



PERBANDINGAN UJI HASIL SIMULASI MONTE CARLO DAN SIMULASI BOOTSTRAP DALAM ANALISIS SAHAM UNTUK MENGHITUNG NILAI VaR DATA

Lida Mawarti✉, Sugiman, dan Muhammad Kharis

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt. 1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Mei 2017
Disetujui Juni 2017
Dipublikasikan November 2018

Keywords:

Investation, Value at Risk, Monte Carlo Simulation, Bootstrap Simulation.

Abstrak

Salah satu metode untuk mengestimasi *Value at Risk* adalah Simulasi Monte Carlo dan Simulasi Bootstrap. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai estimasi VaR menggunakan Simulasi Monte Carlo dan Simulasi Bootstrap. Dalam penelitian ini menggunakan *software* Microsoft Excel dan SPSS untuk membantu estimasi. Data yang digunakan adalah data penutupan saham PT Indosat Tbk dari 1 Januari 2015 sampai Desember 2015. Langkah-langkah dalam penelitian ini sebagai berikut menginput data, mengidentifikasi karakteristik data, menghitung nilai *return*, menghitung parameter mean dan standar deviasi, menghitung nilai acak dari *return*, menghitung nilai acak dengan parameter, menghitung nilai risiko tertinggi, menghitung VaR, melakukan simulasi sebanyak n kali, menghitung MSE. Hasil estimasi VaR dengan tingkat kepercayaan 95% selama 1 hari menggunakan Simulasi Monte Carlo yaitu -8649.67. Sedangkan VaR menggunakan Simulasi Bootstrap adalah -1330.62. Nilai MSE Simulasi Monte Carlo sebesar 0,0514925 dan MSE Simulasi Bootstrap adalah 0.00059420. Jadi dalam mengestimasi VaR Simulasi Bootstrap lebih baik dari Simulasi Monte Carlo.

Abstract

One of statistic method to estimate Value at Risk (VaR) are Monte Carlo Simulation and Bootstrap Simulation. The purpose of this research is to compare Value at Risk estimate use Monte Carlo Simulation and Bootstrap Simulation. In this research using software like Microsoft Excel and SPSS. The data are closing stock of PT Indosat Tbk from first January 2015 until December 2015. The step which is used to analyze are doing input data to Excel, characteristic identification, measure the return, measure the parameters mean and standard deviation, measure the random numbers of return, measure random numbers of parameters, measure the highest risk, measure VaR, doing simulation n times, measure the MSE. The results of VaR in 95% level degree and daily period using Monte Carlo Simulation is -8649.67. And the measure of VaR using Bootstrap Simulation is -1330.62 with $n=113$ and $B^=1000$. The MSE measurement for Monte Carlo Simulation is 0,0514925 and the Bootstrap Simulation is 0.00059420. The measure of Bootstrap Simulation is smaller than Monte Carlo Simulation it makes Bootstrap Simulation are better than Monte Carlo Simulation for estimate VaR.*

How to Cite

Mawarti, L., Sugiman, & Kharis, M. (2018). Perbandingan Uji Hasil Simulasi Monte Carlo dan Simulasi Bootstrap dalam Analisis Saham untuk Menghitung Nilai VaR Data. *UNNES Journal of Mathematics* 7(2) : 252- 261.

PENDAHULUAN

Investasi adalah suatu usaha menempatkan sejumlah dana pada saat ini dengan harapan memperoleh keuntungan tertentu atas uang tersebut di masa mendatang. Menurut Halim (2005:5), beberapa hal yang menjadi bahan pertimbangan dalam berinvestasi, yaitu: (1) tingkat pengembalian yang diharapkan (*expected of return*), (2) tingkat risiko yang diberikan (*rate of risk*), dan (3) ketersediaan dana yang akan diinvestasikan. Dalam mencapai tujuan dalam berinvestasi dibutuhkan pengetahuan di bidang investasi. Pengetahuan tersebut penting sebab dijadikan pedoman ketika memasuki dunia investasi yang penuh dengan risiko dan ketidakpastian. Bukan hanya karena harga saham yang sering berubah, melainkan juga karena sukar memperkirakan apa yang akan terjadi di masa datang, dan spekulasi sering dilakukan. Dalam aktivitas perdagangan saham, harga saham mengalami fluktuasi naik ataupun turun. Terbutuknya harga saham dipengaruhi oleh adanya permintaan (*demand*) dan penawaran (*supply*) (Darmadji dan Fakhruddin, 2006: 13). Harga saham sering yang berfluktuasi menyebabkan investor mengalami kerugian besar dalam kurun waktu singkat. Metode statistika yang digunakan untuk mengukur tingkat besarnya risiko dalam perdagangan finansial yaitu *Value at Risk* (VaR).

Penerapan metode VaR saat ini banyak diterima, diaplikasikan dan dianggap sebagai metode standar dalam mengukur risiko. Var dapat didefinisikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang akan didapat selama periode waktu tertentu dalam kondisi pasar normal pada tingkat kepercayaan tertentu. Investor dapat menggunakan nilai Var sebagai salah satu tolok ukur menetapkan seberapa besar target risiko. Campbell et al., (2001) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa struktur model portofolio menggunakan perhitungan VaR dalam manajemen risiko untuk jangka waktu tertentu. Menurut Arthini dkk., (2012) beranggapan bahwa pembentukan portofolio merupakan usaha untuk memaksimalkan tingkat pengembalian yang diharapkan dengan tingkat risiko tertentu. VaR sebagai alat yang digunakan untuk mengestimasi risiko pasar. Zuhara et al., (2012) menyatakan bahwa pengukuran risiko menjadi hal penting berkaitan dengan investasi dana yang cukup besar, sehingga dapat mengurangi terjadinya kerugian berinvestasi. Alat perhitungan yang digunakan yaitu VaR. Aspek terpenting dalam penghitungan VaR adalah menentukan jenis metodologi dan

asumsi yang sesuai dengan distribusi *return* (pengembalian). Penerapan metode dan asumsi yang tepat akan menghasilkan perhitungan VaR yang akurat untuk pengukuran risiko. Ada empat metode utama untuk menghitung VaR yaitu metode parametric, metode simulasi monte carlo, simulasi Bootstrap, dan simulasi *historis*. Metode parametrik mengasumsikan bahwa *return* berdistribusi normal dan *return* portofolio bersifat linier terhadap *return* aset tunggalnya. Kedua faktor ini menyebabkan estimasi yang lebih rendah terhadap portofolio di masa depan. VaR dengan metode simulasi Monte Carlo mengasumsikan bahwa *return* berdistribusi normal yang didistribusikan menggunakan parameter yang sesuai dan tidak mengasumsikan bahwa *return* portofolio bersifat linier terhadap *return* aset tunggalnya. Metode *historis* lebih mengesampingkan asumsi *return* yang berdistribusi normal maupun sifat linier antara *return* portofolio terhadap *return* aset tunggalnya. VaR dengan metode bootstrap lebih bebas dari asumsi data berdistribusi normal atau tidak. Metode bootstrap merupakan suatu metode yang dapat bekerja tanpa membutuhkan asumsi distribusi, karena sampel data asli digunakan sebagai populasi (Sungkono, 2013). Dalam Sahinler dan Topuz, Efron menyatakan bahwa bootstrap adalah teknik *resampling* nonparametrik yang bertujuan untuk menentukan estimasi *standart error* dan interval konfidensi dari parameter populasi seperti *mean*, rasio, median, proporsi tanpa menggunakan asumsi distribusi. Namun pada data tertentu model runtun waktu tidak dapat menjamin terpenuhinya asumsi-asumsi dalam analisis statistik klasik (Karomah, 2014). Menurut Davison dan Hinkley (2006), metode bootstrap dapat digunakan pada situasi dimana asumsi standart tidak dipenuhi. Menurut (Cynthia, 2016) gambaran umum dari konsep Metode Bootstrap

<p>DUNIA NYATA</p> <p>Distribusi peluang tidak diketahui</p> <p>Data observasi</p> $F \rightarrow x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ \Downarrow $\hat{\theta} = s(x)$ <p>Statistik yang menjadi perhatian</p>	<p>DUNIA BOOTSTRAP</p> <p>Distribusi empiris</p> <p>Sampel bootstrap</p> $\hat{F} \rightarrow x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ \Downarrow $\hat{\theta}^* = s(x^*)$ <p>Replikasi bootstrap</p>
--	---

Gambar 1 Gambaran Umum Konsep Metode Bootstrap
 Gambar 1 merupakan skema dari metode bootstrap untuk kasus satu sampel. Dalam

dunia nyata distribusi peluang yang tidak diketahui F memberikan data $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ melalui *resampling* random, dari x dihitung statistik yang jadi perhatian $\hat{\theta} = s(x)$. Dalam dunia bootstrap \hat{F} membangkitkan $x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ melalui *resampling* random memberikan $\hat{\theta}^* = s(x^*)$ (Efron & Tibshirani, 1998:91). Perhitungan $\hat{\theta}^*$ berdasarkan semua kemungkinan sampel bootstrap memerlukan waktu yang lama. Sehingga untuk mencapai efisiensi dalam perhitungan digunakan metode pendekatan yaitu simulasi monte carlo. Dengan metode tersebut prosedur *resampling* pada bootstrap dapat dikurangi menjadi $n \leq B \leq n^n$, sejumlah B yang cukup besar tetapi jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan jumlah sampel bootstrap ideal.

Berdasarkan penjelasan di atas maka dalam penelitian ini penulis akan membahas tentang perbandingan uji hasil simulasi monte carlo dan simulasi bootstrap dalam analisis investasi saham untuk menghitung nilai VaR data.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah 1) Bagaimana estimasi VaR menggunakan metode simulasi monte carlo pada analisis investasi saham? 2) Bagaimana estimasi VaR menggunakan simulasi bootstrap pada analisis investasi saham? 3) Bagaimana perbandingan hasil estimasi VaR menggunakan Simulasi Monte Carlo dan Simulasi Bootstrap dalam analisis investasi saham?

Tujuan dalam penelitian ini adalah 1) Mengetahui tingkat keakuratan simulasi Monte Carlo dalam penghitungan analisis nilai VaR data pada saham. 2) Mengetahui tingkat keakuratan Simulasi Bootstrap dalam perhitungan nilai VaR dalam analisis investasi saham. 3) Mengetahui perbandingan keakuratan Simulasi Monte Carlo dan Simulasi Bootstrap pada penghitungan nilai VaR dalam analisis investasi saham.

Menurut Anoraga dan Pakarti (2008: 58), saham dapat didefinisikan sebagai surat berharga sebagai tanda bukti penyertaan atau kepemilikan individu maupun institusi dalam suatu perusahaan. Apabila seorang investor membeli saham, maka ia akan menjadi pemilik yang disebut pemegang saham perusahaan tersebut.

Risiko pasar dari suatu investasi tunggal maupun portofolio dapat diukur dengan mengacu pada kemungkinan kerugian finansial akibat gabungan dari pergerakan variabel ekonomi yang sistematis seperti bunga dan nilai tukar (Fallon, 1996). Mengukur risiko pasar penting bagi regulator dan manajer dalam

menilai solvabilitas dan risiko dalam mengalokasikan modal yang langka. Selain itu, risiko pasar lazim merupakan salah satu risiko utama yang dihadapi oleh lembaga keuangan. *Value at Risk* (VaR) merupakan ukuran yang dapat digunakan untuk menilai kerugian terburuk yang mungkin terjadi bagi seorang investor atau suatu badan usaha atas investasinya dalam sekuritas atau aset-aset, baik secara satu per satu atau dalam portofolio pada suatu waktu tertentu, pada tingkat peluang yang ditetapkan. Dalam VaR, kemungkinan kerugian dihitung dari peluang kerugian lebih buruk daripada suatu persentase yang ditetapkan.

Menurut Manganeli dan Engle (2001) pengertian VaR dapat disimpulkan sebagai berikut (1) Distribusi keuntungan finansial yang leptokurtotik, yaitu memiliki ekor berat dan puncak yang lebih tinggi daripada distribusi normal (2) Ekuitas pengembalian yang bertipe *skewed* (condong) negatif (3) Pengembalian (*return*) yang dikuadratkan memiliki autokorelasi yang signifikan, yaitu volatilitas faktor pasar cenderung mengelompok. Ini merupakan karakter dari *financial returns* (pengembalian keuangan) yang penting, sejak mengikuti peneliti menganggap pasar volatilitas sebagai *quasi-stable* (kuasi yang stabil), perubahan di *long run* (periode panjang) tetapi stabil pada periode pendek. Biasanya model VaR menggunakan *quasi-stability* untuk mengevaluasi risiko pasar.

Menurut Tsay (2005: 288), VaR selalu berhubungan dengan pasar risiko, dan dapat diaplikasikan dalam beberapa bentuk beberapa jenis risiko. VaR merupakan ukuran tunggal dari sejumlah risiko yang dihadapi oleh institusi yang dapat menurun disebabkan oleh pergerakan pasar saham yang bergerak pada waktu tertentu. VaR dapat didefinisikan sebagai kerugian maksimal pada posisi finansial selama periode waktu tertentu untuk tingkat probabilitas tertentu. Menurut Philip Best (1998) *Value at Risk* atau VaR adalah suatu metode pengukuran risiko secara statistik yang memperkirakan kerugian maksimum yang mungkin terjadi atas suatu portofolio pada tingkat kepercayaan (*level of confidence*) tertentu. Nilai VaR selalu disertai dengan probabilitas yang menunjukkan seberapa mungkin kerugian yang terjadi akan lebih kecil dari nilai VaR tersebut. Secara statistik VaR dengan tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dinyatakan sebagai bentuk kuartil ke- α dari distribusi return. VaR juga dapat ditentukan sebagai fungsi densitas probabilitas dari nilai return dimasa depan $f(R)$

dengan R adalah tingkat pengembalian (return) aset. Pada selang kepercayaan $(1-\alpha)$ akan dicari nilai kemungkinan terburuk, R^* yaitu peluang munculnya return melebihi R^* adalah $(1-\alpha)$. Dengan kata lain R^* adalah kuartil dari distribusi return yang merupakan nilai kritis dengan peluang yang sudah ditentukan.

Pernyataan berikut ini merupakan definisi formal dari VaR yang diungkapkan oleh Philippe Jorion (2002): "VaR summarizes the worst loss over a target horizon with a given level of confidence (VaR merangkum kerugian terburuk selama horizon target dengan tingkat kepercayaan tertentu)." Cormac Butler (1999) memberikan definisi VaR sebagai berikut: "Value at Risk measures the worst expected loss that an institution can suffer over a given time interval under normal market conditions at a given confidence level. It assesses risk by using statistical and simulation models designed to capture the volatility of assets in a bank's portfolio (VaR mengukur ekspektasi terburuk yang dapat diperkirakan selama selang waktu tertentu yang ditentukan dengan tingkat kepercayaan tertentu. VaR menilai risiko dengan menggunakan model statistik dan simulasi yang dirancang untuk menangkap volatilitas aset dalam portofolio bank."

Value at Risk (VaR) adalah nilai risiko yang dipakai untuk menyatakan jumlah kerugian yang diperkirakan pada data yang berdistribusi normal dengan tingkat kepercayaan (confidence level) tertentu selama periode waktu (time period) tertentu. Perhitungan VaR pada dasarnya ditentukan oleh tingkat kepercayaan dikalikan nilai deviasi standar dari data tersebut, dan besar dana yang akan diberikan.

Jika W_0 didefinisikan sebagai investasi awal aset maka nilai aset pada akhir periode waktu adalah:

$$W = W_0(1 + R) \quad (1)$$

Jika nilai aset paling rendah pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ adalah

$$W^* = W_0(1 + R^*) \quad (2)$$

Maka VaR pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dirumuskan sebagai berikut:

$$VaR_{(1-\alpha)} = W_0 R^* \quad (3)$$

Secara umum R^* bernilai negatif.

Ekspektasi return meningkat secara linear terhadap waktu (t), sedangkan standar deviasi meningkat secara linear dengan akar kuadrat waktu dapat dijabarkan sebagai:

$$\mu(t) = \mu t \text{ dan } \sigma^2(t) = \sigma^2 t \Rightarrow \sigma(t) = \sigma\sqrt{t} \quad (4)$$

Sedangkan untuk mengetahui besarnya nilai VaR dalam beberapa periode waktu kedepan dapat digunakan rumus berikut ini

$$t - \text{day VaR} = VaR(\text{daily})\sqrt{t} \quad (5)$$

Dimana

t -day VaR = VaR dalam periode waktu ke-t

$VaR(\text{daily})$ = VaR dalam sehari

Perhitungan VaR dengan tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ setelah t periode dinyatakan sebagai

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t} \quad (6)$$

Dimana

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

W_0 = investasi awal aset

R^* = kuartil ke- α dari distribusi return

Tujuan dari investasi adalah untuk memperoleh keuntungan. Para investor pasti akan tertarik dengan pendapatan yang diperoleh setelah melakukan investasi. Return mengukur pendapatan tersebut karena return dari suatu aset merupakan perubahan harga dari harga awal dan return adalah salah satu faktor yang memotivasi investor untuk melakukan investasi (Rupert, 2004:75).

(1). Net Return

Net Return merupakan pendapatan relatif atau tingkat keuntungan. Secara umum net return untuk periode t-1 sampai t adalah

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (7)$$

Dimana

R_t = net return

P_t = harga investasi pada saat t

P_{t-1} = harga investasi pada saat t-1

Pendapatan dari suatu aset dihitung dengan rumus:

Pendapatan = investasi awal x net return.

Contoh, suatu investasi awal dengan nilai Rp. 100.000,00 dan net returnnya adalah 0,05, maka pendapatan yang diterima adalah (Rp.100.000,00 x 0,05) = Rp.5.000,00.

(2). Gross Return

Perbedaan dengan net return adalah gross return selalu bernilai positif.

Gross return dapat dihitung menggunakan rumus

$$1 + R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (8)$$

(3). Log Return

Log Return didefinisikan sebagai

$$r_t = \log(1 + R_t) \quad (9)$$

$$r_t = \log\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = \log(P_t) - \log(P_{t-1}) \quad (10)$$

dengan $P_t = \log(P_t)$

Expected Return (Pengembalian yang Diharapkan)

Expected return merupakan return yang diharapkan oleh investor dan yang akan diterima investor selama periode waktu dimasa depan. Perhitungannya sebagai berikut

$$E[R] \approx \bar{R} = \frac{\sum_{t=1}^n R(t)}{n} \quad (11)$$

Dimana

$E[R]$ = nilai pengembalian yang diharapkan

$R(t)$ = nilai return saham pada waktu t

n = total periode waktu saham harian

\bar{R} = rata-rata dari $R(t)$

dengan $t = 1, 2, \dots, n$

Simulasi Monte Carlo adalah suatu metode untuk mengevaluasi secara berulang suatu model deterministik menggunakan himpunan bilangan acak sebagai masukan. Simulasi ini melibatkan penggunaan angka acak untuk memodelkan sistem, dimana waktu tidak memegang peranan yang substantif (*model statis*). Simulasi Monte Carlo berisi simulasi berulang proses acak yang dikaitkan dengan harga dan suku bunga pasar. Metode ini sering digunakan jika model yang digunakan cukup kompleks, non linear atau melibatkan lebih dari sepasang parameter tidak pasti. Sebuah simulasi Monte Carlo dapat melibatkan 10.000 evaluasi atas sebuah model, suatu pekerjaan di masa lalu hanya bisa dikerjakan oleh sebuah software komputer.

Suatu model memerlukan parameter input dan beberapa persamaan yang digunakan untuk menghasilkan output (atau variabel respon). Dengan menggunakan parameter input berupa bilangan random, maka dapat mengubah suatu model deterministik menjadi model stokastik, dimana model deterministik merupakan suatu model pendekatan yang diketahui dengan pasti sedangkan model stokastik tidak pasti. Simulasi Monte Carlo adalah metode untuk menganalisa perambatan ketidakpastian, dimana tujuannya adalah untuk menentukan bagaimana variasi random atau error mempengaruhi sensitivitas, performa atau reliabilitas dari sistem yang sedang dimodelkan. Simulasi Monte Carlo digolongkan sebagai metode sampling karena input dibangkitkan secara random dari suatu distribusi probabilitas untuk proses sampling dari suatu populasi nyata. Oleh karena itu, suatu model harus memilih suatu distribusi input yang paling mendekati data yang dimiliki (Rubinstein, 1981). Masing-masing simulasi menciptakan suatu nilai yang mungkin untuk portofolio pada horizon yang ditargetkan. Jika skenario simulasi diulang-ulang makin banyak, akan diperoleh nilai yang makin stabil. VaR dihitung dari distribusi yang diperoleh dari hasil simulasi tersebut.

Bootstrap adalah prosedur statistika yang melakukan sampling dari sebuah populasi yang dikerjakan dengan cara resampling dari sampel. Ada dua cara yang bisa digunakan yaitu sampel diambil dengan pengembalian dan sampel diambil tanpa pengembalian. Sampel dengan pengembalian mengambil sebuah

observasi dari sampel dan kemudian meletakkan kembali dalam sampel untuk (kemungkinan) dijadikan sampel lagi. Sedangkan sampel tanpa pengembalian mengambil sebuah observasi dari sampel tetapi sekali ambil dan tidak dijadikan sampel lagi. Metode ini mendapatkan sampelnya dengan cara sampling dengan pengembalian dari sampel asli. Kuncinya adalah pengembalian dari observasi setelah sampling yang mengizinkan para peneliti untuk membuat sebanyak apapun sampel yang dibutuhkan dan tidak perlu khawatir akan terjadi duplikasi sampel. Setiap sampel dianalisis secara bebas dan hasilnya dikompilasikan dari sampel. Peluang sampel dengan pengembalian dinotasikan dengan

$$P(x_j^* | x_i) = \frac{1}{n} \text{ untuk } i, j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Dasar pendekatan Bootstrap adalah dengan memperlakukan sampel sebagai populasi dan dengan menggunakan sampling Monte Carlo untuk membangkitkan dan mengkonstruksi estimator empiris dari distribusi sampling statistik. Distribusi sampling dapat dipandang sebagai harga-harga statistik yang dihitung dari sejumlah tak terhingga sampel random berukuran n dari suatu populasi yang diberikan. Sampling Monte Carlo mengambil konsep ini untuk membangun distribusi sampling suatu estimator dengan mengambil sejumlah besar sampel berukuran n secara random dari populasi dan menghitung statistik tersebut dari harga-harga distribusi sampling tersebut. Estimasi Monte Carlo yang sebenarnya memerlukan pengetahuan tentang seluruh populasi yang tidak mungkin selalu tersedia dalam prakteknya karena yang dipunyai dari hasil riset praktek adalah sampel dari populasi oleh karena itu dilakukan inferensi untuk Tetha dari distribusi samplingnya. Secara umum langkah-langkah dasar metode bootstrap menurut Efron yaitu

1. Menentukan distribusi empiris $\hat{F}_n(x)$ bagi sampel dengan peluang $\frac{1}{n}$ untuk masing-masing x_i
2. Menentukan sampel bootstrap $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$ yang diambil dari x_i dengan pengembalian
3. Menentukan replikasi bootstrap $\hat{\theta}^*$ berdasarkan sampel bootstrap
4. Ulangi langkah 2 dan 3 sebanyak B kali, dengan B yang cukup besar

5. Berikan probabilitas untuk $B \hat{\theta}^*$ dengan peluang $\frac{1}{B}$ untuk masing-masing $\theta_1^*, \theta_2^*, \dots, \theta_n^*$. Distribusi ini adalah estimasi bootstrap untuk distribusi sampling $\hat{\theta}^* = s(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*; \hat{F})$.

Bootstrap mengesampingkan sampling distribusi dari parameter dan menghitung distribusi empiris, melalui ratusan bahkan ribuan sampel. Dengan kata lain, bootstrap tidak harus bertumpu pada asumsi distribusi sehingga kita bisa menghitung sebuah distribusi nyata dari parameter sampel. (Hair Joseph F et al, 1998). Dengan membuat bermacam-macam sampel asli, bootstrap sekarang hanya membutuhkan kemampuan komputasional untuk mengestimasi nilai parameter dari masing-masing sampel. Sekali sampel tersebut dihitung, kita bisa membuat histogram dari nilai dan menghitung selang kepercayaan dari estimasi parameter.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kajian pustaka. Kajian pustaka merupakan metode penelitian yang mengupas berbagai teori yang berhubungan dengan permasalahan dalam penelitian. Oleh karena itu, kajian pustaka digunakan sebagai dasar pemecahan masalah yang penulis angkat dalam penelitian ini. Langkah-langkah dalam metode ini adalah 1) Studi pustaka. 2) Perumusan masalah. 3) Pengumpulan data. 4) Pemecahan masalah. 5) Penarikan kesimpulan.

Dalam tahap kajian pustaka dilakukan pengumpulan referensi, dan pengupasan teori yang dapat dijadikan sebagai suatu masalah.

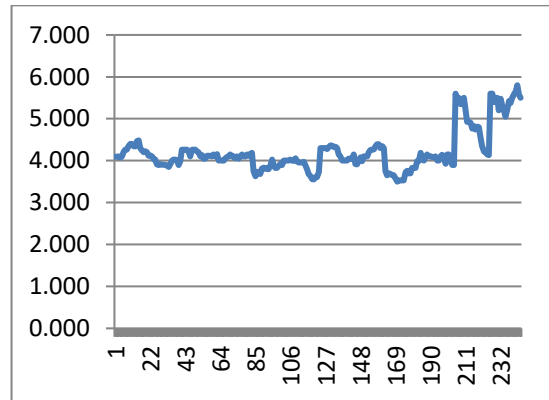
Pemilihan dan perumusan masalah diperlukan untuk membatasi permasalahan sehingga diperoleh bahan kajian yang jelas. Sehingga akan lebih mudah untuk menentukan langkah dalam memecahkan masalah tersebut.

Dalam proses memperoleh jawaban dari masalah yang diangkat dalam penelitian ini dilakukan langkah-langkah analisis sebagai berikut:

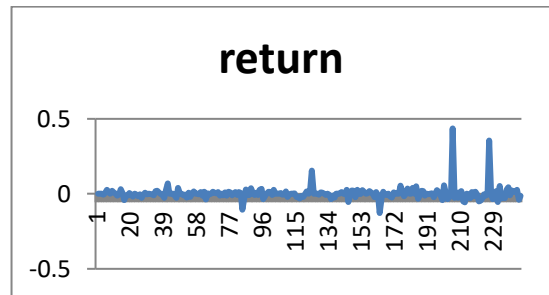
- 1) Untuk melakukan Simulasi Monte Carlo digunakan Excel untuk mempermudah penghitungan
- 2) Untuk mencapai tujuan kedua, dilakukan penghitungan menggunakan Excel tapi sebelumnya dicari data Bootstrap menggunakan SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah mengetahui besarnya nilai VaR pada saham PT. Indosat sehingga kita sebagai investor bisa membuat keputusan agar tidak mengalami kerugian yang banyak. Pada penelitian ini perhitungan VaR menggunakan metode simulasi Monte Carlo dan Bootstrap menggunakan Microsoft Excel, SPSS.



Gambar 2 Grafik Data Saham PT Indosat Tbk



Gambar 3 Grafik Data Return Saham PT Indosat Tbk.

Dari Gambar 3 bisa dilihat perolehan return dari penutupan saham harian menunjukkan bahwa perolehan return tiap saham sangat bervariasi, yaitu ada return yang sangat tinggi dan ada juga yang sangat rendah.

Tabel 1 Hasil Output Uji Normalitas Data Return

		Unstandardized Predicted Value
N		244
Normal Parameters ^a	Mean	.0020240
	Std. Deviation	.01012500
Most Extreme Differences	Absolute	.217
	Positive	.217
	Negative	-.087
Kolmogorov-Smirnov Z		3.383
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

Terlihat pada Tabel 1 nilai p-value nya adalah $0.000 < 0.05$ maka H_0 ditolak dan itu berarti data return saham tidak mengikuti distribusi normal. Setelah mengetahui bahwa data return saham tidak mengikuti distribusi normal maka dilakukan langkah mentransformasi data dengan SPSS.

Tabel 2 Hasil Output Uji Normalitas setelah data return ditransformasi

		return_normal
N		94
Normal Parameters ^a	Mean	-1.8937
	Std. Deviation	.49924
Most Extreme Differences	Absolute	.099
	Positive	.070
	Negative	-.099
Kolmogorov-Smirnov Z		.964
Asymp. Sig. (2-tailed)		.310

Dari Tabel 2 terlihat bahwa return saham PT Indosat Tbk diperoleh nilai p-value sebesar 0.310, karena p-value > 0.05 maka H_0 diterima. Maka transformasi data return saham PT Indosat mengikuti distribusi normal.

Secara umum algoritma sederhana perhitungan VaR menggunakan metode Simulasi Monte Carlo pada aset tunggal adalah (1). Menentukan nilai parameter dari return aset tunggal. Return diasumsikan

mengikuti distribusi normal dengan mean μ dan varian σ^2

- (2). Mensimulasikan nilai return dengan membangkitkan secara random return aset tunggal dengan parameter dari langkah 1 sebanyak n buah sehingga terbentuk distribusi empiris dari return hasil simulasi.
- (3). Mencari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ yaitu sebagai kuartil ke- α dari distribusi empiris return yang diperoleh pada langkah 2, dinotasikan dengan R^*
- (4). Menghitung nilai VaR pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dalam periode waktu t hari yaitu

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t} \quad (7)$$

Dimana

W_0 = dana investasi awal aset atau portofolio

R^* = nilai kuartil ke- α dari distribusi return

t = periode waktu

nilai VaR yang diperoleh merupakan kerugian maksimum yang akan diderita oleh aset tunggal.

- (5). Mengulangi langkah 2 sampai langkah 4 sebanyak n sehingga mencerminkan berbagai kemungkinan nilai VaR aset tunggal yaitu $VaR_1, VaR_2, \dots, VaR_n$
- (6). Menghitung rata-rata hasil dari langkah 5 untuk menstabilkan nilai karena nilai VaR yang dihasilkan oleh tiap simulasi berbeda.

Dari 25 nilai return acak yang diperoleh dari hasil simulasi, dicari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan 95% (R^*). Diasumsikan dana awal sebesar Rp.100.000,00 periode waktu satu hari maka VaR masing-masing aset dapat dihitung. Berdasarkan uji asumsi dan hasil perhitungan, return PT Indosat Tbk berdistribusi normal dengan parameter mean = 0.002024 dan standar deviasi = 0.043603. Parameter ini digunakan untuk melakukan Simulasi Monte Carlo. Nilai VaR selalu berbeda setiap melakukan simulasi hal ini dikarenakan oleh perbedaan nilai acak yang dihasilkan. Salah satu cara untuk mengurangi masalah tersebut adalah dengan menjalankan banyak simulasi dan mengambil nilai rata-ratanya.

Pada tingkat kepercayaan 95% dan periode waktu harian dengan 25 kali ulangan simulasi menghasilkan rata-rata dari hasil 25 VaR di atas adalah -8649.67 tanda negatif pada nilai rata-rata tersebut menandakan kerugian yang dialami investor. Hal ini juga dapat diartikan ada keyakinan sebesar 95% bahwa kerugian yang akan dialami oleh investor tidak akan melebihi 8649.67 atau bisa juga diartikan

ada kemungkinan bahwa kerugian investasi pada saham PT Indosat Tbk sebesar 8649.67 atau lebih.

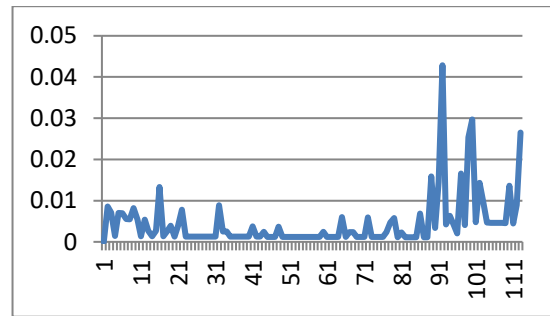
VaR dari 25 kali simulasi

- 8531.6
- 8409.5
- 8861.2
- 9410.6
- 8446.3
- 8439.9
- 8882.3
- 8262.3
- 8247.9
- 8344.8
- 9077
- 8634
- 8806.9
- 8401.3
- 9313.6
- 8461.2
- 8389.1
- 8727.9
- 9136.6
- 8342.4
- 8717.5
- 8228.8
- 8805.9
- 8545.5
- 8817.7

Rata-rata -8649.67

Dari 25 nilai return acak yang diperoleh dari hasil simulasi, dicari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan 95% (R^*). diasumsikan dana awal sebesar Rp.100.000,00 periode waktu satu hari maka VaR masing-masing aset dapat dihitung. Berdasarkan uji asumsi dan hasil perhitungan, return Bootstrap PT Indosat Tbk berdistribusi normal dengan parameter mean = 0.004 dan standar deviasi = 0.006316. Dari parameter Bootstrap ini dilakukan Simulasi Monte Carlo. Nilai VaR selalu berbeda setiap melakukan simulasi hal ini dikarenakan oleh perbedaan nilai acak yang dihasilkan. Salah satu cara untuk mengurangi masalah tersebut adalah dengan menjalankan banyak simulasi dan mengambil nilai rata-ratanya.

Pada tingkat kepercayaan 95% dan periode waktu harian dengan 25 kali ulangan simulasi menghasilkan rata-rata dari hasil 25 VaR di atas adalah -1330.62 tanda negatif pada nilai rata-rata tersebut menandakan kerugian yang dialami investor. Hal ini juga dapat diartikan ada keyakinan sebesar 95% bahwa kerugian yang akan dialami oleh investor tidak akan melebihi 1330.62 atau bisa juga diartikan ada kemungkinan bahwa kerugian investasi pada saham PT Indosat Tbk sebesar 1330.62 atau lebih.



Gambar 1.5 Grafik Data Pemusatan (Bootstrap)

VaR dari 25 kali simulasi

- Bootstrap
- 1134.40
- 1715.05
- 1387.35
- 1081.51
- 1295.54
- 1719.07
- 1284.11
- 2027.74
- 1319.35
- 1456.25
- 1169.01
- 1058.40
- 1500.49
- 1747.77
- 1659.32
- 1155.00
- 1208.77
- 1145.75
- 1152.69
- 1067.89
- 1132.59
- 1109.23
- 1313.67

VaR dari 25 kali simulasi

-1068.75

-1355.79

Rata-rata -1330.62

Berdasarkan analisis dengan menggunakan metode Simulasi Monte Carlo dan bootstrap diperoleh hasil VaR yang disebutkan di atas. Dari hasil tersebut akan dihitung nilai *standart error* (SE) masing-masing simulasi untuk mencari simulasi yang lebih akurat dalam menghitung VaR. Dari penghitungan menggunakan SPSS diperoleh tabel

Tabel 3 Tabel penghitungan *standart error* (SE)

Report		
	Return monte carlo	Return bootstrap
Mean	-1.893697	.0044993
Std. Deviation	.4992381	.00631644
Error of Mean	.0514925	.00059420

Dari tabel 3 terlihat bahwa SE dari monte carlo sebesar 0.051 sedangkan SE dari proses bootstrap adalah 0.00059. Dengan kata lain penggunaan Simulasi Bootstrap lebih akurat dalam penghitungan nilai VaR dibandingkan dengan simulasi Monte Carlo dikarenakan pada proses Bootstrap data lebih terpusat.

PENUTUP

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa 1) Berdasarkan hasil analisis Simulasi Monte Carlo yang dilakukan sebanyak 25 kali ulangan diperoleh nilai rata-rata VaR sebesar -12615.77 tanda negatif pada VaR tersebut menandakan kerugian yang akan dialami oleh investor, 2) Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode Bootstrap yang dilakukan sebanyak 25 kali ulangan diperoleh nilai rata-rata VaR sebesar -1330.62 tanda negatif pada VaR tersebut menandakan kerugian yang akan dialami oleh investor, 3) Berdasarkan Metode Simulasi Monte Carlo dan Metode Bootstrap, selanjutnya akan dicari keakuratan penghitungann VaR dengan membandingkan *standart error* dari kedua metode tersebut. Dari hasil penghitungan menggunakan SPSS diperoleh data bahwa nilai SE Simulasi Monte Carlo lebih besar dari Simulasi Bootstrap dengan $n=113$ dan

$B^*=1000$, hal ini menunjukkan bahwa Simulasi Bootstrap lebih baik dalam mengestimasi nilai VaR.

SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian berikutnya adalah 1) Untuk penelitian selanjutnya dapat diteliti mengenai analisis menggunakan Simulasi Monte Carlo dan Bootstrap pada Portofolio saham DAN 2) Perlu dicari mengenai identifikasi data yang diperlukan untuk penghitungan Simulasi Monte Carlo dan Bootstrap.

DAFTAR PUSTAKA

- Anoraga, P. & P. Pakarti. 2008. *Pengantar Pasar Modal*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arthini, W., K. Dharmawan, & L.P.I. Harini. 2012. *Perhitungan VaR Porfololio Menggunakan Data Historis Dan Data Simulasi Monte Carlo*. *E-Jurnal Matematika*, 1(1): 1-5.
- Best, P.1998. *Implementing Value at Risk*. England. John Willey & Sons Ltd.
- Butler, C.1999. *Mastering Value at Risk: A step by step guide to understanding & applying VaR*. Great Britain: Pearson Education Limited 1999.
- Campbell, R., R. Huissman, & K. Koedjik. 2001. *Optimal Portfolio Selection In Value at Risk Framework*. *Journal of Banking and Finance*, 25: 1789-1804.
- Cynthia, A. 2016. Analisis Perbandingan Menggunakan ARIMA dan Bootstrap pada Peramalan Nilai Ekspor Indonesia. *UNNES Journal of Mathematics* 5(1)(2017).
- Darmadji, T. & H. Fakhruddin. 2006. *Pasar Modal di Indonesia: Pendekatan Tanya Jawab*. Jakarta: Salemba Empat.
- Davison, A.C. & Hinkley, D. V. 2006. *Bootstrap Methods and Their Application*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Efron, B. & Tibshirani, R. 1993. *An Introduction to the Bootstrap*. New York: Chapman & Hall, Inc.
- Fallon, William. 1996. *Calculating Value at Risk*. New York: Goldman Sachs, Inc.
- Halim, A. 2005. *Analisis Investasi*. Edisi 2. Jakarta : Salemba Empat.
- Jorion, P., 2002. *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk* (2nd ed.). New York: The McGraw-Hill Companies.
- Joseph, H. 2014. *A Primer on Partial Least Square Equation Modeling (PLS-SEM)*. California: SAGE Publications, Inc.

- Karomah, Y. 2014. *Estimasi Parameter Bootstrap pada Proses Arma dan Aplikasinya pada Harga Saham*. Jurnal FMIPA, 4(1): 127.
- Manganelli S., R.F. Engle. 2001. *Value at Risk Model in Finance*. European Central Bank Working Paper no 75. European Central Bank Germany.
- Ruppert, D. 2001. *Empirical Methods in Financial Engineering*. New York:Springer.
- Rubinstein, R. 1981. *Simulation and The Monte Carlo Method*. Hobokan: John Wiley & Sons, Inc.
- Sungkono, J.2013. *Resampling Bootstrap Pada R*. Magistra:47-54.
- Tsay, R. S. 2005. *Analysis of Financial Time Series*(2nd ed.). United States of Amerika: Wiley-Interscience.
- Zuhara, U., M. S. Akbar, & Haryono. 2012. *Penggunaan Metode VaR (Value at Risk) Dalam Risiko Investasi Saham Dengan Pendekatan Generalized Pareto Distribution (GDP)*. Jurnal Sains Dan Seni ITS. 1(1): 56-61.