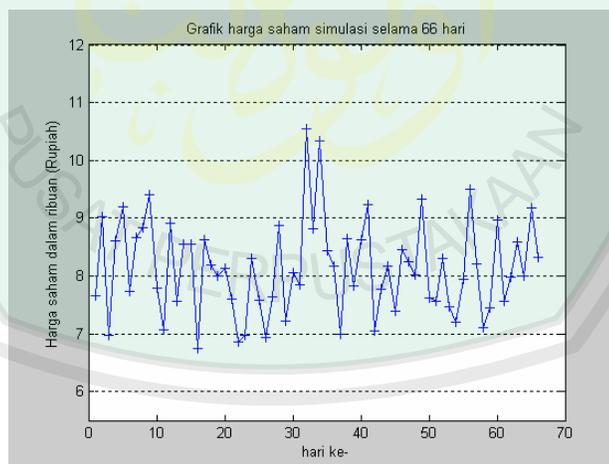
Simulasi yang dijalankan 1000 kali menghasilkan 1000 nilai opsi beli. Dari 1000 nilai kemudian ditentukan rata-rata nilai opsi beli yang terjadi yaitu Rp 2145.4 dengan standar deviasi 77.4 sehingga diperoleh interval nilai opsi beli dari Rp 2140.6 sampai dengan Rp 2150.2. Seperti pada simulasi sebelumnya interval nilai yang dihasilkan semakin menyempit, hal ini menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh akan konvergen ke suatu nilai.

3.5.4 Simulasi 5000 kali

Simulasi dilakukan kembali jika dalam simulasi sebelumnya belum mendapatkan suatu nilai yang diharapkan. Dalam hal ini dilakukan simulasi

kembali dengan menambah banyaknya simulasi yang dilakukan yaitu menjadi 5000 kali. Diambilnya simulasi 5000 karena pada saat simulasi 2000 sampai dengan 4000 nilai rata-rata yang dihasilkan berubah-ubah dan belum menampakkan kekonvergenannya, sehingga pada simulasi tersebut tidak dijelaskan secara detail. Bertambah banyaknya simulasi akan menambah suatu nilai yang diperoleh, dengan demikian sampel yang digunakan juga akan bertambah sejalan dengan simulasi yang dijalankan.

Sampel harga saham pada simulasi kali ini, tidak jauh berbeda dari sampel-sampel sebelumnya. Karena banyaknya simulasi memungkinkan dalam terjadinya harga saham yang sama dalam simulasi yang berbeda. Sampel yang disajikan dalam simulasi kali ini merupakan sampel simulasi ke-5000 kali. Seperti pada gambar 3.11 sebagai berikut:

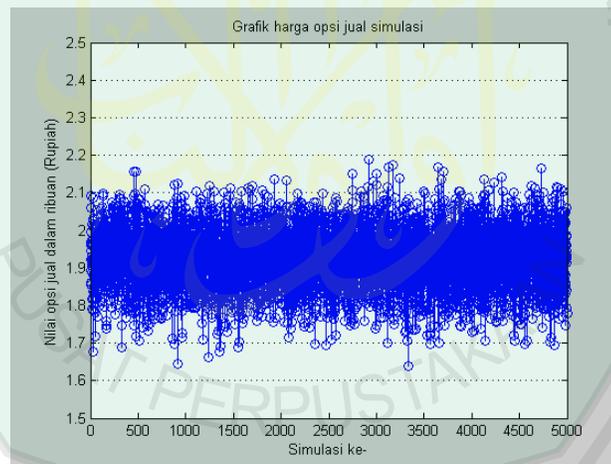


Gambar 3.11 Grafik Simulasi Harga Saham pada simulasi ke-5000

Seperti halnya simulasi yang dilakukan sebelumnya, suatu grafik yang menggambarkan sampel harga saham merupakan salah satu sampel yang digunakan dalam menentukan nilai opsi, baik opsi jual maupun opsi beli. Dari

sampel tersebut akan diambil rata-rata yang kemudian menjadi harga penutupan pada saat jatuh tempo.

Setelah rata-rata harga diketahui maka nilai opsi akan dapat ditentukan. Untuk nilai opsi jual dapat diperoleh 5000 nilai (lampiran 8), dimana 1000 nilai opsi awal merupakan hasil dari simulasi sebelumnya sehingga pada saat simulasi ini dijalankan komputer memulai simulasi dari 1001 sampai dengan simulasi 5000, sehingga dapat dikatakan nilai opsi jual yang baru berjumlah 4000 nilai opsi. Hasil yang disajikan berikut ini merupakan nilai opsi jual dari simulasi pertama sampai dengan simulasi 5000 kali, yang digambarkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 3.12.

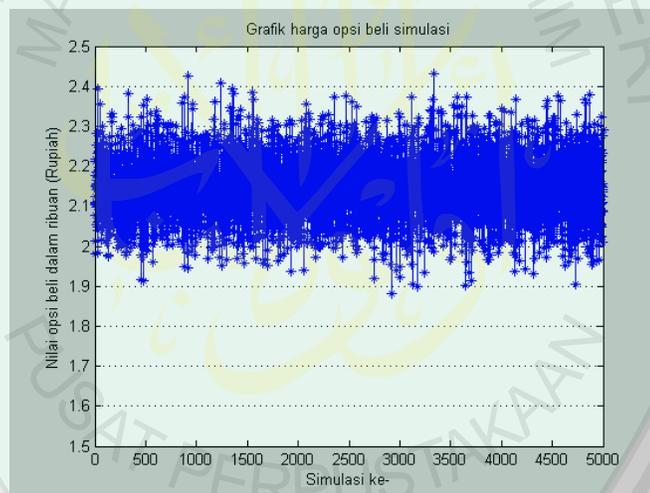


Gambar 3.12 Grafik Nilai Opsi Jual dengan Simulasi 5000 kali

Dari 10000 nilai opsi jual diatas dapat diperoleh rata-rata nilai opsi jual yaitu Rp 1924.1 dengan standar deviasi 78.3 sehingga menghasilkan interval nilai antara Rp 1921.9 sampai dengan Rp 1926.2. Interval nilai opsi jual yang diperoleh dapat dikatakan belum memenuhi karena pada tiga angka dibelakang desimal belum sama atau minimal selisih satu angka, sehingga perlu dilakukan simulasi

kembali dengan menambah banyaknya simulasi yang dijalankan untuk mendapatkan suatu nilai tertentu. Namun, kekonvergenan sudah mulai tampak pada suatu nilai, hal ini tampak pada interval nilai yang dihasilkan semakin mengerucut dalam arti akan menuju ke suatu nilai.

Nilai opsi beli yang dihasilkan dalam simulasi 5000 kali adalah 5000 nilai. Dari 5000 nilai opsi beli yang dihasilkan, nilai opsi yang baru adalah nilai opsi yang dihasilkan dari simulasi 1001 sampai dengan nilai opsi yang dihasilkan simulasi ke-5000. Hasil simulasi disajikan dalam bentuk grafik, seperti pada gambar 3.13.



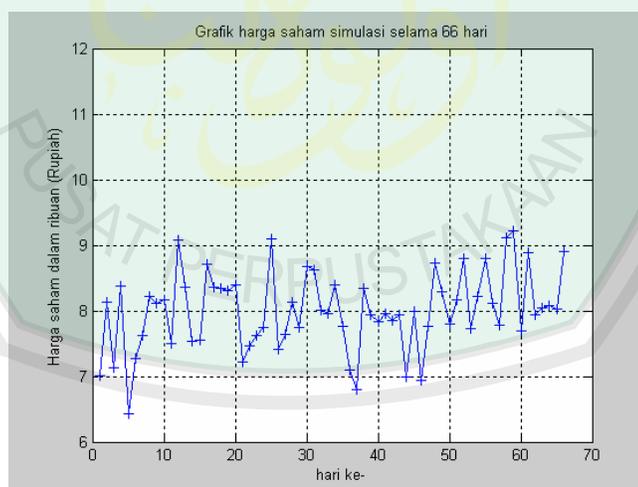
Gambar 3.13 Grafik Nilai Opsi Beli dengan simulasi 5000 kali

Dari hasil simulasi yang disajikan dalam gambar 3.13 diatas dapat ditentukan nilai rata-rata nilai opsi beli yaitu Rp 2147.1 dengan standar deviasi 78.3 diperoleh suatu interval nilai dari Rp 2144.9 sampai dengan simulasi Rp 2149.3. Hasil simulasi kali ini interval yang diperoleh sudah menampakkan

kekonvergenannya pada dua angka dibelakang desimal, namun pada desimal ketiga masih belum memenuhi maka perlu dilakukan simulasi kembali.

3.5.5 Simulasi 6000 kali

Simulasi yang terakhir adalah simulasi sebanyak 6000 kali. Hasil simulasi telah menunjukkan suatu nilai tertentu Pada simulasi 6000 kali ini, akan diperoleh sampel harga saham sebanyak 6000 sampel. Namun, simulasi ini bersifat meneruskan simulasi yang dilakukan sebelumnya yaitu simulasi 5000 kali, sehingga simulasi yang dijalankan dari simulasi ke-5001 sampai dengan simulasi ke-6000. Sampel yang disajikan sebagaimana simulasi 10 kali, hanya simulasi yang dilakukan terakhir yaitu pada simulasi ke-6000. Sampel harga saham pada simulasi ke-6000 seperti pada gambar 3.14 berikut:

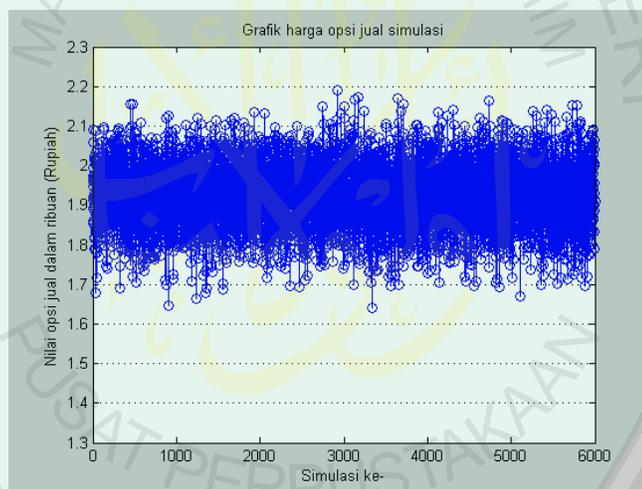


Gambar 3.14 Grafik simulasi harga saham pada simulasi ke-6000

Dari gambar diatas tampak bahwa pergerakan sampel harga saham tidak jauh berbeda dengan data aslinya, tingkat perubahan yang normal dimana harga kemarin tidak jauh berbeda dengan harga sekarang. Serangkaian harga saham

tersebut akan diambil rata-rata harga saham yang akan dijadikan sebagai harga penutupan pada waktu jatuh tempo (T). Rata-rata dari harga tersebut akan menentukan besar kecilnya nilai opsi yang terjadi, sesuai dengan model opsi.

Untuk memperoleh nilai opsi jual Asia, maka rata-rata harga saham harus lebih rendah dari *exercise price* karena jika rata-rata harga saham lebih besar maka opsi jual tersebut akan bernilai 0. Pada simulasi kali ini diperoleh 6000 nilai (lampiran 10) dimana 5000 nilai pertama merupakan hasil simulasi sebelumnya. Sehingga diperoleh 1000 nilai baru yang kesemuanya disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 3.15 sebagai berikut:

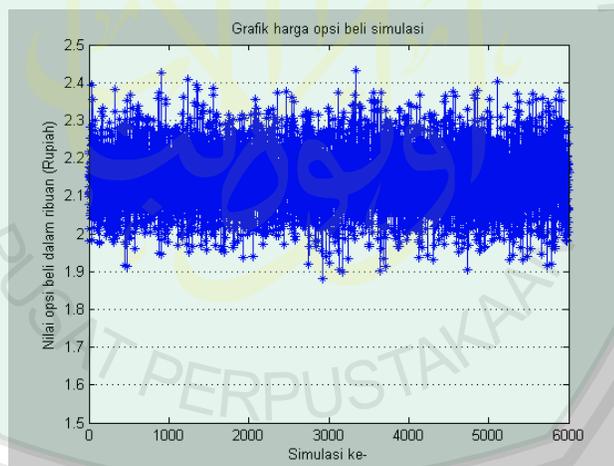


Gambar 3.15 Grafik Nilai Opsi Jual dengan Simulasi 6000 kali

Dari gambar yang menyajikan nilai opsi jual tidak tampak pergerakannya namun dapat diperhatikan pada daerah yang seperti terarsir, hal inilah yang menunjukkan bahwa pergerakan nilai tersebut mendekati suatu nilai. Namun, karena banyaknya simulasi yang dilakukan sehingga grafik tersebut tidak mampu menampilkan secara jelas. Dari hasil program dapat diketahui bahwa nilai rata-rata pada saat simulasi 6000 kali adalah Rp 1924.1 dengan standar deviasi 78.5

sehingga diperoleh suatu interval nilai opsi jual antara Rp 1922.1 sampai dengan Rp 1926.1. Pada simulasi ini nilai rata-rata yang diperoleh sudah dianggap konvergen karena nilai rata-rata yang dihasilkan pada simulasi 5000 keatas menuju ke suatu nilai opsi pada Rp 1924.1. Nilai tersebut sama dengan nilai rata-rata yang diperoleh pada simulasi ke-5000.

Sedangkan untuk memperoleh nilai opsi beli maka rata-rata harga saham harus lebih tinggi dari *exercise price* karena jika rata-rata tersebut lebih rendah nilainya maka opsi akan bernilai 0, dalam arti opsi tersebut tidak bernilai. Pada simulasi kali ini nilai yang diperoleh sebanyak 6000, sehingga hasilnya hanya disajikan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 3.16 sebagai berikut:



Gambar 3.16 Grafik Nilai Opsi Beli dengan simulasi 6000 kali

Dari grafik yang disajikan dalam gambar 3.16, tidak nampak pergerakan nilainya namun, karena banyaknya simulasi yang dilakukan sehingga yang tampak pada grafik hanyalah sebuah daerah hasil yang diarsir. Hal itu terjadi karena pada setiap titik dihubungkan dengan suatu garis sehingga garis tersebut membuat arsiran karena suatu titik jaraknya berdekatan.

Untuk melihat bahwa hasil simulasi tersebut konvergen dapat dilihat pada hasil output program (lampiran 8), yaitu diperoleh rata-rata nilai opsi beli Rp 2147.1 dengan standar deviasi 78.5 sehingga diperoleh interval nilai antara Rp 2145.1 sampai dengan Rp 2149.1. Sebagaimana nilai yang dihasilkan pada opsi jual, karena nilai rata-rata yang diperoleh sama dengan nilai rata-rata pada simulasi sebelumnya maka nilai tersebut dianggap konvergen. Hal ini terbukti dengan bertambahnya simulasi yang dilakukan nilai yang dihasilkan tetap, sehingga simulasi hanya dilakukan sampai pada 6000 karena sudah diperoleh nilai yang konvergen.

3.6 Perbandingan Hasil Simulasi

Untuk memudahkan pemahaman bahwa semakin banyak simulasi yang dilakukan maka hasil yang diperoleh akan menuju ke suatu nilai penulis menyajikan dalam suatu tabel dari hasil simulasi sehingga dapat dibandingkan nilai-nilai yang diperoleh dari setiap simulasi. Penulis membedakan antara tabel nilai opsi jual dengan tabel nilai opsi beli, terdapat dua tabel nilai opsi.

Tabel 3.1. Hasil simulasi opsi jual

No.	Banyak M	Rata-rata Nilai Opsi (Dalam ribuan)	Standar Deviasi Opsi (Dalam ribuan)	Interval Nilai Opsi (Dalam ribuan)
1.	10	1.9551	0.0782	[1.9067, 2.0036]
2.	100	1.9248	0.0760	[1.9099, 1.9397]
3.	1000	1.9258	0.0774	[1.9210, 1.9306]
4.	2000	1.9253	0.0766	[1.9220, 1.9287]
5.	3000	1.9243	0.0767	[1.9215, 1.9270]
6.	4000	1.9238	0.0777	[1.9214, 1.9262]
7.	5000	1.9241	0.0783	[1.9219, 1.9262]
8.	6000	1.9241	0.0785	[1.9221, 1.9261]

(Hasil Simulasi MatLab 6.5)

Dari tabel 3.1 diatas tampak perubahan yang peroleh pada interval nilai opsi jual yang diperoleh dimana semakin banyak simulasi yang dilakukan maka semakin mengerucut jarak selang yang diperoleh dalam arti akan menuju ke suatu nilai. Seperti tampak pada hasil yang ketujuh ($M=5000$) dan kedelapan ($M=6000$) didapatkan nilai rata-rata sebesar Rp 1924.1. Kekonvergenan rata-rata nilai opsi pada tabel diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 3.17 Grafik kekonvergenan nilai opsi jual

Grafik diatas menunjukkan bahwa nilai yang bergerak pada setiap simulasi yang dilakukan mendekati suatu nilai tertentu. Simulasi no.1 merupakan simulasi 10 kali, simulasi no-2 adalah simulasi 100 kali, dan seterusnya berdasarkan tabel 3.2. Tampak pada simulasi no.7 dan no.8 nilai yang diperoleh sama yaitu Rp 1924.1, sehingga garis yang menghubungkan nilai simulasi no.7 dan simulasi no.8 berupa garis lurus.

Berdasarkan hukum bilangan besar maka dari hasil yang diperoleh diatas dapat dikatakan bahwa banyaknya rata-rata sampel sesuai dengan banyaknya simulasi yang dilakukan dan rata-rata yang konvergen pada nilai tengah akan

selalu berlaku meskipun banyaknya simulasi ditambah sampai menuju tak hingga. Dengan demikian hukum bilangan besar merupakan penduga dari rata-rata populasi yang jumlahnya sangat besar, dalam arti parameter yang dihasilkan merupakan penduga dari rata-rata. Dan nilai penduga opsi jual tersebut rata-ratanya adalah Rp 1924.1.

Hukum bilangan besar yang berlaku dalam menentukan opsi jual, juga akan berlaku pada opsi beli, karena simulasi yang dilakukan pada opsi jual juga dilakukan pada opsi beli. Hasil simulasi opsi beli dapat dilihat pada tabel 3.2 sebagai berikut:

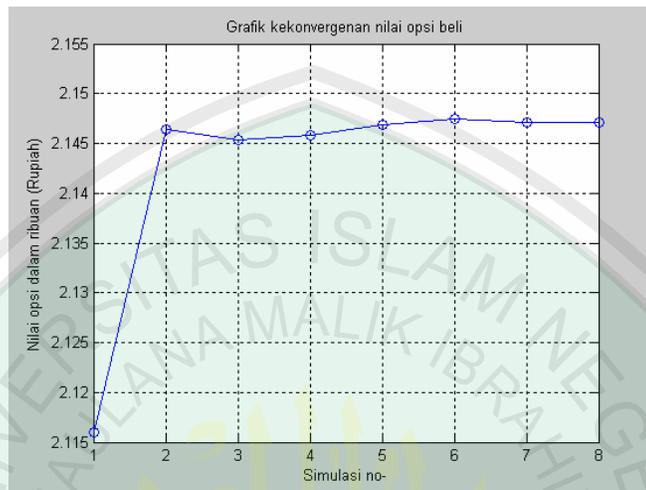
Tabel 3.2 Hasil simulasi nilai opsi beli.

No.	Banyak M	Rata-rata Nilai Opsi (Dalam ribuan)	Standar Deviasi Opsi (Dalam ribuan)	Interval Nilai Opsi (Dalam ribuan)
1.	10	2.1160	0.0782	[2.0676, 2.1645]
2.	100	2.1464	0.0760	[2.1351, 2.1613]
3.	1000	2.1454	0.0774	[2.1406, 2.1502]
4.	2000	2.1458	0.0766	[2.1452, 2.1492]
5.	3000	2.1469	0.0767	[2.1442, 2.1497]
6.	4000	2.1474	0.0777	[2.1450, 2.1498]
7.	5000	2.1471	0.0783	[2.1449, 2.1493]
8.	6000	2.1471	0.0785	[2.1451, 2.1491]

(Hasil Simulasi MatLab 6.5)

Dari tabel 3.2 diatas tampak perubahan yang peroleh pada interval nilai opsi beli yang diperoleh dimana semakin banyak simulasi yang dilakukan maka semakin mengerucut jarak selang yang diperoleh dalam arti akan menuju ke suatu nilai. Seperti tampak pada hasil simulasi yang ketujuh (M=5000) dan kedelapan (M=6000) didapatkan nilai rata-rata sebesar Rp 2147.1. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan jumlah M=5000 keatas didapatkan nilai rata-rata yang

konvergen. Kekonvergenan rata-rata nilai opsi pada tabel 3.2 diatas, dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 3.18 Grafik kekonvergenan nilai opsi beli

Grafik diatas menunjukkan bahwa nilai yang bergerak pada setiap simulasi yang dilakukan mendekati suatu nilai tertentu. Simulasi no.1 merupakan simulasi 10 kali, simulasi no-2 adalah simulasi 100 kali, dan seterusnya berdasarkan tabel 3.2. Tampak pada simulasi no.7 dan no.8 nilai yang diperoleh sama yaitu Rp 2147.1, sehingga garis yang menghubungkan nilai simulasi no.7 dan simulasi no.8 berupa garis lurus. Dengan demikian sesuai dengan hukum bilangan besar nilai Rp 2147.1 merupakan penduga dari rata-rata populasi

BAB IV

KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan, maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa simulasi Monte Carlo dapat memprediksikan harga saham dan menentukan suatu nilai opsi saham. Hasil simulasi nilai opsi menunjukkan bahwa semakin banyak perulangan maka nilai estimasi rata-rata yang diperoleh semakin konvergen. Pada opsi jual simulasi menghasilkan nilai yang konvergen pada Rp 1924.1 dengan standar deviasi 78.5, sedangkan pada opsi beli simulasi menghasilkan nilai yang konvergen pada Rp 2147.1 dengan standar deviasi 78.5. Kedua nilai opsi tersebut diperoleh pada saat simulasi ke-5000.

4.2 Saran

Pada skripsi ini penulis hanya memfokuskan pada hasil simulasi Monte Carlo standar, dalam menentukan nilai opsi saham. Maka diharapkan pada skripsi selanjutnya untuk mengkaji simulasi Monte Carlo lebih dalam dengan mereduksi standar deviasi atau mengembangkan nilai eksak dari model Black-Scholes untuk opsi Asia.

DAFTAR RUJUKAN

- Dudewicz, Edward J dan Satya N Mishra. 1995. *Statistika Matematika Modern*. Bandung: ITB Bandung.
- Halim, Abdul. 2003. *Analisis Investasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Higham, Desmond. J. 2004. *Black-Scholes Option Valuation for Scientific Computing Students*. Scotland: Depart. Of Mathematics, University of Strathclyde.
- Http:www.telkom.co.id “Informasi Saham”, diakses tanggal 17 Juni 2008 pkl 07:59 am
- Http:www.telkom.co.id “Informasi Saham”, diakses tgl 28 Agustus 2008 pkl 06:12am
- Http:www.bei.co.id “Sistem Perdagangan Opsi”. yang diakses pada tanggal 28 Agustus 2008 pukul 06:15 am
- Firmansyah, A. 2003. *Dasar-Dasar Pemrograman MatLab*. ([Http://ghostyoen.files.wordpress.com/2008/02/program+matlab.pdf](http://ghostyoen.files.wordpress.com/2008/02/program+matlab.pdf)) diakses tanggal 23 Juli 2008 pukul 09:06 am)
- Kakiay, Thomas J. 2004. *Pengantar Sistem Simulasi*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Kijima, Masaki. 2002. *Stochastic Processes with Applications to finance*. New York: Chapman & Hall/CRC.
- Kwok, Yue-Kuen. 2000. *Mathematical Models of Financial Derivatives*. Tokyo: Springer
- Ross, Sheldon M. 1999. *An Introduction to Mathematical Finance Option and Other Topics*. California: Cambridge University Press.
- Seydel, Rudiger. 2002. *Tools for Computational Finance*. Jerman: Springer.
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah Volume 3 Pesan, Kesan & Keserasian Al Qur'an*. Ciputat: Lentera Hati
- Subanar. 1992. *Probabilitas, Variabel Random, dan Proses Stokastik*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Yitnosumarto, Suntoyo. 1990. *Dasar-dasar Statistika Dengan Penekanan Terapan Dalam Bidang Agrokompleks, Teknologi, dan Sosial*. Jakarta: Rajawali Pers.

Lampiran 1:

Data Harga Saham Bulan Januari sampai dengan Desember 2005

January		February		March	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
31	4.825,00	28	4.475,00	31	4.500,00
28	4.825,00	25	4.625,00	30	4.500,00
27	4.850,00	24	4.650,00	29	4.575,00
26	4.875,00	23	4.650,00	28	4.650,00
25	4.850,00	22	4.675,00	24	4.625,00
24	4.950,00	21	4.700,00	23	4.675,00
20	5.025,00	18	4.725,00	22	4.625,00
19	5.000,00	17	4.750,00	21	4.575,00
18	5.000,00	16	4.775,00	18	4.450,00
17	5.100,00	15	4.750,00	31	4.500,00
14	5.075,00	14	4.725,00	30	4.500,00
13	4.975,00	11	4.700,00	29	4.575,00
12	4.875,00	08	4.650,00	28	4.650,00
11	4.950,00	07	4.725,00	24	4.625,00
10	5.100,00	04	4.725,00	23	4.675,00
07	5.125,00	03	4.775,00	22	4.625,00
06	5.000,00	02	4.850,00	21	4.575,00
05	4.925,00	01	4.875,00	18	4.450,00
04	4.975,00				

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 17 Juni 2008 pk1 07: 37)

April		May		June	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
29	4.325,00	31	4.775,00	30	5.100,00
28	4.375,00	30	4.650,00	29	5.100,00
27	4.375,00	27	4.650,00	28	5.000,00
26	4.425,00	26	4.625,00	27	4.950,00
25	4.400,00	25	4.625,00	24	4.975,00
21	4.400,00	23	4.600,00	23	5.100,00
20	4.475,00	20	4.550,00	22	5.050,00
19	4.500,00	19	4.475,00	21	5.350,00
18	4.550,00	18	4.375,00	20	5.350,00
15	4.675,00	17	4.425,00	17	5.200,00
14	4.725,00	16	4.400,00	16	4.950,00
13	4.725,00	13	4.475,00	15	4.950,00
12	4.675,00	12	4.500,00	14	4.900,00
11	4.725,00	11	4.525,00	13	4.875,00
08	4.700,00	10	4.650,00	10	4.775,00
07	4.725,00	09	4.650,00	09	4.725,00
06	4.675,00	06	4.525,00	08	4.775,00
05	4.725,00	04	4.350,00	07	4.800,00
04	4.725,00	03	4.225,00	06	4.825,00
01	4.625,00	02	4.275,00	03	4.850,00

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 17 Juni 2008 pk1 07: 39)

Lanjutan lampiran 1:

July		August		September	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
29	5.700,00	31	5.200,00	30	5.400,00
28	5.700,00	30	5.025,00	29	5.250,00
27	5.750,00	29	4.950,00	28	5.200,00
26	5.750,00	26	5.025,00	27	5.250,00
25	5.800,00	25	4.975,00	26	5.200,00
22	5.900,00	24	5.050,00	23	5.025,00
21	5.550,00	23	5.200,00	22	5.100,00
20	5.250,00	22	5.150,00	21	5.150,00
19	5.150,00	19	5.150,00	20	5.250,00
18	5.150,00	18	5.150,00	19	5.300,00
15	5.350,00	16	5.250,00	16	5.150,00
14	5.200,00	15	5.350,00	15	5.150,00
13	5.100,00	12	5.600,00	14	5.250,00
12	5.025,00	11	5.700,00	13	5.500,00
11	5.000,00	10	5.700,00	12	5.600,00
08	5.050,00	09	5.400,00	09	5.700,00
07	5.000,00	08	5.450,00	08	5.550,00
06	5.150,00	05	5.550,00	07	5.350,00
05	5.250,00	04	5.700,00	06	5.250,00
04	5.300,00	03	5.750,00	05	5.150,00
01	5.250,00	02	5.700,00	01	5.050,00
		01	5.600,00		

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 17 Juni 2008 pk1 07: 40)

October		November		December	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
31	5.050,00	30	5.500,00	29	6.000,00
28	5.050,00	29	5.350,00	28	5.900,00
27	5.100,00	28	5.350,00	27	5.950,00
26	5.050,00	25	5.350,00	23	6.000,00
25	5.150,00	24	5.300,00	22	6.100,00
24	5.150,00	23	5.200,00	21	6.050,00
21	5.150,00	22	5.250,00	20	6.100,00
20	5.250,00	21	5.250,00	19	6.050,00
19	5.300,00	18	5.150,00	16	5.850,00
18	5.350,00	17	5.050,00	15	6.050,00
17	5.250,00	16	5.100,00	14	6.200,00
14	5.300,00	15	5.075,00	13	6.200,00
13	5.200,00	14	4.975,00	12	6.250,00
12	5.200,00	11	5.025,00	09	6.000,00
11	5.200,00	10	4.975,00	08	6.000,00
10	5.200,00	09	5.100,00	07	5.950,00
07	5.200,00	01	5.150,00	06	5.750,00
06	5.400,00			05	5.700,00
05	5.450,00			02	5.650,00
04	5.550,00			01	5.500,00
03	5.400,00				

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 17 Juni 2008 pk1 07:42)

Lampiran 2:

Data Harga Saham Bulan Januari sampai dengan Desember 2006

January		February		March	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
30	6.400,00	28	6.300,00	29	7.100,00
27	6.300,00	27	6.400,00	28	7.100,00
26	6.300,00	24	6.150,00	27	6.950,00
25	6.300,00	23	6.100,00	24	7.200,00
24	6.200,00	22	6.100,00	23	7.050,00
23	6.150,00	21	6.150,00	22	6.850,00
20	6.400,00	20	6.300,00	21	7.050,00
19	6.350,00	17	6.200,00	20	7.200,00
18	6.150,00	16	6.200,00	17	6.850,00
17	6.200,00	15	6.100,00	16	6.400,00
16	6.250,00	14	6.100,00	15	6.250,00
13	6.350,00	13	6.150,00	14	6.200,00
12	6.600,00	10	6.250,00	13	6.250,00
11	6.600,00	09	6.250,00	10	6.300,00
09	6.300,00	08	6.250,00	09	6.250,00
06	6.100,00	07	6.400,00	08	6.250,00
05	6.250,00	06	6.400,00	07	6.300,00
04	6.350,00	03	6.450,00	06	6.400,00
03	6.250,00	02	6.450,00	03	6.500,00
02	6.100,00	01	6.450,00	02	6.450,00
				01	6.300,00

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 17 Juni 2008 pk1 07: 43)

April		May		June	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
28	7.600,00	08	36,12	30	7.350,00
27	7.750,00	04	7.850,00	29	6.950,00
26	7.700,00	03	7.850,00	28	7.050,00
25	7.550,00	02	7.900,00	27	7.150,00
24	7.600,00	01	7.750,00	26	7.250,00
21	7.750,00			23	7.250,00
20	8.000,00			22	7.500,00
19	7.800,00			21	7.400,00
18	7.550,00			20	7.400,00
17	7.350,00			19	7.450,00
13	7.350,00			16	7.500,00
12	7.300,00			15	6.800,00
11	7.050,00			14	6.750,00
07	7.000,00			13	6.750,00
06	7.100,00			12	6.950,00
05	7.000,00			09	7.050,00
04	6.950,00			08	6.750,00
03	7.000,00				

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 17 Juni 2008 pk1 07: 44)

Lanjutan lampiran 2:

July		August		September	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
31	7.450,00	31	7.900,00	29	8.450,00
28	7.400,00	30	7.900,00	28	8.450,00
27	7.300,00	29	8.000,00	27	8.350,00
26	7.300,00	28	7.850,00	26	8.150,00
25	7.350,00	25	7.800,00	25	8.150,00
24	7.400,00	24	7.900,00	22	8.200,00
21	7.400,00	23	7.900,00	21	8.300,00
20	7.450,00	22	8.000,00	20	8.250,00
19	7.150,00	16	8.000,00	19	8.350,00
18	7.200,00	15	7.950,00	18	8.200,00
17	7.150,00	14	8.000,00	15	8.050,00
14	7.100,00	11	8.000,00	14	7.900,00
13	7.400,00	10	7.750,00	13	7.800,00
12	7.300,00	09	7.950,00	12	7.700,00
11	7.300,00	08	7.900,00	11	7.850,00
10	7.250,00	07	8.050,00	08	7.950,00
07	7.400,00	04	7.900,00	07	8.000,00
06	7.450,00	03	7.800,00	06	8.100,00
05	7.350,00	02	7.950,00	05	8.050,00
04	7.400,00	01	7.650,00	04	8.100,00
03	7.300,00			01	7.850,00

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 17 Juni 2008 07: 46)

October		November		December	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
31	8.400,00	30	9.900,00	30	45,60
30	8.300,00	29	9.850,00	28	10.100,00
20	8.350,00	28	9.750,00	27	10.000,00
19	8.350,00	27	10.000,00	26	9.900,00
18	8.300,00	24	9.850,00	22	9.900,00
17	8.250,00	23	9.600,00	21	10.050,00
16	8.200,00	22	9.700,00	20	9.950,00
13	8.250,00	21	9.450,00	19	9.850,00
12	8.200,00	20	9.550,00	18	10.000,00
11	8.250,00	17	9.350,00	15	10.250,00
09	8.400,00	16	9.450,00	14	9.900,00
06	8.450,00	15	9.550,00	13	9.700,00
05	8.400,00	14	9.600,00	12	9.700,00
04	8.450,00	13	9.200,00	11	10.000,00
03	8.400,00	10	9.400,00	08	10.300,00
02	8.400,00	09	9.200,00	07	10.450,00
		08	9.050,00	06	10.550,00
		07	9.100,00	05	10.500,00
		06	8.850,00	04	10.000,00
		03	8.500,00	01	9.900,00
		02	8.550,00		
		01	8.500,00		

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 17 Juni 2008 pkl 07: 48)

Lampiran 3:

Data Harga Saham Bulan Januari – Desember 2007

January		February		March	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
31	9.450,00	28	8.900,00	30	9.850,00
30	9.550,00	27	9.100,00	29	9.650,00
29	9.650,00	26	9.200,00	28	9.700,00
26	9.550,00	23	9.300,00	27	9.800,00
25	9.750,00	22	9.600,00	26	9.700,00
24	9.950,00	20	9.650,00	23	9.600,00
23	10.000,00	19	9.650,00	22	9.550,00
22	10.150,00	16	9.650,00	21	40,00
19	10.150,00	15	9.500,00	20	40,00
18	9.900,00	14	9.250,00	16	9.300,00
17	9.900,00	13	8.950,00	15	9.350,00
16	9.900,00	12	9.050,00	14	9.200,00
15	9.850,00	09	9.100,00	13	9.400,00
12	9.600,00	08	9.300,00	12	9.400,00
11	9.650,00	07	9.350,00	09	9.200,00
10	9.700,00	06	9.450,00	08	9.300,00
09	9.950,00	05	9.550,00	07	9.250,00
08	10.000,00	02	9.550,00	06	9.250,00
05	10.150,00	01	9.550,00	05	9.000,00
04	10.150,00			02	9.350,00
03	10.350,00			01	9.250,00
02	10.350,00				

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 17 Juni 2008 pkl 07: 50)

April		May		June	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
30	10.500,00	31	9.550,00	29	9.850,00
27	10.750,00	30	9.550,00	28	9.700,00
26	10.800,00	29	9.500,00	27	9.750,00
24	10.500,00	28	9.650,00	26	9.750,00
23	10.550,00	25	9.600,00	25	9.650,00
20	10.400,00	24	9.700,00	22	9.700,00
19	10.000,00	23	9.700,00	21	9.750,00
18	10.250,00	22	9.400,00	20	9.800,00
17	10.450,00	21	9.500,00	19	9.700,00
16	10.400,00	16	9.600,00	18	9.700,00
13	10.400,00	15	9.600,00	15	9.750,00
12	10.250,00	14	9.750,00	14	9.800,00
11	10.450,00	11	9.600,00	13	9.700,00
10	10.300,00	10	9.900,00	12	9.850,00
09	10.200,00	09	9.900,00	11	9.700,00
05	10.100,00	08	9.950,00	08	9.650,00
04	10.200,00	07	10.200,00	07	9.700,00
03	10.000,00	04	10.300,00	06	9.650,00
02	9.900,00	03	10.350,00	05	9.700,00
		02	10.250,00	04	9.750,00
		01	10.350,00		

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 17 Juni 2008 pkl 07: 52)

Lanjutan lampiran 3:

July		August		September	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
31	11.200,00	31	10.850,00	28	11.000,00
27	10.450,00	30	10.700,00	27	10.900,00
26	10.750,00	29	10.600,00	26	10.850,00
25	10.950,00	28	10.800,00	25	10.800,00
24	11.000,00	27	10.950,00	24	10.950,00
23	11.050,00	24	10.850,00	21	11.150,00
20	11.350,00	23	10.500,00	20	11.000,00
19	11.300,00	22	10.500,00	19	11.250,00
18	11.000,00	21	10.150,00	18	10.700,00
17	11.300,00	20	10.500,00	17	10.700,00
13	11.450,00	16	9.850,00	14	10.650,00
12	10.900,00	15	10.150,00	13	10.800,00
11	10.600,00	14	10.850,00	12	10.850,00
10	10.500,00	10	10.900,00	11	10.800,00
09	10.500,00	09	10.900,00	10	10.900,00
06	10.400,00	08	11.050,00	07	11.150,00
05	10.550,00	07	10.650,00	06	10.950,00
04	10.350,00	06	10.600,00	05	11.000,00
03	10.000,00	03	10.900,00	04	11.200,00
02	9.900,00	02	10.850,00	03	11.150,00
		01	10.700,00		

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 17 Juni 2008 pk1 07: 53)

October		November		December	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
31	10.750,00	30	10.150,00	28	10.150,00
30	11.350,00	29	10.500,00	27	10.000,00
29	11.850,00	28	10.100,00	26	10.050,00
26	11.900,00	27	10.000,00	19	10.000,00
25	11.750,00	26	10.200,00	18	10.050,00
24	11.550,00	23	10.050,00	17	10.050,00
23	11.900,00	22	10.200,00	14	10.400,00
22	11.300,00	21	10.100,00	13	10.600,00
19	11.800,00	20	10.100,00	12	10.950,00
18	12.150,00	19	10.450,00	11	11.100,00
17	12.150,00	16	10.500,00	10	11.000,00
11	12.650,00	15	10.650,00	07	10.950,00
10	12.350,00	14	10.700,00	06	11.100,00
09	12.300,00	13	10.850,00	05	10.900,00
08	12.500,00	12	11.000,00		
05	12.450,00	09	11.300,00		
04	12.100,00	08	11.400,00		
03	11.950,00	07	11.600,00		
02	12.000,00	06	11.350,00		
01	11.350,00	05	11.200,00		
		02	11.400,00		
		01	11.150,00		

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 17 Juni 2008 pk1 07: 55)

Lampiran 4:

Data Harga Saham Bulan Januari – Juli 2008

January		February		March	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
31	9.250,00	29	9.800,00	31	9.650,00
30	8.900,00	28	10.250,00	28	9.750,00
29	8.950,00	27	10.100,00	27	9.600,00
28	9.100,00	26	9.950,00	26	9.800,00
25	9.350,00	25	10.000,00	25	9.800,00
24	9.050,00	22	10.100,00	19	9.600,00
23	8.850,00	21	10.150,00	18	9.400,00
22	8.400,00	20	10.050,00	14	9.200,00
21	8.900,00	19	10.100,00	13	9.250,00
18	9.200,00	18	9.950,00	12	9.500,00
17	9.200,00	15	10.000,00	11	9.250,00
16	8.950,00	14	9.950,00	10	9.250,00
15	9.300,00	13	9.900,00	06	9.700,00
14	9.850,00	12	9.750,00	05	9.400,00
09	10.050,00	11	9.550,00	04	9.450,00
08	10.250,00	06	9.750,00	03	9.450,00
07	10.200,00	05	10.000,00		
04	10.000,00	04	9.700,00		
03	9.900,00	01	9.300,00		
02	10.000,00				

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 17 Juni 2008 pkl 07:57)

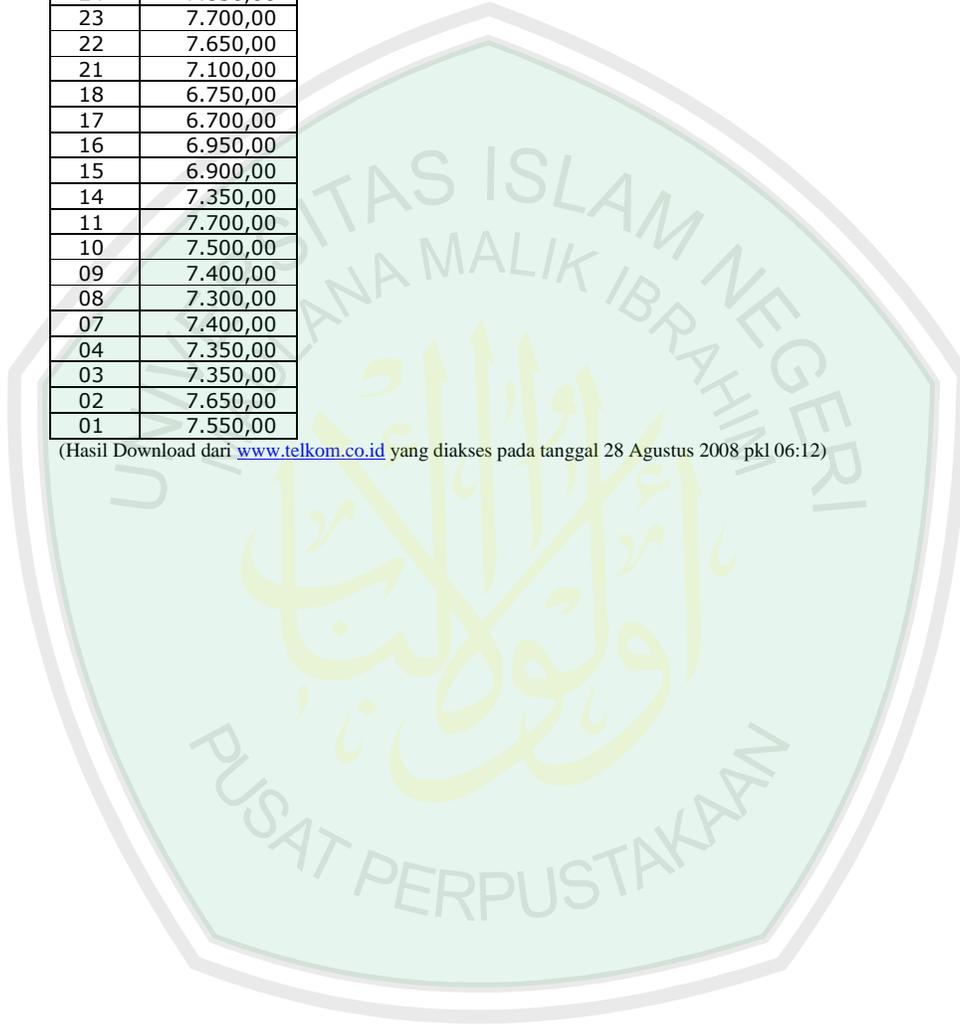
April		May		June	
Day	Close	Day	Close	Day	Close
30	8.850,00	30	8.100,00	30	7.300,00
29	8.950,00	29	7.950,00	27	7.300,00
28	8.900,00	28	7.900,00	26	7.400,00
25	8.650,00	27	8.050,00	25	7.500,00
24	8.650,00	26	8.300,00	24	7.700,00
23	8.750,00	23	8.600,00	23	7.750,00
22	8.850,00	22	8.650,00	20	7.750,00
21	9.000,00	21	8.550,00	19	7.550,00
18	9.100,00	19	8.600,00	18	7.500,00
17	9.200,00	16	8.500,00	17	7.350,00
16	9.100,00	15	8.500,00	16	7.500,00
15	9.100,00	14	8.700,00	13	7.550,00
14	9.000,00	13	8.650,00	12	7.550,00
11	9.150,00	12	8.650,00	11	7.750,00
10	9.050,00	09	8.600,00	10	7.950,00
09	9.000,00	08	8.500,00	06	7.950,00
08	9.250,00	07	8.750,00	05	8.150,00
07	9.450,00	06	8.900,00	04	7.850,00
04	9.400,00	05	9.000,00	03	7.950,00
03	9.400,00	02	8.950,00	02	7.950,00
02	9.700,00				
01	9.700,00				

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 28 Agustus 2008 pkl 06: 12)

Lanjutan lampiran 4:

July	
Day	Close
31	7.700,00
29	7.900,00
28	8.000,00
25	7.750,00
24	7.850,00
23	7.700,00
22	7.650,00
21	7.100,00
18	6.750,00
17	6.700,00
16	6.950,00
15	6.900,00
14	7.350,00
11	7.700,00
10	7.500,00
09	7.400,00
08	7.300,00
07	7.400,00
04	7.350,00
03	7.350,00
02	7.650,00
01	7.550,00

(Hasil Download dari www.telkom.co.id yang diakses pada tanggal 28 Agustus 2008 pk1 06:12)



Lampiran 5:

Program MatLab Simulasi Monte Carlo dalam Menentukan Nilai Opsi Saham

```
clc;clear;
format short; %untuk menampilkan 5 digit desimal
tic;
disp('          PROGRAM SKRIPSI          ')
disp('_*_# MENENTUKAN NILAI OPSI JUAL DAN OPSI BELI ASIA #*_#_')
disp('##### by: WIWIK SHOFIATUL MUNIROH #####')
disp('***** NIM: 04510017 *****')
disp('_____')
%Program menentukan nilai opsi saham berdasarkan harga saham
randn('state',100)
data %panggil file data
S=S./1000;
panjang=length(S); So=S(panjang);
d=1:panjang;
M=input('Banyaknya Simulasi yang ingin dilakukan M= '); %untuk simulasi
yang diinginkan
N=66; T=1/N;
Mu_S=mean(S)
Sigma_S=std(S)
Ep=Mu_S+Sigma_S
Ec=Mu_S-Sigma_S
r=(Mu_S-0.5*Sigma_S^2)
P=zeros(M,1);
C=zeros(M,1);
d1=1:N;
d2=1:M;

%Proses Simulasi
for i=1:M
    for j=1:N
        Sb=So*(exp((-r/N)*T+Sigma_S*sqrt(T)*randn(10,1)));
        Mu_Sb(j)=mean(Sb);
    end
    Mu_Ss=mean(Mu_Sb);
    P(i)=exp(-r*T)*max(Ep-Mu_Ss,0);
    C(i)=exp(-r*T)*max(Mu_Ss-Ec,0);
end

%Perhitungan Parameter
format short;
Mu_P=mean(P)
Sigma_P=std(P)
confP=[Mu_P-1.96*Sigma_P/sqrt(M),Mu_P+1.96*Sigma_P/sqrt(M)]
Mu_C=mean(C)
Sigma_C=std(C)
```

Lampiran lanjutan 5:

```
confC=[Mu_C-1.96*Sigma_C/sqrt(M),Mu_C+1.96*Sigma_C/sqrt(M)]  
waktu_hitung=toc
```

```
%Pembuatan grafik
```

```
figure(1)
```

```
plot(d,S,'r')
```

```
xlabel(' 2005          2006          2007          Juli 2008')
```

```
title('Grafik harga saham real selama 3.5 tahun terakhir')
```

```
grid on
```

```
figure(2)
```

```
plot(d1,Mu_Sb,'-+')
```

```
xlabel('hari ke-')
```

```
ylabel('Harga saham dalam ribuan (Rupiah)')
```

```
title('Grafik harga saham simulasi selama 66 hari')
```

```
grid on
```

```
figure(3)
```

```
plot(d2,P,'-o')
```

```
xlabel('Simulasi ke-')
```

```
ylabel('Nilai opsi jual dalam ribuan (Rupiah)')
```

```
title('Grafik harga opsi jual simulasi')
```

```
figure(4)
```

```
plot(d2,C,'-*')
```

```
xlabel('Simulasi ke-')
```

```
ylabel('Nilai opsi beli dalam ribuan (Rupiah)')
```

```
title('Grafik harga opsi beli simulasi')
```

Lampiran 6:
Hasil program dengan simulasi 10 kali
(Dijalankan hari Ahad 24 september 2008 pkl 07:25 am)

PROGRAM SKRIPSI

*# MENENTUKAN NILAI OPSI JUAL DAN OPSI BELI ASIA #*__
by: WIWIK SHOFIATUL MUNIROH #####
***** NIM: 04510017 *****

Banyaknya Simulasi yang ingin dilakukan M= 10

Mu_S = 7.8606
Sigma_S = 2.2098
r = 5.4191
Ep = 10.0704
Ec = 5.6509
P =
1.8606
1.9679
2.0585
1.8934
1.8541
2.0907
1.9636
1.9211
1.9466
1.9948

C =
2.2105
2.1033
2.0127
2.1777
2.2171
1.9804
2.1076
2.1501
2.1246
2.0764

Mu_P = 1.9551
Sigma_P = 0.0782
confP = 1.9067 2.0036
Mu_C = 2.1160
Sigma_C = 0.0782
confC = 2.0676 2.1645
waktu_hitung = 3.5940

Lampiran 7:
 Hasil program dengan simulasi 100 kali
 (Dijalankan hari Ahad 24 september 2008 pkl 05:35 am)

PROGRAM SKRIPSI

*# MENENTUKAN NILAI OPSI JUAL DAN OPSI BELI ASIA #*_
 ##### by: WIWIK SHOFIATUL MUNIROH #####
 ***** NIM: 04510017 *****

Banyaknya Simulasi yang ingin dilakukan M=100

Mu_S = 7.8606

Sigma_S = 2.2098

r = 5.4191

Ep = 10.0704 Ec = 5.6509

P =	1.8388	1.9612
1.8606	1.8812	1.8856
1.9679	2.0080	1.9622
2.0585	1.9169	1.9023
1.8934	1.8785	1.7702
1.8541	1.8346	1.9879
2.0907	2.0034	1.8372
1.9636	1.9280	1.8400
1.9211	1.8341	1.9240
1.9466	1.9274	1.9598
1.9948	1.8731	1.9184
1.9604	1.8522	2.0324
1.9134	1.9326	1.9976
1.9741	1.9187	2.0193
1.7904	1.9670	1.7965
1.9304	1.8612	1.9875
1.9661	1.7823	1.8883
1.9154	1.9433	1.9992
1.8168	1.9737	1.9182
1.9189	1.7164	1.8901
1.9222	1.8739	2.0188
2.0161	1.9650	1.9368
1.8861	1.9934	1.9866
1.9052	1.8810	1.9078
1.8178	1.8680	1.8301
1.8976	1.8196	1.9314
2.0236	1.9514	1.9567
1.9598	1.9966	1.9520
1.9610	1.9607	1.9388
1.7888	2.0556	1.9126
2.0874	1.8784	1.9925
2.0315	1.9776	1.9476
2.0106	1.9499	1.9803
1.6776	1.9462	

Lampiran lanjutan 7:

C =	2.2324	2.1099
2.2105	2.1900	2.1856
2.1033	2.0631	2.1090
2.0127	2.1543	2.1689
2.1777	2.1927	2.3009
2.2171	2.2366	2.0832
1.9804	2.0677	2.2340
2.1076	2.1432	2.2312
2.1501	2.2370	2.1472
2.1246	2.1438	2.1114
2.0764	2.1980	2.1528
2.1108	2.2190	2.0387
2.1578	2.1386	2.0736
2.0971	2.1524	2.0518
2.2808	2.1042	2.2747
2.1408	2.2100	2.0837
2.1051	2.2889	2.1829
2.1558	2.1279	2.0719
2.2544	2.0975	2.1530
2.1523	2.3547	2.1811
2.1489	2.1973	2.0524
2.0551	2.1062	2.1344
2.1851	2.0778	2.0846
2.1660	2.1902	2.1634
2.2534	2.2032	2.2411
2.1736	2.2516	2.1398
2.0475	2.1197	2.1145
2.1114	2.0746	2.1192
2.1102	2.1105	2.1324
2.2824	2.0156	2.1586
1.9838	2.1928	2.0787
2.0397	2.0936	2.1236
2.0606	2.1213	2.0909
2.3936	2.1250	

Mu_P = 1.9248

Sigma_P = 0.0760

confP = 1.9099 1.9397

Mu_C = 2.1464

Sigma_C = 0.0760

confC = 2.1315 2.1613

waktu_hitung = 5.3440

Lampiran 8:
Hasil Program Simulasi 1000 sampai dengan 6000 kali.
(Dijalankan hari Rabu, 24 september 2008 pkl 06:00 am)

PROGRAM SKRIPSI

*# MENENTUKAN NILAI OPSI JUAL DAN OPSI BELI ASIA #*_
by: WIWIK SHOFIATUL MUNIROH #####
***** NIM: 04510017 *****

Banyaknya Simulasi yang ingin dilakukan M= 1000

Mu_S = 7.8606	Ep = 10.0704
Sigma_S = 2.2098	Ec = 5.6509
r = 5.4191	
Mu_P = 1.9258	Mu_C = 2.1454
Sigma_P = 0.0774	Sigma_C = 0.0774
confP = 1.9210 1.9306	confC = 2.1406 2.1502
waktu_hitung = 9.1090	

Banyaknya Simulasi yang ingin dilakukan M= 2000

Mu_S = 7.8606	Ep = 10.0704
Sigma_S = 2.2098	Ec = 5.6509
r = 5.4191	
Mu_P = 1.9253	Mu_C = 2.1458
Sigma_P = 0.0766	Sigma_C = 0.0766
confP = 1.9220 1.9287	confC = 2.1425 2.1492
waktu_hitung = 11.9530	

Banyaknya Simulasi yang ingin dilakukan M= 3000

Mu_S = 7.8606	Ep = 10.0704
Sigma_S = 2.2098	Ec = 5.6509
r = 5.4191	
Mu_P = 1.9243	Mu_C = 2.1469
Sigma_P = 0.0767	Sigma_C = 0.0767
confP = 1.9215 1.9270	confC = 2.1442 2.1497
waktu_hitung = 13.2660	

Banyaknya Simulasi yang ingin dilakukan M= 4000

Mu_S = 7.8606	Ec = 5.6509
Sigma_S = 2.2098	r = 5.4191
Ep = 10.0704	
Mu_P = 1.9238	Mu_C = 2.1474
Sigma_P = 0.0777	Sigma_C = 0.0777
confP = 1.9214 1.9262	confC = 2.1450 2.1498
waktu_hitung = 14.0160	

Lampiran 8. (lanjutan)

PROGRAM SKRIPSI

*# MENENTUKAN NILAI OPSI JUAL DAN OPSI BELI ASIA #*_

by: WIWIK SHOFIATUL MUNIROH

NIM: 04510017

Banyaknya Simulasi yang ingin dilakukan M= 5000

Mu_S = 7.8606

Sigma_S = 2.2098

r = 5.4191

Ep = 10.0704

Ec = 5.6509

Mu_P = 1.9241

Mu_C = 2.1471

Sigma_P = 0.0783

Sigma_C = 0.0783

confP = 1.9219 1.9262

confC = 2.1449 2.1493

waktu_hitung = 23.7650

Banyaknya Simulasi yang ingin dilakukan M= 6000

Mu_S = 7.8606

Sigma_S = 2.2098

r = 5.4191

Ep = 10.0704

Ec = 5.6509

Mu_P = 1.9241

Mu_C = 2.1471

Sigma_P = 0.0785

Sigma_C = 0.0785

confP = 1.9221 1.9261

confC = 2.1451 2.1491

waktu_hitung = 28.0940