

## Optimalisasi Portofolio Saham dengan Simulasi Monte Carlo untuk Pengukuran *Value at Risk* (*VaR*)

Sarah Hardiana<sup>#1</sup>, Muhammad Subhan<sup>\*2</sup>, Dewi Murni<sup>\*3</sup>

<sup>#</sup> *Student of Mathematics Department, Universitas Negeri Padang*

<sup>\*</sup> *Lecturer of Mathematics Department, Universitas Negeri Padang*

<sup>1</sup>sarah.hardiana93@gmail.com

<sup>2</sup>13subhan@fmipa.unp.ac.id

<sup>3</sup>dewimunp@gmail.com

**Abstract** – Value at Risk (*VaR*) is the one of statistical measurement tools that measures the maximum expected loss from an investment on the certain confidence level and certain time period on normal market condition. One of the method to determine *VaR* value is Monte Carlo Simulation Method. The purpose of this paper is forming the optimal portfolio with *VaR* value. The type of reseaech is applied research using secondary data that is daily closing price stock LQ-45 about 6 months. The steps are determine the parameters, simulating the return value randomly, and calculate *VaR* value average. Based the result generated the optimal portfolio at the rate of return specified and by the smallest *VaR* value.

**Keywords** – Portfolio, Value at Risk (*VaR*), Monte Carlo Simulation, stock

**Abstrak** – *Value at Risk* (*VaR*) adalah suatu alat ukur statistik yang mengukur kerugian maksimum yang diharapkan dari sebuah investasi pada tingkat kepercayaan tertentu dan periode waktu tertentu dalam kondisi pasar normal. Salah satu metode untuk menentukan nilai *VaR* adalah Metode Simulasi Monte Carlo. Tujuan dari penulisan ini adalah membentuk portofolio optimal melalui nilai *VaR*. Jenis penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan menggunakan data sekunder yaitu penutupan harga saham harian LQ-45 selama 6 bulan. Langkah-langkahnya yaitu menentukan parameter, mensimulasikan nilai *return* secara acak, dan menghitung rata-rata nilai *VaR*. Berdasarkan hasil pembahasan diperoleh portofolio optimal pada tingkat *return* yang ditentukan dengan nilai *VaR* terkecil.

**Kata Kunci** – Portofolio, *Value at Risk* (*VaR*), Simulasi Monte Carlo, saham

### PENDAHULUAN

Portofolio merupakan suatu kombinasi atau gabungan dari dua atau lebih saham individu baik berupa *real asset* yang berbentuk pembelian aset produktif, pendirian pabrik, pembukaan pertambangan, pembukaan perkebunan dan *financial asset* yang dilakukan di pasar uang baik berupa setifikat deposito, atau surat berharga pasar uang yang dimiliki investor[2]. 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[6]. Problematika yang dihadapi investor adalah menentukan portofolio mana yang harus dipilih agar mendapatkan keuntungan sesuai dengan yang diharapkan, atau setidaknya agar investor tersebut tidak mengalami kerugian[2].

Saat ini perhitungan nilai resiko untuk mengurangi resiko dalam berinvestasi sehingga para investor dapat mengetahui nilai resiko lebih awal sudah cukup berkembang. Seiring perkembangan penghitungan nilai resiko, terdapat salah satu alat ukur untuk pengukuran

resiko yang sering digunakan, yaitu *Value at Risk* (*VaR*)[3]. *VaR* dapat didefinisikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang akan didapat selama periode waktu (*time period*) tertentu dalam kondisi pasar normal pada tingkat kepercayaan (*confidence level*) tertentu[3].

Dalam menghitung *VaR* terdapat tiga metode utama, yaitu metode parametrik (disebut juga metode varians-kovarians), metode simulasi Monte Carlo dan metode simulasi historis. Diantara ketiga metode ini, Monte Carlo merupakan metode yang paling akurat dalam mengestimasi nilai *VaR* pada suatu portofolio maupun aset tunggal [3]. Pada tulisan ini, akan dibahas perhitungan *VaR* dengan menggunakan metode simulasi Monte Carlo. Dalam mengestimasi nilai *VaR*, metode simulasi Monte Carlo melakukan simulasi dengan membangkitkan bilangan random berdasarkan karakteristik dari data yang akan dibangkitkan untuk nilai *VaR*-nya[4].

### METODE

Jenis penelitian merupakan penelitian terapan. Data pada penelitian ini adalah data sekunder. Data yang

digunakan pada penelitian ini merupakan data *return* saham LQ-45 dan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) periode Februari-Agustus 2015 yang diperoleh dari perhitungan harga penutupan saham (*closing price*) harian yang diperoleh dari website [www.yahoofinance.com](http://www.yahoofinance.com).

Analisis data dilakukan menggunakan simulasi *Monte Carlo* pada saham terpilih. Langkah-langkah yang digunakan dalam analisis data sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data penutupan harga saham harian LQ-45 dan IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) dengan periode Februari 2015-Juli 2015
2. Menghitung *return* dan risiko masing –masing saham
3. Menghitung *expected return* dan variansi *return*
4. Memilih *expected return* saham yang bernilai positif
5. Menguji normalitas *return* masing-masing saham yang memiliki *expected return* positif
6. Membentuk beberapa kombinasi portofolio
7. Menghitung bobot masing-masing saham pada setiap portofolio
8. Menentukan parameter, yaitu *mean return* dan standar deviasi setiap portofolio.
9. Mensimulasikan nilai *return* dengan membangkitkan secara random *return* portofolio dengan parameter yang diperoleh pada langkah (8) sebanyak data *return*
10. Menghitung *return* acak portofolio saham
11. Menghitung nilai *VaR* pada tingkat kepercayaan  $(1 - \alpha)$  dalam periode waktu  $t$  hari
12. Mengulangi langkah (9) sampai (11) sebanyak  $m$  kali sehingga mencerminkan nilai *VaR* portofolio yaitu  $VaR_1, \dots, VaR_m$ .
13. Menghitung rata-rata hasil dari langkah (12) untuk mengstabilkan nilai karena nilai *VaR* yang dihasilkan tiap simulasi berbeda [5].
14. Memilih portofolio optimal

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Notasi yang digunakan dalam optimalisasi portofolio saham dengan menggunakan simulasi monte carlo untuk pengukuran *Value at Risk (VaR)* adalah :

- $R_i$  : *Return* suatu aset  
 $P_t$  : Harga investasi pada saat  $t$   
 $P_{t-1}$  : Harga investasi pada saat  $t-1$   
 $E(R_i)$  : Tingkat pengembalian rata-rata yang diharapkan dari saham  $i$   
 $(R_{it})$  : Tingkat pengembalian dari saham  $i$  pada periode  $t$   
 $M$  : Banyaknya peristiwa (periode) yang terjadi  
 $\sigma_i^2$  : Risiko saham  
 $w$  : bobot aset pembentuk portofolio  
 $\Sigma^{-1}$  : invers matriks varian-kovarian  
 $R_p$  : *return* realisasi portofolio  
 $w_i$  : bobot atau proporsi dari sekuritas ke- $i$  terhadap seluruh sekuritas portofolio

$VaR_{(1-\alpha)}(t)$  : *VaR* pada tingkat kepercayaan  $(1-\alpha)$  dalam waktu  $t$

$W_0$  : dana awal investasi

$R^*$  : kemungkinan kerugian terburuk

#### A. Menghitung Return dan Expected Return Saham

*Return* merupakan imbalan atas keberanian investor menanggung risiko atas investasi yang dilakukan. *Expected return* merupakan tingkat pengembalian rata-rata yang diharapkan oleh investor[6]. Hasil perhitungan *expected return* tiap saham dapat dilihat pada [1]

Dari hasil perhitungan *expected return* tiap saham, maka dipilih saham yang memiliki *expected return* bernilai positif. Adapun saham-saham tersebut adalah:

TABEL I  
DAFTAR SAHAM YANG MEMILIKI EXPECTED RETURN POSITIF

NO	SAHAM	RETURN	VARIANSI
1	AKRA	0,002007	0,00047457
2	BBTN	0,001511	0,00040747
3	LPKR	0,00071	0,00060855
4	LPPF	0,001413	0,0264747
5	PTPP	5,87E-05	0,00039303
6	SILO	0,001948	0,0223795
7	SMRA	0,000885	0,00058105
8	SMSS	0,001649	0,02307439
9	TLKM	0,000473	0,00016242
10	UNTR	0,00143	0,00056168
11	UNVR	0,001032	0,00038758
12	WSKT	0,000625	0,00058573

#### B. Uji Normalitas Data Return Saham yang Memiliki Expected Return Positif

Berdasarkan seleksi saham pada tabel I, kemudian dilakukan uji normalitas terhadap saham yang memiliki *expected return* bernilai positif. Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah apakah suatu variabel berdistribusi normal atau tidak. Salah satu metode untuk menguji distribusi normal adalah uji Kolmogorof-Smirnov.

Dimana :

$H_0$  : data *return* saham berdistribusi normal

$H_1$  : data *return* saham tidak berdistribusi normal

Saham yang tidak berdistribusi normal tidak diikutsertakan dalam pemilihan portofolio optimal, karena

untuk mengestimasi nilai *VaR* dengan menggunakan Simulasi Monte Carlo data *return* saham haruslah berdistribusi normal.

Uji Kolmogorof-Smirnov pada data *return* ini menggunakan bantuan software SPSS. Adapun hasil uji saham-saham tersebut dapat dilihat pada tabel II

TABEL II  
HASIL PERHITUNGAN UJI NORMALITAS RETURN SAHAM

No	Saham	Asymp.Sig (2-tailed)	Keputusan
1	AKRA	0,796	Terima Ho
2	BBTN	0,241	Terima Ho
3	LPKR	0,029	<b>Tolak Ho</b>
4	LPPF	0,029	<b>Tolak Ho</b>
5	PTPP	0,424	Terima Ho
6	SILO	0,001	<b>Tolak Ho</b>
7	SMRA	0,252	Terima Ho
8	SMSS	0,011	<b>Tolak Ho</b>
9	TLKM	0,749	Terima Ho
10	UNTR	0,349	Terima Ho
11	UNVR	0,976	Terima Ho
12	WSKT	0,229	Terima Ho

### C. Pembentukan Kombinasi Portofolio

Berdasarkan tabel II terdapat 8 saham yang berdistribusi normal. Dari 8 saham tersebut akan di bentuk beberapa kombinasi portofolio dengan kriteria tertentu, yaitu berdasarkan *expected return* tertinggi sampai yang terendah dan risiko terendah sampai tertinggi. Adapun urutan *expected return* tertinggi sampai yang terendah adalah : AKRA, BBTN, UNTR, UNVR, SMRA, WSKT, TLKM, dan PTPP. Sedangkan urutan risiko terendah sampai tertinggi adalah : TLKM, UNVR, PTPP, BBTN, AKRA, UNTR, SMRA, dan WSKT. Kategori *return* tertinggi diperoleh dari nilai *return* yang berada diatas rata-rata *return* setiap aset yang terdaftar pada LQ-45 periode Februari 2015-Juli 2015, begitu juga untuk katerogi risiko tertinggi.

Adapun kombinasi portofolio terdiri dari 3 kriteria, adalah :

- 1.) Portofolio tipe 1, yang terdiri dari 2-3 saham yang memiliki *expected return* tinggi, yaitu :
  - a. P1 : AKRA, BBTN, dan UNTR
  - b. P2 : AKRA dan BBTN
  - c. P3 : AKRA dan UNTR
  - d. P4 : BBTN dan UNTR

- 2.) Portofolio tipe 2, yang terdiri dari 2-3 saham yang memiliki risiko rendah, yaitu :
  - a. P5 : PTPP, TLKM, dan UNVR
  - b. P6 : PTPP dan TLKM
  - c. P7 : PTPP dan UNVR
  - d. P8 : TLKM dan UNVR
- 3.) Portofolio tipe 3, yang terdiri dari 3 saham yang berisi 2 saham yang memiliki *expected return* tinggi dan 1 saham yang memiliki risiko rendah, yaitu :
  - a. P9 : AKRA, BBTN, dan TLKM
  - b. P10 : AKRA, BBTN, dan PTPP
  - c. P11 : AKRA, BBTN, dan UNVR
  - d. P12 : AKRA, TLKM, dan UNTR
  - e. P13 : AKRA, PTPP, dan UNTR
  - f. P14 : AKRA, UNTR, dan UNVR
  - g. P15 : BBTN, TLKM, dan UNVR
  - h. P16 : BBTN, PTPP, dan UNTR
  - i. P17 : BBTN, UNTR, dan UNVR

### D. Perhitungan Bobot Portofolio

Bobot merupakan besarnya proporsi dana dari setiap aset yang akan di investasikan dari total keseluruhan dana dalam suatu portofolio[6]. Total dari keseluruhan bobot pada setiap portofolio adalah 1 [2]. Bobot masing-masing aset untuk setiap portofolio dapat dilihat pada tabel III :

TABEL III  
BOBOT ASET PEMBENTUK PORTOFOLIO

	AKRA	BBTN	PTPP	TLKM	UNTR	UNVR
P1	0,31	0,37	-	-	0,32	-
P2	0,45	0,55	-	-	-	-
P3	0,54	-	-	-	0,46	-
P4	-	0,59	-	-	0,41	-
P5	-	-	0,22	0,64	-	0,14
P6	-	-	0,25	0,75	-	-
P7	-	-	0,5	-	-	0,5
P8	-	-	-	0,8	-	0,2
P9	-0,3	-66	-	67,1	-	-
P10	0,3	0,3	0,4	-	-	-
P11	0,28	0,32	-	-	-	0,4
P12	0,23	-	-	0,66	0,11	-
P13	0,35	-	0,39	-	0,26	-
P14	0,34	-	-	-	0,28	0,39
P15	-	2,36	-	-2,16	0,8	-
P16	-	0,38	0,36	-	0,26	-
P17	-	0,37	-	-	0,26	0,37

Karena  $0 \leq w \leq 1$ , maka P9 dan P15 tidak diikutsertakan dalam pemilihan portofolio optimal.

*E. Perhitungan Mean, Standar Deviasi Portofolio serta Perhitungan VaR Portofolio*

Hasil dari perhitungan bobot tersebut akan digunakan untuk menentukan *mean* dan standar deviasi setiap portofolio yang akan digunakan sebagai parameter untuk membangkitkan secara acak data *return* dari setiap portofolio. Perhitungan *mean* portofolio merupakan *return* portofolio [6], sedangkan standar deviasi merupakan risiko portofolio [6]. Sehingga, *mean* dan standar deviasi setiap portofolio dapat dilihat pada tabel IV.

TABEL IV  
MEAN DAN STANDAR DEVIASI SETIAP PORTOFOLIO

	Mean	Standar Deviasi
P1	0,0016408	0,014223
P2	0,0017333	0,016803
P3	0,0017438	0,016434
P4	0,0014776	0,016048
P5	0,0004608	0,011275
P6	0,0003686	0,011581
P7	0,0005494	0,01539
P8	0,0005868	0,012158
P10	0,0010791	0,013946
P11	0,00146	0,014108
P12	0,0009346	0,010841
P13	0,000931	0,013739
P14	0,0014851	0,013842
P16	0,0009672	0,014026
P17	0,0013126	0,013844

Portofolio yang memiliki *mean* atau *return* portofolio dibawah 0,001 tidak diikutsertakan dalam pemilihan portofolio optimal. Sehingga, portofolio yang diikutkan dalam langkah perhitungan selanjutnya adalah P1, P2, P3, P4, P10, P14, dan P17.

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai *VaR* dengan simulasi Monte Carlo untuk setiap portofolio, dimana  $VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t}$ . Perhitungan nilai *VaR* dengan Simulasi Monte Carlo menggunakan bantuan program Ms. Excel.

Jika dana awal ( $W_0$ ) untuk di investasikan adalah Rp 100.000.000,00 periode waktu ( $t$ ) adalah 1 hari dan estimasi kerugian maksimum setiap portofolio adalah  $R^*$ , maka pada tingkat kepercayaan 95% *VaR* masing-masing portofolio dengan 25 kali ulangan menghasilkan rata-rata *VaR* untuk setiap portofolio adalah dapat dilihat pada tabel V

TABEL V  
HASIL PERHITUNGAN VAR PORTOFOLIO

Portofolio	Aset Pembangun	Rata-rata VaR
P1	AKRA	-6671015,588
	BBTN	
	UNTR	
P2	AKRA	-6530349,428
	BBTN	
P3	AKRA	-7041943,889
	UNTR	
P4	BBTN	-2712445,342
	UNTR	
P10	AKRA	-6569714,016
	BBTN	
	PTPP	
P14	AKRA	-6907728,903
	UNTR	
	UNV	
P17	BBTN	-6587730,127
	UNTR	
	UNVR	

SIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Berdasarkan nilai *VaR* pada tabel 5, portofolio optimal adalah portofolio ke 4 (P4) yang memberikan nilai *VaR* terendah dengan rata-rata estimasi kerugian terburuk,  $R^*$  sebesar -0,27124. Portofolio optimal tersebut dibentuk oleh 2 saham tunggal, yaitu Bank Tabungan Negara (Persero) Tbk (BBTN) dan United Tractor Tbk (UNTR) dengan tingkat *return* 0,0014776 dan memberikan nilai rata-rata *VaR* portofolio sebesar -2712445,342 untuk dana awal Rp 100.000.000,00 . hal ini berarti, jika investor menginvestasikan dananya pada portofolio sebesar Rp 100.000.000,00 dari saham BBTN dan UNTR dengan bobot 59% (sebesar Rp 59.000.000,00) untuk BBTN dan 41% (sebesar Rp 41.000.000,00) untuk UNTR, kerugian maksimum yang akan diderita investor pada periode selanjutnya (1 hari setelah periode data historis) dengan

tingkat kepercayaan 95% tidak akan melebihi Rp 2.712.445,00 atau dapat dikatakan bahwa ada kemungkinan sebesar 5% kerugian investasi pada portofolio ini sebesar Rp 2.712.445,00 atau lebih

#### REFERENSI

- [1] Hardiana, Sarah. 2016. *Optimalisasi Portofolio Saham dengan Simulasi Monte Carlo untuk Pengukuran Value at Risk (VaR)*. Padang : FMIPA UNP
- [2] Halim, A. 2005. *Analisis Investasi*. Edisi kedua. Jakarta: Salemba Empat.
- [3] Jorion, P. 2007. *Value at Risk: The New Benchmark Managing Financial Risk*. Third Edition. New York: The Mc Graw-Hill Companies.
- [4] Maruddani, Di Asih I, dkk. 2009. *Pengukuran Value at Risk pada Aset Tunggal dan Portofolio dengan Simulasi Monte Carlo*. Volume 2. Jakarta: Media Statistika.
- [5] Rubinstein, R Y. 1981. *Simulation and Monte Carlo Method*. Willey & Sons, New York.
- [6] Tandililin, E. 2007. *Analisis Investasi dan Manajemen Portofolio*. Edisi pertama. Yogyakarta: BPFE.