PENGUKURAN *VALUE AT RISK (VaR)* PADA PORTOFOLIO DENGAN MENGGUNAKAN MODEL SIMULASI *MONTE CARLO*

(Studi Kasus PT. Bumi Serpong Damai Tbk dan PT. Matahari Department Store Tbk)

skripsi

disajikan sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Matematika

Oleh

Ulfi Nur Fatimah

4111411004

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2016

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 14 Juni 2016

METERAI TEMPEL

6000

Ulfi Nur Fatimah

NIM. 4111411004

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Pengukuran *Value at Risk (VaR)* Pada Portofolio Dengan Menggunakan Model Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus PT. Bumi Serpong Damai Tbk dan PT. Matahari Department Store Tbk).

disusun oleh

Ulfi Nur Fatimah

4111411004

telah dipertahankan di hadapan siding Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matemaika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang pada tanggal 14 Juni 2016.

Panitia

Ketua	Sekretaris
Prof. Dr. Zaenuri, S.E, M.Si,Akt	Drs. Arief Agoestanto, M.Si
196412231988031001	196807221993031001

Ketua Penguji

Putriaji Hendikawati, S.Si.,M.Pd.,MSc
198208182006042001

Anggota Penguji/ Pembimbing I	Anggota Penguji/ Pembimbing 2
Drs. Sugiman M.Si	Prof. Dr. Zaenuri, S.E, M.Si,Akt
196401111989011001	196412231988031001

MOTTO

- Sesungguhnya Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah nasibnya (Ar-Ra'd:11)
- Sesungguhnya, pertolongan itu mengiringi kesabaran, sesungguhnya kelapangan itu mengiringi kesempitan, dan sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan menyertainya. (HR. Ahmad)
- Life is like riding a bicycle, to keep your balance, you must keep moving (Albert Einstein)
- Saya percaya proses yang menentukan keberhasilan, bukan tinggi atau rendahnya nilai akhir.

PERSEMBAHAN

- Allah SWT atas limpahan Rahmat dan kasih sayangNya.
- Bapak, ibu dan adik yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dan dukungannya.
- Sahabat-sahabat yang selalu memberikan motivasi.
- Teman-teman mahasiswa matematika angkatan 2011.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan atas segala kehadirat Allah SWT. Tiada yang bisa penulis lakukan tanpa rahmat-Nya. Semoga Allah SWT selalu memberikan keridhoan di setiap jalan yang kita tempuh. Sholawat dan salam selalu tercurah kepada sang tauladan umat Nabi Muhammad Saw, beserta keluarga dan sahabat yang setia dalam menegakkan agama Islam.

Alhamdulillah, atas berkah dan rahmat yang Allah berikan, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "*Pengukuran Value at Risk (Var) Pada Portofolio dengan Menggunakan Model Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus PT. Bumi Serpong Damai Tbk dan PT. Matahari Department Store Tbk)*". Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Sains.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan semua pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum selaku Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Zaenuri, S.E, M.Si,Akt. selaku Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Arief Agoestanto, M.Si, selaku Ketua Jurusan Matematika Universitas Negeri Semarang.
4. Drs. Sugiman. M.Si, selaku Dosen Pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan dorongan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Prof. Dr. Zaenuri. S.Si, M.Si, Akt selaku Dosen Pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan dorongan dalam penyusunan skripsi ini.

6. Muhammad Kharis, sabagai Dosen Wali sekaligus sebagai inspirator dalam memberikan pencerahan dan dukungan untuk terus melangkah menyusun skripsi.
7. Teruntuk Bapak dan Ibu yang selalu memberikan doa, kasih sayang dan dukungannya.
8. Oktaviani Eka, Sekar Kinasih, Ismi Khasanah, Atmira, Supriyanti yang selalu senantiasa memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman Matematika angkatan 2011 yang selalu memberikan semangat tersendiri bagi penulis;
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk penelitian selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, 14 Juni 2016

Penulis

ABSTRAK

Ulfi Nur Fatimah. 2016. *Pengukuran Value at Risk (Var) Pada Portofolio dengan Menggunakan Model Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus PT. Bumi Serpong Damai Tbk dan PT. Matahari Department Store Tbk).* Skripsi, Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing : Drs. Sugiman. Msi dan Prof. Dr. Zaenuri. S.Si, M.Si, Akt.

Kata kunci : *Return and Risk* (risiko), Portofolio, Simulasi Monte Carlo, *VaR*

Investor dapat melakukan investasi baik aset berisiko atau bebas risiko tergantung pada preferensi investor pada investasi tersebut. Permasalahan yang dihadapi oleh investor adalah memilih portofolio yang efisien, atau disebut juga variance *efficient portofolio (MVEP)* yaitu portofolio yang memberikan risiko yang terkecil. Pengukuran Var dengan menggunakan model Simlasi Monte Carlo merupakan parameter yang sesuai karena metode varian-kovarian mengasumsikan bahwa *return* berdistribusi normal dan *return* portofolio bersifat linier terhadap return aset. Tujuan dari penulisan ini yaitu meperoleh hasil perhitungan *MVEP* nilai *VaR* dengan tingkat kepercayaan 95% dan periode waktu satu hari yang dapat diartikan bahwa kerugian yang mungkin akan diderita investor tidak akan melebihi nilai *VaR* tersebut, atau dapat dikatakan ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi pada portofolio yang terdiri dari saham PT. Bumi Serpong Damai (BSDE) dan PT. Matahari Department Store (LPPF).

Langkah pertama adalah menghitung *return* saham harian yag terdaftrar di LQ45 di BEI yaitu PT.Bumi Serpong Damai Tbk dan PT.Matahari Department Store, kemudian melakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal, selanjutnya melakukan perhitungan VaR menggunakan Simulasi Monte Carlo dengan menentukan tingkat kepercayaan atau taraf signifikansi, periode waktu yang dipilih, menentukan nilai parameter return aset serta korelasi antar aset, mensimulasikan nilai *return,* menghitung *return* portofolio, mencari estimasi kerugian maksimum, menghitung nilai *Value at Risk.*

Hasil analisis dari pengukuran portofolio saham tersebut diperoleh *VaR* sebesar -3705329718 (tanda negatif menunjukkan kerugian) dengan tingkat kepercayaan 95% dan periode waktu satu hari yang dapat diartikan bahwa kerugian yang mungkin akan diderita investor tidak akan melebihi nilai *VaR* tersebut, atau dapat dikatakan ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi pada portofolio yang terdiri dari saham PT. Bumi Serpong Damai (BSDE) dan PT. Matahari Department Store (LPPF) sebesar Rp. 37.053.297,18.

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR SIMBOL

μ_x	: Mean
$S(X)$	: Probabilitas Kumulatif Dari Data Pengamatan
$F_0(X)$	: Probabilitas Kumulatif Distribusi Normal
R_t	: *Return* Pada Period Ke-T
Xt	: Harga Saham Pada Periode Ke-T
X_{t-1}	: Harga Saham Pada Periode Ke-(T-1)
Wo	: Investasi Awal Aset (Baik Aset Tunggal Maupun Portofolio)
R^*	: Kuantil Ke-A Dari Distribusi *Return*
St	: Standar Deviasi Tahunan
T	: Jumlah Hari Perdagangan
Rp	: *Return* Portofolio Pada Waktu Ke-T
Wt	: Bobot Aset Ke-1
N	: Jumlah Aset
σ_{ij}	: Standart Deviasi Masing-Masing Aset
Σ_x	: Deviasi Standart

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap manusia melakukan kegiatan perekonomian untuk mempertahankan kehidupan dan mendapatkan kesejahteraan. Oleh karena itu, manusia berlomba-lomba mencari sesuatu yang dapat mereka peroleh dan gunakan untuk melangsungkan kehidupannya. Sesuatu tersebut dikenal sebagai alat ekonomi. Alat ekonomi yang paling popular digunakan adalah uang. Setiap orang mempunyai cara yang berbeda untuk mendapatkan uang. Sebagian besar orang mendapatkan uang dengan cara bekerja, selain itu, orang juga dapat memeperoleh uang dengan cara menanamkan uang/modal yang lebih dikenal dengan istilah investasi.

Investasi merupakan suatu kegiatan penempatan dana pada aset produktif dengan harapan mendapatkan pertumbuhan modal *(capital growth)* dalam jangka waktu tertentu. Pada dasarnya investasi secara konvensional dapat diartikan sebagai suatu kegiatan bisnis yang pasif. Berinvestasi adalah salah satu langkah strategis yang biasa dilakukan setiap orang untuk menghasilkan uang lebih. Namun, sering kali kita bingung investasi apa yang sesuai dengan kebutuhan. Investasi terdiri dari investasi nyata *(real investment)* dan investasi keuangan *(financial investment).* Investasi nyata secara umum melibatkan aset berwujud seperti tanah atau pabrik. Investasi keuangan melibatkan kontrak-kontrak tertulis seperti saham biasa dan obligasi.

Pasar modal (saham) merupakan salah satu tempat alternatif investasi yang sedang berkembang. Ekspektasi atau motivasi setiap investor adalah mendapatkan keuntungan dari kenaikan harga saham ataupun sejumlah *dividen* (pengembalian laba) di masa yang akan datang, sebagai imbalan atas waktu dan risiko yang terkait dengan investasi tersebut. Dalam dunia bisnis, sebenarnya hampir dari semua investasi mengandung ketidakpastian atau risiko. Investor tidak mengetahui dengan pasti hasil yang akan diperolehnya dari investasi yang telah dilakukan. Investor juga akan menghadapi hal lain dalam berinvestasi yaitu jika investor mengharapkan keuntungan yang tinggi makan investor tersebut juga harus bersedia menanggung risiko yang tinggi pula (Tandelilin, 2010).

Dalam berinvestasi, investor bisa memilih menginvestasikan dananya pada berbagai aset, baik aset yang berisiko maupun aset yang bebas risiko maupun kombinasi dari kedua aset tersebut. Pilihan investor atas aset-aset tersebut akan tergantung dari sejauh mana preferensi investor terhadap risiko. Semakin enggan seorang investor terhadap risiko *(risk averse)*, maka pilihan investasinya akan cenderung lebih banyak pada aset-aset yang bebas risiko, salah satu saham yang banyak diminati oleh investor adalah saham LQ45. Indeks LQ45 dibuat dan diterbitkan oleh Bursa Efek Indonesia. Indeks ini terdiri dari 45 saham dengan likuiditas *(liquid)* tinggi yang diseleksi melalui beberapa kriteria pemiihan, sebagai salah satu indikator indeks saham di BEI yang dijadikan acuan sebagai bahan untuk menilai kinerja perdagangan, hal ini dikarenakan saham LQ45 memiliki kapasitas tinggi serta frekuensi perdagangan yang tinggi sehingga prospek pertumbuhan dan kondisi saham baik.

Pada hakekatnya problem utama yang dihadapi setiap investor adalah menentukan aset-aset berisiko mana yang harus dibeli. Dalam investasi, satu portofolio merupakan gabungan dua atau lebih saham individual, maka masalah ini bagi investor sama dengan memilih suatu portofolio optimal dari berbagai portofolio yang ada. Oleh karena itu, manajemen risiko sangat diperlukan dalam melakukan keputusan investasi. Risiko dalam investasi adalah ketidakpastian yang dihadapi karena harga suatu aset atau investasi menjadi lebih kecil daripada tingkat pengembalian investasi yang diharapkan *(expected return).*

Portofolio yang efisien atau *(efficient portofolio)* atau disebut juga *mean variance efficient portofolio (MVEP)* didefinisikan sebagai portofolio yang memberikan ekspektasi *return* yang sudah tertentu atau memberikan risiko yang terkecil dengan ekspektasi *return* yang sudah tertentu. Portofolio yang efisien ini dapat ditentukan dengan memilih tingkat ekspektasi *return* tertentu dan kemudian meminimumkan risikonya atau menentukan tingkat risiko yang tertentu kemudian memaksimumkan ekspektasi *return*nya. Investor yang rasional akan memilih portofolio efisien ini karena merupakan portofolio yang dibentuk dengan mengoptimalkan satu dari dua dimensi yaitu ekspektasi *return* atau risiko portofolio (Jogiyanto, 2003)

Dalam hal ini pengukuran risiko merupakan hal yang sangat penting dalam analisis keuangan. Salah satu bentuk pengukuran risiko yang sering digunakan adalah *Value at Risk (VaR).* Penerapan metode *Value at Risk (VaR)* merupakan bagian dari management risiko, *VaR* dianggap sebagai metode standar dalam mengukur risiko, *VaR* dapat didefinisikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang akan didapat selama periode waktu *(time periode)* tertentu dalam kondisi pasar normal pada tingkat kepercayaan tertentu (Harper, 2004).

Engle dan Manganelli (2001) mengklasifikasikan perhitungan *Value at Risk* ke dalam tiga metode yaitu parametrik atau *Variance-Covariance* (RiskMetrics dan GARCH), nonparametrik (*Historical Simuation*), dan semiparametrik (*Monte Carlo Simulation*). Ketiga metode mempunyai karakterisik dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing. Metode varian-kovarian mengasumsikan bahwa return berdistribusi normal dan return portofolio bersifat linier terhadap *return* aset tunggalnya. Kedua faktor ini menyebabkan estimasi yang lebih rendah terhadap potensi volatilitas aset atau portofolio di masa depan. *VaR* dengan model Simulasi Monte Carlo mengasumsikan bahwa *return* berdistribusi normal yang disimulasikan dengan menggunakan parameter yang sesuai dan tidak mengasumsikan bahwa return portofolio bersifat linier terhadap *return* aset tunggalnya. *VaR* dengan simulasi historis adalah metode yang mengesampingkan asumsi *return* yang berdistribusi normal maupun sifat linier antara *return* portofolio terhadap return aset tunggalnya, nilai *VaR* digunakan untuk mengetahui perkiraan kerugian maksimum yang mungkin terjadi sehingga dapat untuk mengurangi risiko tersebut (Butler, 1999).

Beberapa penelitian yang telah menggunakan model Simulasi Monte Carlo antara lain: Penelitian Hadi Ismanto (2009) mendapat hasil bahwa *return* yang lebih besar akan memberikan tingkat risiko yang lebih besar pula, hal ini terlihat dari nilai *return* dan *VaR* dari masing-masing portofolio. Portofolio 1 memiliki return yang lebih besar dibandingkan dengan portofolio 2, dan portofolio 1 juga memiliki tingkat risiko yang lebih besar dari pada portofolio 2. Sesuai dengan pernyataan dalam investasi " semakin tinggi keuntungan maka semakin tinggi pula risiko yang dihadapi". Penelitian Danang Chandra (2015) mendapat hasil bahwa *VaR* Portofolio lebih rendah dari *VaR* masing-masing aset, hal ini disebabkan diversifikasi dimana terjadi efek mengompensasi antar aset sehingga dapat menurunkan risiko. Efek diversifikasi akan bernilai besar jika korelasi antar aset rendah. Pada skripsi ini, akan dibahas pengukuran *VaR* pada portofolio dengan menggunakan model Monte Carlo. Kemudian dari latar belakang tersebut penulis mengangkat judul “Pengukuran *Value at Risk (VaR)* Pada Portofolio Dengan Menggunakan Model Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus PT. Bumi Serpong Damai Tbk dan PT. Matahari Department Store Tbk)”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitan ini adalah:

(1) Bagaimana bobot atau proporsi perhitungan dengan menggunakan *Varians efficient portofolio (MVEP)* untuk masing-masing aset?

(2) Bagaimana hasil perhitungan *Value at Risk* pada portofolio dengan menggunakan metode simulasi Monte Carlo pada harga penutupan PT. Bumi Serpong Damai Tbk, dan PT. Matahari Department Store Tbk.

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan permasalahan yang digunakan dalam penelitian adalah:

(1) Data yang digunakan yaitu data saham yang diambil dari www.yahoofinance.com, yaitu data harian pada saham yang tergabung dalam LQ45 yaitu PT. Bumi Serpong Damai Tbk, dan PT. Matahari Department Store Tbk.

(2) Pengukuran *VaR* pada portofolio dengan menggunakan metode Simulasi Monte Carlo pada saham PT. Bumi Serpong Damai Tbk, dan saham PT. Matahari Department Store Tbk.

(3) Portofolio yang terdiri dari dua aset perusahaan tersebut dengan menggunakan data harga penutupan *(closing price)* saham selama satu tahun perdagangan yaitu tahun 2015.

(4) Penelitian hanya dibatasi pada masalah Pengukuran *Value at Risk (VaR)* Pada Portofolio Dengan Menggunakan Model Simulasi Monte Carlo.

(5) Dalam penelitian ini menggunakan program *MS.EXCEL* untuk menghitung atau menentukan bobot portofolio *MVEP* dan menghitung *VAR*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

(1) Menghitung bobot atau proporsi dua saham menggunakan *Varians efficient portofolio (MVEP).*

(2) Mencari tingkat kerugian yang mungkin akan diderita investor dalam investasi menggunakan *Value at Risk (VaR)* pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo PT. Bumi Serpong Damai Tbk dan PT. Matahari Department Store Tbk.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

(1) Bagi mahasiswa

Untuk menambah ilmu pengetahuan secara teoritis sebagaimana yang telah dipelajari didalam perkuliahan dan sebagai pengetahuan tentang simulasi Monte Carlo dan penerapannya.

(2) Bagi para peneliti

Menambah informasi tentang pengukuran *Value at Risk* pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo.

(3) Bagi pembaca

Dapat digunakan sebagai tambahan informasi, sumbangan pemikiran dan bahan kajian bagi peneliti yang akan mengadakan penelitian di dalam bahasan pengambilan keputusan. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat menjadi bahan referensi yang berkaitan dengan sistem pengambilan keputusan.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Secara garis besar skripsi ini terdiri atas tiga bagian (bab) yaitu bagian awal skripsi, bagian isi skripsi, dan bagian akhir skripsi. Berikut ini dijelaskan masing-masing bagian skripsi.

(1) Bagian awal skripsi

Dalam penulisan skripsi ini, bagian awal berisi halaman judul, halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, abstrak, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel dan daftar lampiran.

(2) Bagian isi skripsi

Bagian isi skripsi secara garis besar terdiri dari lima bab, yaitu:

BAB 1: PENDAHULUAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang pemilihan "PENGUKURAN *VALUE AT RISK (VaR)* PADA PORTOFOLIO DENGAN MENGGUNAKAN MODEL SIMULASI *MONTE CARLO* BERBANTUAN *SOFTWARE R"*, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan membahas teori-teori yang berkaitan dengan sistem pendukung keputusan, *Value at Risk (VaR), Mean variance Efficient Portofolio (MVEP),* saham, return, simulasi Monte Carlo.

BAB 3: METODE PENELITIAN

Bab ini akan menjabarkan tentang variabel yang digunakan dalam penelitian, *software* yang digunakan, dananalisis langkah dalam melakukan perhitungan *Value at Risk (VaR).*

BAB 4: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas langkah dalam mendapatkan hasil dan pengerjaan untuk perhitungan *Value at Risk (VaR)* menggunakan model Simulasi Monte Carlo.

BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir akan memuat kesimpulan dari keseluruhan uraian bab-bab sebelumnya dan saran-saran dari hasil yang diperoleh dan diharapkan dapat bermanfaat dalam pengembangan selanjutnya.

(3) Bagian akhir skripsi

Bagian akhir skripsi ini berisi daftar pustaka sebagai acuan penulisan dan lampiran yang melengkapi uraian pada bagian isi.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Investasi

2.1.1. Teori Investasi

Sumariyah (2004) mendefinisikan investasi sebagai sebagai suatu penanaman modal untuk satu atau lebih aktiva yang dimiliki dan biasanya berjangka waktu lama dengan harapan mendapatkan keuntungan di masa-masa yang akan datang. Menurut Taswan dan Soliha (2002), keputusnan untuk melakukan investasi dapat dilakukan oleh individu maupun badan usaha (termasuk lembaga perbankan) yang memiliki kelebihan dana. Investasi bisa dilakukan di pasar uang maupun di pasar modal ataupun ditempatkan sebagai kredit pada masyarakat yang membutuhkan.

Umumnya investasi dibedakan menjadi dua, yaitu: investasi pada *financial asset* dan investasi pada *real asset*. Investasi pada financial asset dilakukan pasar uang, misalnya sertifikat deposit, commercial paper, surat berharga pasar uang lainnya. Sedangkan investasi pada real asset diwujudkan dalam pembelian aset produktif, pendirian pabrik, pembukaan pertambangan, pembukaan perkebunan dan lainnya (Abdul Halim, 2005).

2.2. Variabel Random

Variabel random X adalah suatu fungsi yang didefinisikan pada ruang sampel S yang menghubungkan setiap hasil yang mungkin e di S dengan suatu bilangan real, yaitu $X(e)$=x. Jika himpunan hasil yang mungkin dari variabel

Definisi 2.1 (Bain dan Engelhardt 1992:53)

Random X merupakan himpunan terhitung, $\{x_1, x_2, \ldots, x_{nn}\}$atau $\{x_1, x_2, \ldots\}$ maka X disebut variabel random diskrit. Fungsi

$$f(x) = P[X=x] \quad ,x = x_1, x_2 \ldots, x_n \tag{2.1}$$

yang menentukan nilai probabilitas untuk masing-masing nilai x yang mungkin disebut dengan fungsi dentitas probabilitas diskrit.

Definisi 2.2 (Bain dan Engelhardt 1992:58)

Fungsi distribusi kumulatif dari variabel random X yang didefinisikan untuk bilangan *real* x adalah sebagai berikut.

$$F(x) = P(X \leq x) \tag{2.2}$$

Definisi 2.3 (Bain dan Engelhardt 1992:58)

Variabel random X disebut variabel random kontinu jika $f(x)$ fungsi dentitas probabilitas dari X, sehingga fungsi distribusi kumulatif dapat dinotasikan sebagai berikut.

$$F(x) = \int_{-\infty}^{x} f(t)dt \tag{2.3}$$

Definisi 2..4 (Bain dan Engelhardt 1992:61)

Jika X variabel random *kontinue* dengan fungsi dentitas probabilitas $f(x)$. Maka nilai ekspektasi dari X didefinisikan sebagai.

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x\, f(x)dx \tag{2.4}$$

$E(X)$ sering kali ditulis dengan μatau μ_x

Definisi 2.5 (Bain dan Engelhardt 1992:73)

Varians dari variabel random X didefinisaikan sebagai berikut

$$Var(X) = E(X - \mu)^2 \tag{2.5}$$

Teorema 2.6 (Bain dan Engelhardt 1992:74)

Jika X adalah variabel random, maka

$$Var(X) = E(X - \mu)^2$$

Bukti :

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

$$= E(X^2 - 2\mu X + \mu^2)$$

$$= E(X^2) - 2\mu E(X) + \mu^2$$

$$= E(X^2) - 2\mu^2 + \mu^2$$

$$= E(X^2) - \mu^2$$

sehingga didapat

$$E(X^2) = \sigma^2 + \mu^2$$

ukuran sebaran yang asing sering digunakan selain *varians* adalah standar deviasi yang merupakan akar kuadrat dari *varians*.

$$\sigma = \sqrt{Var(x)} \tag{2.6}$$

Teorema 2.7 (Bain dan Engelhardt 1992:74)

Jika X adalah variabel random, a dan b adalah konstanta, maka

$$Var(aX + b) = a^2 Var(X) \tag{2.7}$$

Teorema 2.8 (Bain dan Engelhardt 1992:173)

Jika X dan Y adalah variabel random yang saling independen dan g(x) dan h(y) adalah fungsi, maka

$$E[g(X)h(Y)] = E[g(X)]E[h(Y)] \tag{2.8}$$

Definisi 2.9 (Bain dan Engelhardt 1992:174)

Kovarian dari variabel random Xdan Y didefiisikan sebagai

$$cov(X,Y)=E[(X-\mu_x)(Y-\mu_Y)] \quad (2.9)$$

Jika X dan Y independen, didapat

$$cov(X,Y) = E(XY) - E(X)E(Y) = 0 \quad (2.10)$$

Notasi lain untuk kovarians adalahσ_{xy}

Jika X_1dan X_2 adalah variabel random dengan fungsi dentitas probabilitas gabungan $f(x_1,x_2)$ maka

$$Var(X_1+X_2) = Var(X_1)+Var(X_2)+2cov(X_1,X_2) \quad (2.11)$$

2.3 Distribusi Binomial

Distribusi Binomial digunakan untk mengetahui besarnya kemungkinan terjadinya suatu peristiwa tertentu atau banyaknya terjadi peristiwa sukses dalam n kali percobaan (trial). Misal x adalah banyaknya kejadian sukses, p adalah besarnya peluang terjadinya peristiwa sukses, maka dapat dinotasikan sebagai $X \sim BIN\ (n,p)$(Bain dan Engelhardt, 1992).

Fungsi dentitas probabilitas dari distribusi binomial adalah

$$b(x;n,p) = \binom{x}{n} p^x q^{n-x} \quad x = 0,1,.....,n \text{ dan } q = 1 - p \quad (2.12)$$

sedangkan fungsi distribusi kumulatif dari distribusi binomial adalah

$$B(x;n,p) = \sum_{k-0}^{x} b(k;n,p) \quad x = 0,1,...n \quad (2.13)$$

2.4 Distribusi Normal

Sebuah variabel acak continue X dikatakan memiliki distribusi normal dengan parameter μ_x dan σ_x di mana -∞ dan $\sigma_x > 0$ jika fungsi kepadatan probabilitas (*pdf*) dari X adalah:

$$f_N(x;\ \mu_{x,}\ \sigma_x) = \frac{1}{\sigma_x\sqrt{2\pi}}\ e^{-\frac{(x-\mu_x)2}{(2\sigma_x^2)}}\quad -\infty < x < \infty \qquad (2.14)$$

di mana:

μ_x : mean

σ_x : deviasi standart

untuk setiap nilai μ_x dan $\sigma_{x,}$ kurva fungsi akan simetris terhadap μ_x dan memiliki total luas di bawah kurva tepat 1. Nilai dari σ_x menentukan bentangan dari kurva, sedangkan μ_x menentukan pusat simetrisnya. Untuk menghitung probablilitas dari suatu variabel acak *kontinue X* yang berdistribusi secara normal dengan parameter μ_x dan $\sigma_{x,}$ dengan penerapan ketentuan pada persamaan (2.1.4.1) maka fungsi kepadatan probabilitas dari distribusi normal standart variabel acak *kontinue* Z adalah:

$$f_N\,(z;\,0,\,1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\,e^{\frac{-z^2}{2}}\quad -\infty < z < \infty \qquad (2.15)$$

2.5 Distribusi Normal Multivariat

Distribusi normal multivariat merupakan perluasan dari distribusi normal multivariat. Dengan demikian distribusi normal multivariat p dimensi untuk vektor random $X = [X_1, X_2 ..., X_p\ ]$ mempunyai bentuk

$$f(x) = \frac{1}{(2\mu)^{p/2}|\Sigma|^{1/2}}\,e^{\frac{1}{2}} \qquad (2.16)$$

Untuk $-\infty < x_1 \leq \infty$, i = 1,2,....p. Fungsi denitas normal multivariat dengan *mean* μ dan *varians* ∑ dinotasikan dengan *Np*(μ,∑) (Johnson dan Wichern, 2002).

2.6 Matriks

2.6.1 *Definisi Matriks*

Sebuah *matriks* adalah susunan segi empat siku-siku dari bilangan-bilangan. Bilangan-bilangan dalam susunan tersebut dinamakan entri dalam *matriks* (Anton, 1987). Susunan *matriks* dijelaskan dengan menyatakan banyaknya baris (garis *horisontal*) dan banyaknya kolom (garis *vertikal*) yang terdapat dalam matriks tersebut.

Contoh :

Susunan berikut adalah *matriks*.

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 0 \\ -1 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 & -3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\sqrt{2} & \pi & e \\ 3 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 \end{bmatrix}$$

Kolom (garis *vertikal*) yang terdapat dalam *matriks* tersebut. *Matriks* pertama dari contoh di atas mempunyai 3 baris dan 2 kolom sehingga ukurannya adalah 3 kali 2 (yang dituliskan 3x2). Angka pertama selalu menunjukkan baris dan angka kedua menunjukkan banyaknya kolom. Jadi, *matriks* sebaliknya dalam contoh di atas berturut-turut mempunyai ukuran 1x4, 3x3,2x1,1x1.

Jika A dan B adalah sebarang dua *matriks* yang ukurannya sama, maka jumlah A+B adalah *matriks* yang diperoleh dengan menambahkan sama-sama entri yang bersesuaian dalam kedua *matriks* tersebut. *Matriks-matriks* yang ukurannya berbeda tidak dapat ditambahkan.

Jumlah A+ B adalah matriks yang diperoleh dengan menambahkan anggota-anggota A dan anggota-anggota B yang berpadanan. Sedangkan selisih A-B adalah *matriks* yang diperoleh dengan menggunakan anggota-anggota A dengan anggota-anggota B yang berpadanan.

$$(A+B)=(A)\text{y}+(B)\text{y}=(a\text{y}+b\text{y}) \quad (2.17)$$

$$(A-B)=(A)\text{y}-(B)\text{y}=(a\text{y}-b\text{y})$$

Jika A adalah suatu *matriks* dan c adalah suatu skalar, maka hasil kali *(product)* A adalah matriks yang diperoleh degan mengalikan masing-masing entri dari A oleh c.

$$(c)_y = c(A)_y = [cy] \qquad (2.18)$$

Jika A adalah *matriks* mxr dan B adalah *matriks* rxn, maka hasil kali A adalah *matriks* mxn yang entri-entrinya ditentukan sebagai berikut. Untuk mencari entri dalam baris i dari AB, memilih baris i dari *matriks* A dan kolom j dari *matriks* B. Mengalikan entri-entri yang bersesuaian dari baris dan kolom tersebut bersama-sama dan kemudian menambahkan hasil kali yang dihasilkan.

$$A=[a_{i1} b_{1j} + a_{i2} b_{2j} + a_{i3} b_{3j} + \cdots + a_{ir} bb_{rj}] \qquad (2.19)$$

Jika A adalah sebarang *matriks* mxn, maka transpose A dinyatakan oleh A^rdan didefinisikan dengan *matriks* nxm yang kolom pertamanya adalah baris pertama dari A, kolom keduanya adalah baris kedua dari A, demikian juga dengan kolom ketiga adalah baris ketiga dari A, dan seterusnya.

$$(A^t)_y = (A)_\mu \qquad (2.20)$$

Jika A adalah sebuah *matriks*, dan jika dapat mencari matriks B sehingga $AB=BA=1$, maka A dikatakan dapat dibalik *(invertible)* dan B dinamakan invers *(inverese)* dari A.

Jika A dapat dibalik, maka inversnya akan dinyatakan dengan simbol A^{-1}. jadi $A^{-1} = I$ dan $A^{-1} A = I$

2.6.2 *Operasi Matriks*

a. *Transpose Matriks*

Jika A matriks $m \times n$,maka *transpose*nya adakah A^T , yaitu *matriks* $n \times m$ yang mana entri (i,j)-nya sama dengan matriks A. Proses *transpose* memindahkan entri (i,j) dari matriks A pada entri(i,j) dari *matriks* A^T (Andrili and Hecker, 2010).

Menurut Anton (1987), secara umum *transpose matriks* dapat ditulis sebagai berikut:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \qquad \text{maka}$$

$$A^T = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & \cdots & a_{m1} \\ a_{12} & a_{22} & \cdots & a_{m2} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Sifat-sifat *transpose* antara lain:

1. $(A^T)^T = A$
2. $(A \pm B)^T = A^T \pm B^T$
3. $(kA)^T = kA^T$
4. $(AB)^T = B^T A^T$

A^T sering ditulis dengan A'

b. Perkalian *Matriks*

Menurut Anton (1987) jika A *matriks* berukuran $m \; x \; r$ dan B $r \; x \; n$ maka hasil perkalian adalah *matriks* AB berukuran *m x n*. Perkalian matriks dapat dilakukan jika jumlah kolom dari matriks pertama sama dengan jumlah baris dari *matriks* kedua. Perkalian *matriks* A dan B dapat diilustrasikan sebagai berikut:

$$AB = \begin{bmatrix} a11 & a12 & \cdots & a1r \\ a21 & a22 & \cdots & a2r \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ ai1 & ai2 & \cdots & air \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ am1 & am2 & \cdots & amr \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b11 & b12 & \cdots & b1j & \cdots & b1n \\ b21 & b22 & \cdots & b2j & \cdots & b2n \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ br1 & br2 & & brj & & brn \end{bmatrix}$$

Tiap unsur pada matriks AB yaitu $(AB)_{ij}$ dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$(AB)_{ij} = ai1bj1 + ai2bj2 + \cdots + airbrj \tag{2.21}$$

c. Invers

Anton (1987) menyebutkan, jika A matriks bujur sangkar, dan jika *matriks* B berukuran sama bisa didapatkan sedemikian sehingga $AB = BA = I$, maka A bisa dibalik dan B disebut invers dari A. Jika *matriks* A ditulis A^{-1}, maka sifat-sifat invers sebagai berikut

1. $AA^{-1} = I$
2. $(AB)^{-1} = B^{-1}A^{-1}$

d. *Matriks* identitas

Menurut Andrilli and Hecker (2010), *matriks* identitas adalah *matriks* diagonal dengan nilai dari seluruh diagonal utamanya adalah 1. *Matriks* A berukuran $n \times n$ dinyatakan sebagai matriks identitas jika dan hanya jika $aij = 0$ untuk $i \neq j$ dan $aii = 1$ untuk $1 \leq i \leq n$. *Matriks* identitas $n \times n$ dinyatakan dengan I_n. Contoh *matriks* identitas adalah sebagai berikut.

$$I_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \; I_4 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2.7 Saham

Saham adalah surat berharga yang merupakan tanda kepemilikan seseorang atau badan terhadap perusahaan. Jadi insvestor yang membeli saham berarti dia memiliki perusahaan tersebut. Tapi perlu diingat bahwa kepemilikannya mungkin terbatas, hanya 0,00001% atau bahkan kurang. Karena jumlah saham yang diterbitkan perusahaan bisa berjuta-juta lembar bahkan miliaran (Istijanto, 2009).

2.8 Fungsi Lagrange

Untuk memaksimumkan atau meminimumkan $f(\boldsymbol{p})$ terhadap kendala $g(\boldsymbol{p})=0$ dengan menyelesaikan persamaan

$$\nabla f(\boldsymbol{p})=\lambda\nabla g(\boldsymbol{p}) \text{ dan } g(\boldsymbol{p})=0 \qquad (2.22)$$

Untuk $\boldsymbol{p}$ dan λ tiap titik $\boldsymbol{p}$ adalah suatu titik kritis untuk masalah nilai *ekstrem* terkendala dan λ yang berpadanan disebut pengali lagrange, dengan $\nabla f(\boldsymbol{p})$ merupakan vektor gradien dari $f(\boldsymbol{p})$ dan $\nabla f(\boldsymbol{p})$ merupakan gradien dari $g(\boldsymbol{p})$ (Purcell dan Vanberg, 1987).

Jika ada lebih dari satu kendala yang diberlakukan pada variabel-variabel suatu fungsi yang harus dimaksimumkan atau diminimumkan, maka digunakan pengali-pengali lagrange tambahan (satu untuk setiap kendala) (Purcell dan Vanberg, 1987).

2.9 Uji Lilliefors untuk kenormalan

Uji Lilliefors merupakan metode untuk menguji data apakah data berasal dari distribusi normal atau tidak. Metode ini menggunakan statistik uji tipe *Kolmogorov-Smirnov* yaitu pada jarak vertikal maksimum antara fungsi kumulatif

$S(X)$ distribusi empirik sampel random X_1, X_2, ...X_n dengan fungsi kumulatif distribusi normal standar yang disebut $F(X)$ (Conover, 1980).

Uji Hipotesis :

H_0 : Data berasal dari distribusi normal

H_1 : Data tidak berasal dari distribusi normal

Statistik Uji

$$D = sup_x|F(X) - S(X)|$$

$S(x)$ = Probabilitas kumulatif dari data pengamatan

$F_0(x)$ = Probabilitas kumulatif distribusi normal

Dengan tingkat signifikansi sebesar a, maka diambil keputusan dengan menerima H_0 jika $D > D(1-a)$, dimana $D > D(1-a)$ merupakan nilai kritis yang diperoleh dari tabel *Kolmogorof-Smirnof* atau jika $sig > a$ (Daniel, 1978).

2.10 *Return*

Return dari suatu aset adalah tingkat pengembalian aset atau hasil yang diperoleh akibat melakukan investasi (Rupert, 2004). Return merupakan salah satu faktor yang memotifasi insvestor untuk berinvestasi karena dapat menggambarkan secara nyata perubahan harga. Secara teoritis dan *Empris*, return lebih atraktif menggambarkan sifat-sifat statistik, misalnya stasioneritas dan kejadian-kejadian yang berkaitan dengan perubahan harga. *Return* dengan waktu ke-t dinotasikan dengan $\boldsymbol{R_t}$ ghozali (2007) menyebutkan return dapat berupa *capital gain* dan dividen, tetapi suatu aset misal saham yang hanya bisa dipegang selama satu hari atau tidak dividen, sehingga *return* hanya merupakan selisih antara harga jual dan harga beli. Para investor tertarik dengan pendapatan yang relatif besar terhadap besarnya investasi awal. *Return* mengukur pendapatan itu, karena *return* dari suatu aset adalah perubahan harga awal dan *return* merupakan salah satu faktor yang memotivasi investor berinvestasi (Rupert, 2004).

a. *Net Return*

Jika seseorang menginvestasikan danaya pada waktu t_1 pada suatu aset dengan harga Pt_1 dan harga pada waktu selanjutnya (misalnya periode satu hari, atau satu minggu atau satu bulan) t_2 adalah Pt_2 maka *net return* pada periode t_1 dan t_2 adalah $(Pt_2 - Pt_1)/ Pt_1$. *Net return* dapat digambarkan sebagai pendapatan relatif atau tingkat keuntungan *(profit rate).*

Secara umum net return antara periode t – 1 sampai t adalah sebagai berikut :

$$R_t = \frac{Pt}{Pt-1} - 1 = \frac{Pt-Pt-1}{Pt-1} \tag{2.23}$$

dimana R_t = net *return*

P_t = harga investasi pada saat t

$P_t - 1$ = harga investasi pada saat $t - 1$

Pendapatan dari kepemilikan suatu aset adalah

Pendapatan = investasi awal x net return

Misalnya, suatu investasi awal bernilai \$1000 dan suatu *net return* adalah 0,08 maka pendapatan yang diperoleh dalah (\$1000 x 0,08) = \$80

b. *Gross Return*

Pada *net return, return* dapat bernilai positif maupun negatif tetapi pada *gross return* nilainya selalu positif. *Gross return* $1 + R_t$, didefinisaikan sebagai berikut

$$1 + R_t = \frac{Pt}{Pt-1} \tag{2.24}$$

Misalnya, P_t = 2 dan P_{t-1} = 2,1, maka 1 + R_t = 1,05 dan R_t = 0,05 atau 5%.

c. *Log Return*

Log return atau disebut juga sebagai *continously compounded return,* dinotasikan dengan r_t, dan didefinisikan sebagai berikut

$$r_t = log\ (1 + R_t)\ log\ (\frac{Pt}{Pt-1}) = log\ (P_t) - log\ \ (P_t - 1) \qquad (2.25)$$

dengan $P_t = log\ (P_t)$

pada pembahasan log *return* ini, *log* (1 + R_t) , logaritma natural dari 1 + R_t, sehingga *return* dapat juga dinotasikan sebagai berikut

$$r_t = ln\ (1 + R_t) = ln\ (\frac{Pt}{Pt-1}) = ln(P_t)\text{- } ln(P_t - 1) \qquad (2.26)$$

Perhitung *return* yang sering digunakan menurut (Jorion,2002) adalah :

$$R_t\ = Ln(\frac{X_t}{X_{t-1}}) \qquad (2.27)$$

Dengan : R_t= return pada periode ke-t

X_t = harga saham pada periode ke-t

X_{t-1}= harga saham pada periode ke-(t-1).

2.11 *Value at Risk(VaR)*

Value at Risk (VaR) merupakan alat yang digunakan untuk mengukur risiko pasar (market risk). Berbeda dengan *volatilitas* (standar deviasi) yang mengukur besarnya penyebaran (dispresi suatu data), *VaR* mengukur besarnya risiko (Ghozali, 2007). VaR dapat diartikan sebagai kerugian yang dapat diartikan sebagai kerugian yang dapat ditoleransi dengan tingkat kepercayaan (Sunaryo, 2007).

Menurut *Hull and White* (1998), pendekatan yang dapat digunakan untuk mengestimasi *VaR* dibedakan menjadi dua yaitu model *building* (misalnya *varian kovarian*, GARCH maupun EWMA) dan *historical simulation* (HS). Dalam model building nilai *VaR* menggunakan *VaR* normal sebagi berikut:

$$VaR = eksposur \times standar\ deviasi\ \times concudence\ factor$$

Confidence factor merupakan nilai kuantil (z) dari distribusi normal sesuai dengan taraf kepercayaan yang dipilih (Ghozali, 2007).

Pada portofolio, *VaR* diartikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang akan dialami suatu portofolio pada periode waktu *(time periode)* tertentu dalam kondisi pasar normal pada tingkat kepercayaan *(confidance interval)* tertentu (Jorinon, 2007).

Portofolio yang efisien *(efficient portofolio)* didefinisikan sebagai portofolio yang memberikan ekspektasi *return* yang sudah tertentu. Portofolio yang efisien ini dapat ditentukan dengan memilih tingkat ekspektasi *return* tertentu dan kemudian meminimumkan risikonya atau menentukan tingkat risiko yang tertentu kemudian memaksimumkan ekspektasi *return*nya. Investor yang rasional akan memilih portofolio efisien ini karena merupakan portofolio yang dibentuk dengan mengoptimalkan satu dari dua dimensi yaitu ekspektasi *return* atau risiko portofolio (Jogiyanto, 2003: 180).

Saat ini telah banyak dikembangkan dalam perhitungan nilai risiko dalam berinvestasi untuk mengurangi risiko agar para investor dapat mengetahui nilai risiko lebih dini. Salah satu bentuk pengukuran nilai risiko yang sering digunakan adala *Value at Risk (VaR).* Secara statistik, *VaR* dengan tingkat kepercayaan (1 – α) dinyatakan sebagai bentuk kuantil ke – α dari distribusi return. *VaR* dapat ditentukan melalui fungsi densitas probabilitas dari nilai reurn di masa depan $f(R)$

dengan R adalah tingkat pengembalian *(return)* aset (baik aset tunggal maupun portofolio). Pada tingkat kepercayaan (1 – α). Akan dicari nilai kemungkinan terburuk R^*, yaitu peluang munculnya nilai return melebihi R^* adalah (1 – α).

$$1 - \alpha = \int_{R*}^{\infty} f(R)\, dR \qquad (2.28)$$

Sedangkan peluang munculnya suatu nilai return kurang dari sama dengan R^*, $p = P(R \leq R^*)$ adalah α

$$\alpha = \int_{-\infty}^{R*} f(R)\, dR = P(R \leq R^*) = \text{p} \qquad (2.29)$$

dengan kata lain, R^* merupakan kuantil dari distribusi return yang merupakan nilai kritis *(cut off value)* dengan peluang yang sudah ditentukan.

Jika W_0 didefinisikan sebagai investasi awal aset (baik aset tunggal maupun portofolio) maka nilai aset pada akhir periode waktu adalah $W = W_0(1+\text{R})$. Jika niai aset paling rendah pada tingkat kepercayaan (1 – α) adalah $W_0(1+\text{R})$. Maka *VaR* pada tingkat kepercayaan (1 – α) dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$VaR_{(1-\alpha)} = W_0 R^* \qquad (2.30)$$

Dengan R^* = kuantil ke-α dari distribusi return. Secara umum R^* berharga negatif.

(1) Tingkat Konfidensi (Tingkat kepercayaan)

Penentuan tingkat konfidensi dalam perhitungan *VaR* tergantung pada penggunaan *VaR*. Penetuan tingkat konfidensi berperan sangat penting karena hal tersebut dapat menggambarkan seberapa besar perusahaan tersebut mampu mengambil suatu risiko dengan harga kerugian melebihi *VaR.* Semakin besar risiko yang diambil, semakin besar pula tingkat konfidensi dari alokasi modal untuk menutupi kerugian yang diambil.

(2) Periode Waktu

Selain tingkat konfidensi, parameter lain dalam *VaR* adalah *t*, yaitu periode waktu dalam hari. Pada umumnya dalam institusi-institusi finansial seperti erbankan, *VaR* dihitung dalam interval waktu 1 hari, 1 minggu (5 hari bisnis) sampai 2 minggu (10 hari bisnis). Sedangkan perusahaan-perusahaan yang mempunyai aset riil seperti investor perusahaan *property and real estate*sering menggunakan interval waktu yang lebih lama yaitu satu bulan (20 hari) sampai empat bulan bahkan satu tahun melakukan pantauan atas tingkat risiko yang dihadapi.

Ekspektasi *return* meningkat secara linier terhadap waktu *(t)*, sedangkan standar meningkat secara linier dengan akar kuadrat waktu, dapat dijabarkan sebagai

$$\mu(t) = \mu t \text{ dan } \alpha^2 (t) = \alpha^t \rightarrow \alpha(t) = \alpha \sqrt{t} \tag{2.31}$$

untuk mengetahui besarnya nilai *VaR* dalam beberapa periode waktu ke depan dapat digunakan rumus berikut ini

$$t - day\ VaR = VaR\ (daily)\ x\ \sqrt{t} \tag{2.32}$$

dimana *t – day VaR* = *VaR* dalam periode waktu ke-t

t – day VaR = *VaR* dalam satu hari

perhitunagn *VaR* dengan tingkat kepercayaan (1 – α) setelah t periode dapat dinyatakan sebagai berikut

$$VaR_{(1-\alpha)}\,(t) = W_0\,R^*\sqrt{t} \tag{2.33}$$

dengan $VaR_{(1-\alpha)}\,(t)$ = *VaR*dengan tingkat kepercayaan (1 – α) setelah *t* periode

W_0 = investasi awal aset (baik aset tunggal maupun portofolio)

R^* = kuantil ke-α dari distribusi return

2.12 Risiko

Dalam konteks management investasi, risiko merupakan besarnya penyimpangan antara tingkat pengembalian yang diharapkan *(expected return-ER)* dengan tingkat pengembalian aktual *(actual return).* Semakin besar penyimpangannya berarti semakin besar tingkat risikonya.

Risiko adalah akibat yang kurang menyenangkan (merugikan,membahayakan) dari suatu perbuatan atau tindakan (KBBI, 2007). Dua komponen utama dalam risiko, yaitu ketidakpastian (*uncertainty*) dan *eksposure* atau besarnya aset (Ghozali, 2007) secara umum risiko dibedakan menjadi 3 yaitu risiko kredit, risiko pasar, dan risiko oprasional (Sunaryo, 2007). Risiko kredit berkaitan dengan kemungkinan kegagalan *klien* memunuhi kewajibannya, risiko pasar merupakan akibat yang muncul dari pergerakan atau perubahan suku bunga, nilai tukar, harga komoditas serta hal-hal yang menentukan harga di pasar, sedangkan risiko oprasional merupakan kerugian akibat tindakan manusia, proses, infrastruktur atau teknologi.

Apabila risiko dinyatakan sebagai seberapa jauh hasil yang diperoleh dapat menyimpang dari hasil yang diharapkan, maka digunakan ukuran penyebaran tersebut adalah *varians* atau standar deviasi. Semakin besar nilainya, berarti semakin besar penyimpangannya (berarti risikonya semakin tinggi) (Halim, 2005:2).

Jika terdapat *n* (banyak observasi) return, maka ekspektasi return dapat diestimasi dengan menghitung rata-rata sampel *(mean) return*

$$R_t = \frac{1}{2}\sum_{t-1}^{n} R_t \qquad (2.34)$$

Return rata-rata kemudian digunakan untuk mengestimasi *varians* tiap periode yaitu kuadrat standar deviasi per periode

$$S^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{t-1}^{n} (R_t \text{ - } R_t)^2 \qquad (2.35)$$

disebut *varians* per periode karena besarnya tergantung waktu ketika return diukur. Akar dari *varians* (standar deviasi) merupakan estimasi risiko dari harga saham yaitu

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{t-1}^{n} (R_t - R_t)2}{n-1}} \qquad (2.36)$$

Standar deviasi tahunan (volatilitas tahunan) dapat diestimasi sebagai berikut

$$S = \sqrt{T\,\frac{\sum_{t-1}^{n} (R_t - R_t)2}{n-1}} \qquad (2.37)$$

dimana:

S_t= standar deviasi tahunan

T = jumlah hari perdagangan

2.13 Portofolio

Portofolio merupakan salah satu langkah yang melibatkan beberapa aset. Dalam portofolio melibatkan indentifikasi aset khusus mana yang akan dijadikan investasi, juga menentukan berapa besar bagian dari investasi seorang investor pada tiap aset tersebut. Portofolio merupakan kombinasi atau gabungan atau sekumpulan aset, baik berupa aset *riil* maupun aset finansial yang dimiliki oleh investor. Hakikatnya pembentukan portofolio adalah untuk mengurangi risiko dengan cara diversifikasi, yaitu mengalokasikan sejumlah dana pada berbagai alternatif investasi yang aset-aset pada portofolio saling berkorelasi.

Suatu portofolio dikatakan efisien apabila portofolio tersebut ketika dibandingkan dengan portofolio lain memenuhi kondisi berikut:

(1) Memberikan ER *(Expected Return)* terbesar dengan risiko yang sama, atau

(2) Memberikan risiko terkecil dengan ER yang sama (Halim, 2005:54)

Dalam pembentukan portofolio, investor berusaha memaksimalkan keuntungan yang diharapkan dari investasi dengan tingkat risiko tertentu yang dapat diterima. Portofolio yang dapat mencapai tujuan di atas disebut dengan portofolio yang efisien.

Untuk membentuk portofolio yang efisien, perlu dibuat beberapa asumsi mengenai perilaku dalam membuat keputusan investasi. Asumsi yang wajar adalah investor cenderung menghindari risiko *(risk-averse)*. Investor penghindar risiko adalah investor yang jika dihadapkan pada dua investasi dengan pengembalian diharapkan yang sama dan risiko yang berbeda, maka ia akan memilih investasi dengan tingkat risiko yang efisien, maka portofolio yang optimal yang akan dipilihnya (Fabozzi, 1999: 63).

Menurut jorion (2002), *return* portofolio dihitung dengan persamaan berikut:

$$R_{pt} = \sum_{i=1}^{N} w_i R_{t,i} \qquad (2.38)$$

Dengan: R_{pt} =*return* portofolio pada waktu ke-t

$R_{t,i}$ =*return* pada waktu ke-t untuk aset ke-1

w_i =bobot aset ke-1

N=jumlah aset

Sedangkan ekpektasi *return* portofolio dinotasikan $(E(R_p))$. Dalam notasi *matriks*, nilai *ekspektasi return* portofolio dapat ditulis sebagai berikut:

$$\mu_p = w1\mu 1 + w2\mu 2 + \ldots + wN\mu N = [w1\; w2 \ldots wN]\begin{bmatrix} \mu 1 \\ \mu 2 \\ \vdots \\ \mu N \end{bmatrix} = w^T \mu$$

Menurut Gozali (2007) dalam pembentukan portofolio dibutuhkan perhitungan *kovarian*. *Matriks varian kovarian* diperlukan dalam pembentukan portofolio. *Matriks varian kovarian* $(\sum)$ yang dibentuk dalam elemen dari *varian* dan *kovarin* setiap saham adalah sebagai berikut:

$$\sum = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \cdots & \sigma_{N,1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1,N} & \cdots & \sigma_N^2 \end{bmatrix}$$

Dengan : σ_i^2 = *variansi* saham ke-i,i=1,2,...,N

σ_j = *kovarian* saham ke-i dan saham ke-j;i=1,2,...,N dan j=1,2,...,N

Menurut Jorion (2002) *varian* portofolio dengan N aset saham adalah:

$$Var(R_p) = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{N} w_i^2 \sigma_i^2 + 2\sum_{i=1}^{N} \sum_{i<j}^{N} w_i w_j \sigma_{ij} \qquad (2.39)$$

Dalam bentuk notasi *matriks* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma_p^2 = [w_1 \quad w_2 \quad \cdots \quad w_N]\begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \cdots & \sigma_{N,1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1.N} & \cdots & \sigma_N^2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix} = w^T \sum w$$

2.14 *Mean variance Efficient Portofolio (MVEP)*

Portofolio *efisien Markowitz* adalah yang memberikan tingkat pengembalian tertinggi diantara portofolio yang ada dengan tingkat risiko yang sama. Portofolio *efisien Markowitz* disebut juga *Mean variance efficient portofolio*. *MVEP* merupakan salah satu metode dalam pembentukan portofolio yang optimal (Fabozzi, 1999). Dalam *MVEP* investor hanya berinvestasi pada aset-aset berisiko saja. Investor tidak memasukkan aset bebas risiko *(risk free asset)* dalam portofolionya. Sebuah aset dikatakan bebas risiko jika *return* yang diterima di masa depan bersifat pasti. Untuk kasus di Indonesia, sertifikasi bank Indonesia (SBI) yang diterbitkan oleh Bank Indonesia merupakan salah satu contoh aset bebas risiko. Sedangkan untuk aset yang berisiko, jika *return* yang diterima di masa depan bersifat tidak pasti.

MVEP didefinisikan sebagai portofolio yang memiliki *varians* minimum diantara keseluruhan kemungkinan portofolio yang dapat dibentuk (Abdurrakhman, 2007). Jika diasumsikan preferensi investor terhadap risiko adalah portofolio yang memliki *varians minimum* dari *mean return*nya. Hal tersebut sama dengan mengoptimalisasi $w = [w_1 \ldots w_n]^T$ berdasarkan *mean return* dari *varians* yang diberikan.

Salah satu metode pembentukan portofolio yang optimal *mean variance Efficient Portofolio (MVEP)* dengan cara mencari vektor pembobotan agar portofolio yang dibentuk mempunyai *varian* yang minimum berdasarkan dua batasan (*constraints*) yaitu:

(1) Spesifikasi awal dari *mean return* (μ_p) yaitu $w^T \mu$

(2) Jumlah proporsi dari portofolio yang terbentuk sama dengan 1 yaitu $w^T 1_N = 1$ dengan 1_N adalah vektor satu dengan dimensi $N \times 1$.

Permasalahan optimalisasi dapat diselesikan dengan fungsi Lagrange:

$$L = w^T \sum w + \gamma_1(\mu_p - w^T \mu) + \gamma_2(1 - w^T 1_N) \tag{2.40}$$

dengan L adalah fungsi lagrange dan γ adalah faktor pengali Lagrange.

Kasus portofolio dengan *varian efisien*, tidak ada pembatasan pada *mean* portofolio $(\gamma_1 = 0)$, sehingga pembobotan pada *MVEP* adalah sebagai berikut:

$$w = \frac{\sum^{-1} 1_N}{1_N^T \sum^{-1} 1_N} \tag{2.41}$$

Dengan $\sum^{-1}$ adalah *invers matrik varian-kovarian* (Maruddani dan Purbowati, 2009).

2.15 Stasioner

Di dalam analisis runtun waktu, asumsi stasioner dari data merupakan sifat yang penting. Pada model stasioner, sifat-sifat statistik dimasa yang akan datang dappat diramalkan berdasarkan historis yang telah terjadi dimasa lalu. Konsep stasioner dari suatu data runtun waktu adalah sebagai berikut:

(1) Pendeteksian ketidakstasioneran data dalam *mean* (rata-rata) dapat menggunakan plot dari data dalam urutan waktu, plot fungsi autokorelasi (Autocorrelation Function/ACF) dan plot fungsi autokorelasi parsial (Partal ACF/PACF). Jika data mengandung komponen *tren*, data non stasioner dalam *mean* dan plot ACF/PACF akan meluruh secara perlahan.

(2) Pendeteksian ketidakstasioneran dalam *variansi* dapat menggunakan plot ACF/PACF dari residual kuadrat.

(3) Uji akar unit

Stasioneritas dari data juga dapat diperiksa dengan mengamati apakah data runtun waktu mengandung akar unit (unit root), yakni apakah terdapat komponen tren berupa jalan acak *(random walk)* dalam data. Ada berbagai metode untuk melakukan uji akar unit, diantaranya adalah *Dickey-Fuller*, *augmented Dickey Fuller*, dan lain-lan.

2.16 Simulasi

Simulasi merupakan tiruan operasi dari suatu proses atau sistem dalam dunia nyata. Secara umum, simulasi melibatkan beberapa jenis model atau gambaran yang lebih sederhana simulasi dapat diartikan sebagai suatu sistem yang digunakan untuk memecahkan atau menguraikan persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata yang penuh dengan ketidakpastian dengan tidak atau menggunakan model tertentu dan lebih ditekankan pada pemakaian komputer untuk mendapatkan solusinya.

2.17 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah suatu metode untuk mengevaluasi suatu model deterministik yang melibatkan bilangan acak sebagai salah satu input. Metode ini sering digunakan jika model yang digunakan cukup kompleks, nonlinier atau melibatkan lebih dari sepasang parameter tidak pasti. Sebuah Simulasi Monte Carlo dapat melibatkan lebih dari 10.000 evaluasi atas sebuah model, saat membuat model, dikenal apa yang disebut parameter input dan beberapa persamaan yang digunakan untuk menghasilkan output (atau *variabel* *respon*). Penggunaan inut berupa variabel acak dapat membuat suatu model deterministik ke dalam model stokastik.

Simulasi Monte Carlo merupakan metode untuk menganalisa perambatan ketidakpastian yang bertujuan untuk menentukan bagaimana variasi acak atau *error* mempengaruhi sensitivitas, penampilan dan atau reabilitas dari sistem yang sedang dimodelkan. Simulasi Monte Carlo digolongkan sebagai metode sampling karena input dibangkitkan secara acak dari suatu distribusi probabilitas untuk proses sampling dari suatu populasi nyata. Oleh karena itu, harus dipilih suatu distribusi sebagai input yang paling mendekati data yang dimiliki (Rubinstein, 1981).

2.18 Pembangkit Bilangan Random

Dalam sistem nyata, faktor keacakan menyebabkan sesuatu tidak sepenuhnya dapat diramalkan. Dalam metode Monte Carlo faktor kerandoman dimasukkan ke dalam model dengan melibatkan satu atau lebih variabel random.

Sebuah metode untuk membangkitkan bilangan random dikatakan baik jika bilangan random yang dihasilkan memenuhi sifat kerandoman, saling *independen*, memenuhi distribusi statistik yang diharapkan, dan dapat direproduksi.

2.19 Investasi

Investasi adalah komitmen atas sejumlah data atau sumber daya lainnya yang dilakukan pada saat ini, dengan tujuan memperoleh sejumlah keuntungan di masa datang. Seorang investor membeli sejumlah saham saat ini dengan harapan memperoleh keuntungan dari kenaikan harga saham ataupun sejumlah *dividen* di masa yang akan datang, sebagai imbalan atas waktu dan risiko yang terkait dengan investasi tersebut (Tandelilin, 2007). Proses keputusan investasi merupakan proses keputusan yang berkesinambungan *(on going process).* Proses keputusan investasi terdiri dari lima tahap keputusan yang berjalan terus-menerus sampai tercapai keputusan investasi yang terbaik. Tahap-tahap keputusan investasi meliputi lima tahap keputusan

a. Penentuan tujuan investasi

Tahap pertama adalah proses keputusan investasi yaitu menentukan tujuan investasi yang akan dilakukan. Tujuan investasi masing-masing investor bisa berbeda-beda tergantung pada investor yang akan membuat keputusan tersebut. Misalnya, lembaga dana pensiun yang bertujuan untuk memperoleh dana untuk membayar dana pensiun nasabahnya di masa depan mungkin akan memilih investasi pada portofolio reksadana karena merupakan investasi bersama dalam bentuk suatu efek portofolio yang terdiversifikasi. Sedangkan bagi institusi penyimpanan dana seperti bank misalnya, mempunyai tujuan untuk memperoleh return yang lebih tinggi di atas biaya investasi yang dikeluarkan. Mereka biasanya lebih menyukai investasi pada sekuritas yang mudah dierdagangkan ataupun pada penyaluran kredit yang lebih berisiko tetapi memberikan harapan return yang tinggi.

b. Penentuan kebijakan investasi

Tahap kedua ini merupakan tahap penentuan kebijakan untuk memenuhi tujuan investasi yang telah ditetapkan. Tahap ini dimulai dengan penentuan keputusan alokasi aset *(asset allocation decision).* Keputusan ini menyangkut pendistribusian dana yang dimiliki pada berbagai aset yang tersedia (saham, obligasi, real estat ataupun sekuritas luar negeri).

Investor juga harus memperhatikan berbagai batasan yang mempengaruhi kebijakan investasi seperti seberapa besar dana yang dimiliki dan porsi pendistribusian daa tersebut serta beban pajak dan pelaporan yang harus ditanggung.

c. Pemilhan strategi portofolio

Strategi portofolio yang dipilih harus konsisten dengan dua tahap sebelumnya. Ada dua strategi portofolio yang bisa dipilih, yaitu strategi portofolio aktif dan strategi portofolio pasif. Strategi portofolio aktif meliputi kegiatan penggunaan informasi yang tersedia dan teknik-teknik peramalan secara aktif untuk encari kombinasi portofolio yang lebih baik. Strategi portofolio pasif meliputi aktivitas investasi pada portofolio yang seiring dengan kinerja indeks pasar. Asumsi strategi pasif ini adalah bahwa semua informasi yang tersedia akan diserap pasar dan direfleksikan pada harga saham.

d. Pemilihan aset

Setelah portofolio ditentukan, tahap selanjutnya adalah pemilihan aset-aset yang akan dimasukkan dalam portofolio. Tahap ini memerlukan pengevaluasian setiap sekuritas yang ingin dimasukkan dalam portofolio yang efisien, yaitu portofolio yang menawarkan return yang diharapkan yang tertinggi dengan tingkat risiko tertentu atau sebaliknya menawarkan return yang diharapkan tertentu dengan tingkat risiko terendah.

e. Pengukuran dan evaluasi kinerja portofolio

Tahap ini merupakan tahap paling akhir dari proses keputusan investasi. Meskipun demikian, adalah salah kaprah jka langsung mengatakan bahwa tahap ini adalah tahap terakhir, karena sekali lagi, proses keputusan investasi merupakan proses keputusan yang berkesinambungan dan terus-menerus. Artinya, jika tahap pengukuran dan evaluasi kinerja portofolio telah dilakukan dan ternyata hasilnya kurang baik, makaproses keputusan investasi harus dimulai lagi dari tahap pertama, demikian seterusnya sampai dicapai keputusan investasi paling optimal, demikian seterusnya sampai dicapai keputusan investasi paling optimal. Tahap pengukuran dan evaluasi kerja ini meliputi pengukuran kinerja portofolio dan pembanding hasil pengukuran tersebut dengan kinerja portofolio lainnya melalui proses *benchmarking*. Proses *benchmarking*ini biasanya dilakukan terhadap indeks portofolio pasar, untuk mengetahui seberapa baik kinerja portofolio yang telah ditentukan dibanding kinerja portofolio lainnya (portofolio pasar) (Tandelilin, 2007).

2.20 Diversifikasi Portofolio

Untuk menurunkan risiko portofolio, investor perlu melakukan “diversifikasi”. Diversifikasi dalam pernyataan tersebut bisa bermakna bahwa investor perlu membentuk portofolio sedemikin rupa sehingga risiko dapat diminimalkan tanpa mengurangi return yang diharapkan. Mengurangi risiko tanpa mengurangi *return* adalah tujuan investor dalam berinvestasi (Tandelilin, 2007).

Investor dapat melakukan diversifikasi dengan beberapa cara (Jogiyanto, 2003)

(1) Diversifikasi dengan banyak aktiva (aset)

Sesuai dengan hukum statistik, semakin besar ukuran sampel maka semakin dekat nilai rata-rata sampel dengan nilai ekspektasi dari populasi. Asumsi yang digunakan yaitu tingkat hasil *(rate of return)* untuk masing-masing sekuritas secara statistik adalah independen. Ini berarti bahwa *rate of return* satu sekuritas tidak terpengaruhi oleh *rate of return* sekuritas yang lainnya, maka standar deviasi yang mewakili risiko dari portofolio dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma_p = \frac{\sigma i}{\sqrt{n}} \tag{2.42}$$

dengan σ_p = risiko portofolio

σ_i = standar deviasi

n = jumlah sekuritas

(2) Diversifikasi secara random

Diversifikasi seara random (*random* atau naive *diversification*) merupakan pembentukan portofolio dengan memilih sekuritas-sekuritas secara acak tanpa memperhatikan karakteristik dari investasi yang relevan seperti misalnya dari sekuritas itu sendiri. Investor hanya memilih sekuritas secara acak.

(3) Diversifikasi secara Markowitz

Dengan menggunakan metode *mean-variance*dari Markowitz sekuritas-sekuritas yang mempunyai korelasi lebih kecil dari +1 akan menurunkan risiko portofolio, sehingga semakin banyak sekuritas yang dimasukkan ke dalam portofolio, semakin kecil risiko portofolio. Untuk n sejumlah sekuritas mendekati tak terhingga, risiko dari portofolio adalah :

$$\lim_{n\to\infty} \sigma_p^2 = \sigma_{ij} \tag{2.43}$$

dimana n= jumlah sekuritas

σ_p^2 = varians dari tingkat keuntungan portofolio

σ_{ij} = standart deviasi masing-masing aset.

2.21 Software R

R adalah bahasa pemrograman untuk pengolahan dan analisa data statistik, R membantu menjelaskan, menghitung, dan menguji data, R berbasis pada bahasa pemrograman S, yang dikembangkan oleh AT&Bell Laboratories (sekarang Lucent Technologis) pada akhir tahun '70 an. R mempunyai karakterisitik tersendiri, dimana selalu dimulai dengan prompt "< " pada *console*-nya. R mempunyai beberapa kelebihan dan fitur-fitur yang canggih dan berguna, diantaranya:

a. Efektif dalam pengelolaan data dan fasilitas penyimpanan. Ukuran file yang disimpan jauh lebih kecil dibanding *software* lainnya.

b. Lengkap dalam operator perhitungan *array*.

c. Lengkap dan terdiri dari koleksi tools statistik yang terintegrasi untuk analisis data, diantaranya mulai statistik deskriptif, fungsi probabilitas, berbagai macam uji statistik, hingga *time series*.

d. Tampilan grafik yang menarik dan fleksibel ataupun *costumized.*

e. Dapat dikembangkan sesuai keperluan dan kebutuhan dan sifatnya yang terbuka, setiap orang dapat menambahkan *fitur-fitur* tambahan dalam bentuk paket ke dalam *software R.*

Selain kelebihan dan kelengkapan *fitur-fiturnya*, hal yang erpenting lainnya yakni, R bersifat multiplatform yakni dapat diinstal dan digunakan baik pada system operasi Windows, *UNIX/LINUX* maupun pada *Macintosh* untuk dua *system* operasi disebutkan terakhir diperlukan sedikit penyesuaian. Selain kelebihan disebutkan di atas R, didukung oleh komunitas yang secara aktif saling berinteraksi satu sama lain melalui internet dan didukung oleh manual atau R *help* yang menyatu pada *software* R. *Software* R sangat cocok untuk *riset*, baik statistik, ekonomi, komputasi numerik dan pemrograman komputer, selain itu R memiliki fitur yang lengkap dan handal, berikut adalah beberapa contoh yang didapat R sebagai acuan implementasi pada proses analisis data statistik dengan tampilan grafik lot yang *costumized* dan grafik fungsi densitas yang dapat diparalelkan dengan histogram. Cocok untuk bidang statitika, ekonomi, dan lain-lain.

BAB V
PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai pengukuran *Value at Risk (VaR)*pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo yang telah diuraikan maka dapat diambil simpulan sebagai berikut.

(1) *Varians efficient portofolio (MVEP)* dari masing-masing aset hasil perhitungan bobot atau proporsi yang diberikan pada masing-masing aset yaitu sebesar 51% untuk PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE) dan 49% untuk PT. Matahari Department Store Tbk (IPPF). Diasumsikan proporsi portofolio ini tetap selama periode kepemilikan.

(2) Hasil perhitungan rata-rata nilai *VaR* portofolio kedua saham tersebut diperoleh nilai *VaR* sebesar -32053297,18 (tanda negatif menunjukkan kerugian) dengan tingkat kepercayaan 95% dan periode waktu satu hari. Hal ini dapat diartikan bahwa ada keyakinan sebesar 95% bahwa kerugian yang mungkin diderita investor tidak akan melebihi Rp.37.053.297,18 dalam jangka waktu satu hari setelah tanggal 30 Desember 2015, atau dengan kata lain dapat dikatakan ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi pada portofolio yang terdiri dari saham BSDE dan LPPF sebesar Rp. 37.053.297,18 atau lebih.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut terhadap penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

(1) Untuk peneliti selanjutnya, penelitian ini hanya menggunakan periode satu tahun, dan karena itu disarankan agar melakukan penelitian dengan periode waktu lebih dari dua tahun.

(2) Bagi pembaca yang akan melakukan penelitian serupa, dapat membuat portofolio lebih dari dua saham atau berdasarkan indeks selain LQ45 seperti SP&500, kompas100 dan lain sebagainya.

(3) Melanjutkan pembahasan tentang Value at Risk dengan metode lain seperti metode Simulasi Historis dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

Abdurrakhman. 2007. *Buku Ajar Pengantar Statistika Keuangan*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.

Ahmad, K. 2004. *Dasar-Dasar Manajemen Invetasi dan Portofolio*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Azhari, F. 2011. Perbandingan *Portofolio Optimal Model Black-Litterman Pendekatan Bayes Terhadap Potofolio Optimal Capital Asset Pricing Model (Studi Kasus Pada Saham-Saham LQ-45 di BEI Periode Juni 2010-Juni 2011).* Yogyakarta: FMIPA UGM.

Butler, C. 1999. *Mastering Value at Risk, New York* : Prentice Hall.

Conover. 2000. *Practical Nonparametric Statistics*. New York: John Willey and Son.

Danang C, 2012. *Penggunaan Simulasi Monte Carlo untuk Pengukuran Value at Risk Aet Tunggal dan Portofolio sebagai Penentu Portofolio Optimal*. Jurnal Gaussian. Vol.4, No.4, hal 765-774.

Darmadji, T., dan Fakhruddin, H.M., 2001. *Pasar Modal di Indonesia: Pendekatan Tanya Jawab*. Salemba Empat: Jakarta.

Fabozzi, F.J., 1999. *Manajemen Investasi*. Salemba Empat: Jakarta.
Halim, A. 2005. *Analisis Investasi*. Edisi kedua. Jakarta: Salemba empat.

Harper, D.2004. Introduction to Value at Risk (VaR). Investopedia. URL : www.investopedia.com. Diakses pada 27 November 2015.

Jogiyanto. 2003. *Teori Portofolio dan Analisis Investasi.* Edisi ketiga. Yogyakarta : BPFE.

Johnson, R A & Wichen, D W. 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Fifth Edition. New Jersey. Prentice-Hall Inc.

Jorinon, P.2002. *Value at Risk* : *The New Benchmar for Managing Financial Risk*. Second Edition. The McGraw-Hill Companies, Inc. New York.

Manganelli, S., dan Engle, R. F. (2001). Value at Risk Models in Finance *Working Paper no 75.* European Central Bank (ECB). Germany.

Novella, Sjahid Akbar M, dan Haryono. *Estimasi Value at Risk (VaR) pada Portofolio Saham dengan Copula*. Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol.2 No.2.(2013).

Purcell, E J & Varberg, D. 1987. *Kalkulus dan Geometri Analisis*. Edisi kelima. Jakarta: Erlangga.

Rubinstein, R Y. 1981. *Simulation and Monte Carlo Method*. Willey & Sons, New York.

Suhartono. 2009. *Analsis Data Statistik dengan R*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Tandelilin, E. 2007. *Analisis Investasi dan Manajemen Portofolio*. Edisi pertama. Yogyakarta: BPFE

Tandelilin, E. 2010. *Portofolio dan Investasi*, Edisi Pertama. Kansius. Yogyakarta..

Hadi Ismanto, 2009. *Analisis Value at Risk dalam Pembentukan Portofolio Optimal*, University Research Colloqium.

Harinaldi. 2005. *Prinsip-prinsip Statistika Untuk Teknik dan Sains*. Universitas Indonesia: Erlangga.

Historycal Price PT. Bumi Serpong Damai Tbk tahun 2015,URL www.yahoofinance.com diakses pada 1 desember 2015.

Historycal Price PT. Matahari Department Store Tbk tahun 2015, URL www.yahoofinance.com diakses pada 1 desember 2015.

Ummi Zahara M, 2012. *Penggunaan Metode VaR (Value at Risk) dalam Analisis Risiko Investasi Saham*. Jurnal Sains dan Seni ITS, Vol.1, No.1.