

PENENTUAN *VALUE-AT-RISK* UNTUK PORTOFOLIO PADA INDEKS SAHAM LQ45 MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

DETERMINING VALUE-AT-RISK FOR PORTFOLIO OF STOCK INDEX LQ45 BY USING GENETIC ALGORITHM

Muh Arfan Arsyad¹, Jondri², Irma Palupi³

¹Prodi S1 Ilmu Komputasi, Fakultas Informatika, Universitas Telkom

²Prodi S1 Ilmu Komputasi, Fakultas Informatika, Universitas Telkom

³Prodi S1 Ilmu Komputasi, Fakultas Informatika, Universitas Telkom

¹muhammadarfan17@gmail.com, ²jondri123@gmail.com, ³irma.palupi@gmail.com

Abstrak

Portofolio merupakan salah satu jenis investasi yang berisiko. Portofolio yang biasanya terdiri dari beberapa aset saham selalu memiliki risiko ketidakpastian, apakah akan memperoleh keuntungan ataukah kerugian. Dengan adanya hal tersebut, para investor sangat berhati-hati bahkan sampai ada yang takut berinvestasi pada portofolio karena selalu ada risiko kerugian. Risiko kerugian sendiri sebenarnya sudah biasa terjadi dalam investasi portofolio saham. Namun, sampai saat ini belum ada yang bisa menentukan dengan pasti besar risiko kerugian yang bisa saja terjadi. Oleh karena itu, pada paper ilmiah ini akan dilakukan penaksiran dalam menentukan besar resiko kerugian maksimal yang disebut juga sebagai *Value-at-Risk* (VaR). Pada penelitian ini akan dilakukan penentuan VaR untuk setiap aset saham (sekuritas) pada indeks LQ45. Penelitian ini menggunakan data observasi harga saham pada indeks LQ45 selama 1 tahun, dari data tersebut dihitung *return* masing-masing. Data akan dibagi menjadi dua jenis yaitu data *training* dan data *testing*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Metode *Peak Over Threshold* (POT) yang merupakan salah satu dari metode *Extreme Value Theory* (EVT) dan Metode Newton Raphson Jacobian serta dengan pendekatan Algoritma Genetika. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa akurasi nilai VaR yang diperoleh pada aset – aset indeks LQ45 yang dihasilkan sebesar 74.41% dengan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 25.59% , dengan kombinasi parameter evolusi algoritma genetika yang terdiri dari jumlah generasi 1000, ukuran populasi 20, peluang pindah silang 0.8, peluang mutasi gen 0.05, dan tingkat kepercayaan 99% .
Kata kunci: Portofolio, VaR, POT, EVT, Newton Raphson Jacobian, Algoritma Genetika

Abstract

Portfolio is a one risky investment. Portfolio that usually contain some share asset always has a uncertainty risk, it will be take a profit or making a loss. Because of that, those investor very careful, even some of them are afraid to make an investment on this. A loss is a risk when someone taking a portfolio investment. But, untill today no one can determine how big the risk that can we get. In order of that, this scientific paper will do an assetment in determine the maximum loss that usually called Value-at-Risk (VaR). In this research we will determine VaR for every share asset (securities) in LQ45 index. Using one year price of stocks in LQ45, we will calculated each return value. Data will be seperated into two, training and testing data. Method that we used are Peak Over Threshold (POT) method which is one of the Extreme Value Theory (EVT) Method and Newton Raphson Jacobian Method with genetic algorithm approach. The results acquire that VaR accuracy on LQ45 index are 74.41% with Mean Absolute Error (MAE) 25.59% this results are from several genetic algorithm parameter which has for generation about 1000, population about 20, cross-over probability 0.8, gen mutation probability 0.05, and confidence level 99 percent.

Keyword: Portfolio, VaR, POT, EVT, Newton Raphson Jacobian, Genetic Algorithm

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi seperti sekarang ini, setiap negara di dunia dihadapkan oleh tantangan ekonomi. Di Indonesia, pertumbuhan ekonomi tidak menentu dan cenderung fluktuatif setiap tahun, menurut Biro Analisa Anggaran dan Pelaksanaan APBN-SETJEN DPR-RI telah memprediksi bahwa pertumbuhan ekonomi Indonesia di tahun 2015 ini akan mengalami perlambatan. Hal tersebut dipengaruhi oleh perlambatan ekonomi yang terjadi di Eropa, Jepang dan Cina. Perlambatan ekonomi ini dapat

memberikan pengaruh negatif bagi pertumbuhan di berbagai bidang termasuk pada pertumbuhan investasi. Salah satu jenis investasi yang dimaksud adalah investasi pada aset finansial yaitu berupa kepemilikan saham – saham atau sering juga disebut portofolio.

Portofolio adalah gabungan saham, instrumen investasi, sejumlah aset yang biasa dibentuk oleh investor agar memperoleh keuntungan dari investasi. Semakin besar investasi aset untuk sebuah portofolio, maka tingkat risiko dari pengembalian

atau return juga akan semakin besar. Untuk mengatasi hal tersebut terdapat mekanisme yang dapat mentaksir besar risiko kerugian yang akan terjadi, yaitu dengan menentukan nilai *value-at-risk*.

Value-at-Risk (VaR) merupakan salah satu konsep yang dapat menghitung besar nilai risiko kerugian atau loss yang dapat terjadi. Menurut Philippe Jorion (2001) yang mengatakan bahwa VaR adalah salah satu tools yang banyak digunakan untuk mengestimasi paparan risiko pasar dan menghitung besar kerugian pada tingkat kepercayaan. [1] pernah mengemukakan bahwa VaR adalah sebuah estimasi kerugian dengan tingkat kepercayaan, bahwa rill kerugian maksimum pada portofolio di waktu akan datang tidak akan melebihi VaR. *Portfolio Value-at-Risk Extreme Value Theory* (PVaREVT) merupakan salah satu mekanisme yang dapat digunakan untuk menghitung VaR. Mekanisme PVaREVT dibentuk oleh metode Extreme Value Theory (EVT) dan Peak Over Threshold (POT) yang keduanya tersebut digunakan untuk mengestimasi besar VaR. EVT digunakan untuk mengidentifikasi nilai – nilai ekstrim dan POT adalah sebagai alat untuk mengukur dan memisahkan nilai biasa dan nilai ekstrim dengan sebuah nilai ambang.

Menurut [2] EVT mendapatkan banyak perhatian khusus dari para peneliti di Australia. Chan dan Gray (2006), Thomas et al. (2009) dan Jeyasreedharan et al. (2009) adalah satu dari beberapa peneliti yang melakukan studi menggunakan teknik EVT. Berdasarkan hal tersebut, penulis termotivasi untuk melakukan penelitian tentang bagaimana cara untuk menghitung dan menentukan besar nilai VaR pada indeks saham yang ada di Indonesia. Indeks saham yang dimaksud adalah indeks saham LQ45.

2. Metodologi

2.1 Saham

Saham adalah surat berharga [3] yang menunjukkan kepemilikan perusahaan sehingga pemegang saham memiliki hak klaim atas dividen atau distribusi lain yang dilakukan perusahaan kepada pemegang sahamnya, termasuk hak klaim atas aset perusahaan, dengan prioritas setelah hak klaim pemegang surat berharga lain dipenuhi jika terjadi likuiditas.

2.2 Indeks Saham LQ45

Indeks saham LQ45 adalah salah satu indeks

saham yang diperdagangkan di Bursa Efek Indonesia (BEI) yang terdiri dari 45 jenis saham (emiten) perusahaan. Perusahaan – perusahaan tersebut adalah perusahaan terpilih yang memiliki likuiditas tertinggi dan kapitalisasi pasar, dengan kriteria-kriteria yang sudah ditentukan.

2.3 Value-at-Risk

Value-at-Risk sering disebut sebagai VaR yaitu nilai kerugian (loss) yang dapat ditaksir. Menurut [4]

bahwa ketika menghitung *value-at-risk*, memberikan analisis dengan sebuah statement sebagai berikut :

“I am X percent certain there where will not be a loss of more than V dollars in the next N days.”

Dalam statement tersebut X percent merupakan tingkat kepercayaan. Menghitung VaR dari distribusi peluang dalam perubahan nilai portofolio dengan tingkat kepercayaan X%.

2.4 Penentuan Batas Ambang

Pembentukan model PVaR menggunakan metode EVT ini, dari data *return* saham yang sudah terkumpul dicari nilai batas ambang (u) terhadap distribusi *return* saham. Menghitung nilai batas ambang u ada beberapa metode antara lain :

- a. Mean Residual Life Plot (MRLP)
Metode MRLP merupakan suatu metode dalam menentukan nilai threshold berdasarkan pada nilai rata-rata dari GPD.
- b. Sample Mean Excess Function (SMEF)
Metode SMEF adalah metode menentukan threshold dengan menampilkan grafik.
- c. Prosentase
Metode Prosentase adalah metode yang lebih mudah digunakan dalam penentuan threshold. 10% dari data merupakan nilai kelebihan atau yang disebut dengan nilai ekstrim menurut Chaves-Dermoulin & Embrechts.

Pada penelitian ini, menggunakan metode Prosentase untuk menentukan nilai batas ambang aset saham. Dengan cara, nilai *threshold* dikalikan dengan nilai *return* terbesar dari setiap aset saham.

2.5 Maximum Likelihood Estimation (MLE)

Maximum likelihood estimation adalah [5] metode yang bersifat umum dari penaksiran titik dengan beberapa sifat teoritis yang lebih kuat dibandingkan dengan metode penaksiran kuadrat terkecil (ordinary least square), hal tersebut seperti yang diungkapkan dalam buku ajar (Abdul Aziz, 2007). Metode maximum likelihood estimation pernah diterapkan oleh Ping-Chen Lin & Po-Chang Ko tahun 2009 [9] dalam menentukan estimasi parameter *positive scaling* β dan *tail index* ξ

$$f(x) = \frac{1}{\beta} (1 + \xi \frac{x}{\beta})^{-\frac{1}{\xi}} \quad (2.4)$$

Dengan mengasumsikan bahwa fungsi f pada persamaan (2.4) adalah berdistribusi fat-tail maka dapat diperoleh $l(x) = \ln(L(x))$ sebagai berikut :

Sehingga diperoleh fungsi log-likelihood $l(x)$:

$$l(x) = -n \ln \beta_i + \left(-\frac{1}{\xi_i} - 1 \right) \left[\ln \left(1 + \xi_i \frac{x_1}{\beta_i} \right) + \ln \left(1 + \xi_i \frac{x_2}{\beta_i} \right) + \dots + \ln \left(1 + \xi_i \frac{x_n}{\beta_i} \right) \right] \quad (2.4.2)$$

Pada persamaan (2.4.2) di atas merupakan gabungan untuk setiap aset saham berdasarkan $x_1, x_2, x_3 \dots X_n$ yang masing-masing adalah nilai return yang dibawah nilai batas ambang.

2.6 Metode Newton Raphson Jacobian

Metode newton raphson adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan persamaan non-linear. Newton raphson juga merupakan algoritma atau skema iteratif untuk menyelesaikan system non-linear atau persamaan non-linear dan iterasi berhenti hingga syarat kekonvergenan tercapai. Secara umum, newton raphson [6] berasal dari persamaan deret taylor. Pada kasus non-linear multidimensi atau multivariabel, algoritma newton raphson dapat dilakukan dengan tahap sebagai berikut :

Mula-mula, [6] diberikan fungsi $f(x) = 0$, dimana sebuah fungsi non-linear diasumsikan sebagai solusi fungsi linear.

$$f(x) = f(x^*) + \frac{df}{dx}(x^*)(x - x^*) \quad \text{deret Taylor} \quad (2.5)$$

$$F(x) = F(x^*) + J(x^*)(x - x^*) \quad (2.5.1)$$

$$J(x) = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1(x)}{\partial x_1} & L & \frac{\partial F_1(x)}{\partial x_n} \\ M & O & M \\ \frac{\partial F_s(x)}{\partial x_1} & L & \frac{\partial F_s(x)}{\partial x_n} \end{bmatrix} \quad \text{matriks Jacobian} \quad (2.5.2)$$

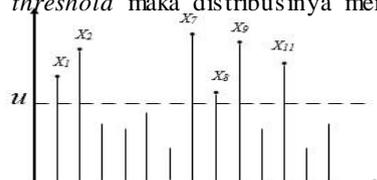
$J(x)$ merupakan matriks Jacobian yang elemen-elemen matriksnya berisi turunan parsial dari persamaan non-linear multidimensi. Selanjutnya, iterasi metode newton raphson menjadi sebagai berikut

$$x^{k+1} = x^k - J(x^k)^{-1} F(x^k) \quad \text{iterasi NRJ} \quad (2.5.3)$$

Setiap langkah diperlukan untuk menghitung atau mengevaluasi nilai f dan f' . Serta iterasi newton raphson akan berhenti pada saat konvergen dimana $f(x)$ bernilai sangat kecil yaitu menghampiri 0 dan nilai $\|x_{k+1} - x_k\|$ sangat kecil.

2.7 Model PVaREVT

Model *Portfolio Value-at-Risk Extreme Value Theory* (PVaREVT) adalah model yang digunakan untuk menghitung nilai VaR dengan mengabungkan metode Peak Over Threshold (POT) dalam teori EVT. Menurut [7] teorema Pickland-Dalkema dan de Haan yang menyatakan bahwa apabila semakin tinggi nilai *threshold* maka distribusinya mendekati GPD.



Gambar 0.6 batas ambang u oleh [7]

Gambar 2.6 di atas merupakan distribusi *return* dengan batas ambang u . Sedangkan model PVaREVT [8] sebagai berikut :

$$VaR = u + \frac{\beta}{\xi} \left(\left(\frac{1-q}{k/n} \right)^{-\xi} - 1 \right) \quad (2.6)$$

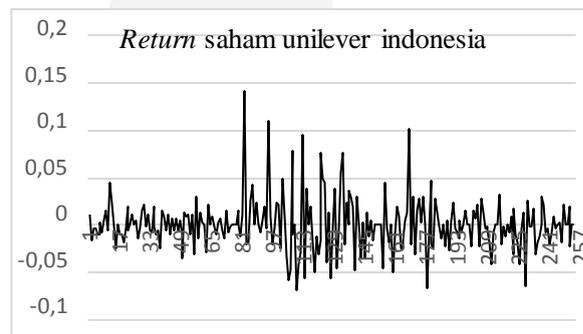
Persamaan 2.6 di atas merupakan model persamaan VaR (PVaREVT) dengan u sebagai batas ambang, β parameter beta, ξ parameter psi, q sebagai tingkat kepercayaan (*quantile*), n jumlah data observasi, dan k jumlah data di bawah batas ambang u .

2.8 Sampel Data

Sampel data berupa data harga saham (*close price*) indeks LQ45 selama 1 tahun, dari periode tanggal 19/05/2014 sampai 19/05/2015.

2.8.1 Preprocessing Data

Sebelum semua data diolah dan dimasukkan ke dalam model yang untuk selanjutnya diproses oleh algoritma genetika, terlebih dahulu data di-*preprocessing*. *Preprocessing* data meliputi menentukan *return*, variansi, ekspektasi *return* untuk setiap saham di indeks LQ45. Data yang telah di-*preprocessing* akan dibagi menjadi data *training* dan *testing*. Data *testing* akan dijadikan pembandingan untuk nilai *value-at-risk* dari data *training*.



2.9 Inisialiasasi Populasi

Tahap pertama membangkitkan populasi awal dengan sejumlah individu. Individu akan dibangkitkan acak melalui proses *encoding*, lalu didekodekan. Misalnya kasus dalam penelitian ini terdapat satu data nilai *return* saham x yang nilainya sama besar dengan Rp. 309 dalam bilangan real, lalu nilai tersebut dikonversi ke bentuk biner menggunakan rumus

$$b = g_1 2^{N-1} + g_2 2^{N-2} + g_3 2^{N-3} + \dots + g_N 2^0 \quad (2.9)$$

dimana N menunjukkan jumlah bit dan g_N adalah bit ke-1 menuju ke- N . Dalam hali ini 309 dapat dituliskan ke dalam bentuk biner 0100110101, karena memenuhi $(0x2^9) + (1x2^8) + (0x2^7) + (0x2^6) + (1x2^5) + (1x2^4) + (0x2^3) + (1x2^2) + (0x2^1) + (1x2^0) = 309$

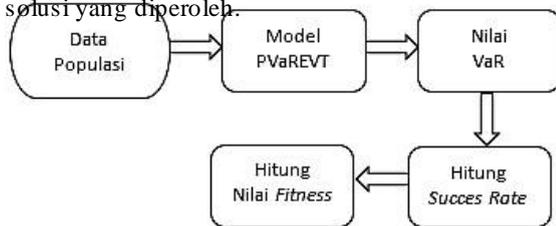
2.10 Representasi Kromosom

Kromosom yang digunakan dalam penerapan algoritma genetika merepresentasikan kumpulan

return saham beberapa perusahaan pada indeks saham LQ45. *Return* kumpulan aset (portofolio) sebagai kromosom tersebut akan menjadi individu dan kandidat solusi. Namun sebelum itu, individu tersebut akan dievaluasi sesuai dengan mekanisme algoritma genetika. Algoritma genetika melakukan evaluasi individu secara iteratif untuk menemukan solusi yang optimal. Penentuan solusi yang optimal diukur berdasarkan besar nilai fungsi *fitness*.

2.11 Evaluasi Individu

Evaluasi adalah tahap pengecekan nilai fungsi *fitness* dari setiap individu (kromosom). Nilai fungsi *fitness* inilah sebagai ukuran terhadap solusi yang didapatkan nantinya. Semakin besar nilai fungsi *fitness* yang didapat maka semakin optimal juga solusi yang diperoleh.



Gambar 2.11 Proses Evaluasi

2.11.1 Pengujian Kembali (Backtesting)

Backtesting adalah metode pengujian kembali yang digunakan untuk mengestimasi nilai *success rate* untuk setiap VaR aset saham yang dihasilkan. Menurut [9] *success rate* adalah total aset saham yang nilai VaR-nya lebih besar dibandingkan *return* saham yang sebenarnya seperti pada data observasi dibagi dengan total waktu percobaan. Selain mengestimasi *success rate*, *backtesting* ini juga digunakan untuk mengevaluasi model VaR yang digunakan.

$$SR_{VaR} = \frac{NS}{t} \tag{2.11.1}$$

SR_{VaR} adalah *success rate*, NS total aset yang sukses dan t total waktu percobaan (*sliding window*).

2.11.2 Fungsi Fitness

Berdasarkan *success rate* yang telah dihitung, maka untuk menentukan nilai VaR pada aset saham indeks LQ45 yang optimal, dari model VaR akan digunakan ukuran fungsi *fitness* seperti [9] pada persamaan berikut

$$F(V) = \frac{1}{(1 - SR_{VaR})^M} \tag{2.11.2}$$

$F(V)$ adalah fungsi *fitness*, N total aset portofolio, S jumlah aset portofolio yang terpilih.

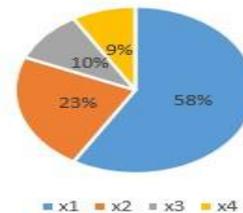
Fungsi *fitness* di atas akan menjadi *minimum validation error* untuk menghitung nilai *fitness* untuk setiap individu pada proses algoritma genetika. Rumus nilai *fitness* untuk permasalahan meminimasi yaitu

$$f = \frac{1}{F(V)} \tag{2.11.3}$$

BilKecil adalah bilangan kecil (untuk menghindari pembagi 0). Pengecekan nilai *fitness* pada setiap individu dilakukan di setiap generasinya dan akan dievaluasi sesuai siklus algoritma genetika.

2.12 Seleksi Orang Tua

Seleksi adalah proses untuk memilih calon orang tua (*parent*). Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melakukan proses seleksi yaitu dengan *roulette-wheel*, *competition*, dan *tournament*. Namun, yang paling sering digunakan adalah metode *roulette-wheel*. Metode seleksi *roulette-wheel* sistemnya sama dengan permainan *roulette*, siapa yang memiliki daerah yang lebih luas maka peluang menangnya juga semakin besar. Misalnya



2.13 Pindah Silang

Pindah silang yang sering disebut juga perkawinan silang (*crossover*) merupakan proses mengkombinasikan dua individu atau *parent* untuk memperoleh individu-individu yang baru sama seperti di kehidupan manusia, dan dari itu diharapkan individu yang baru (*rekombinasi*) mempunyai nilai *fitness* yang lebih baik. Misalkan
 0 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 -- *parent 1*, *fitness*=0.0360
 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 -- *parent 2*, *fitness*=0.68457
 Tidak semua orang tua mengalami kawin silang, banyak perkawinan silang *parent* ditentukan dari nilai peluang *crossover*.

2.14 Mutasi Gen

Mutasi gen adalah proses penggantian gen dengan nilai baliknya, yaitu gen 0 akan menjadi 1 dan gen 1 akan menjadi 0. Selain *crossover*, dilakukan juga mutasi gen untuk memperoleh nilai *fitness* yang terbaik. Misalnya

0 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 -- *parent 1*, *fitness*=0.03623

0 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 -- *parent 1*, *fitness*=0.05150

Namun, banyaknya individu yang dapat mengalami mutasi gen ditentukan oleh besar peluang mutasi.

2.15 Mean Absolute Error (MAE)

Mean absolute error atau sering disingkat dengan MAE merupakan perhitungan error atau selisih antara nilai tebakan (*estimasi*) dengan nilai

sebenarnya. Perhitungan MAE tidak memperhatikan selisihnya positif maupun negatif. MAE dapat dihitung dengan menggunakan persamaan seperti pada persamaan (2.15) di bawah ini

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |f_i - y_i| \quad (2.15)$$

dimana n adalah banyaknya jumlah data, f_i adalah tebakan(estimasi) dan y_i adalah nilai sebenarnya (aktual).

2.16 Nilai Portofolio

Nilai portofolio adalah nilai gabungan atas beberapa aset saham atau sekuritas. Nilai gabungan tersebut terdiri dari nilai *return* dan bobot atau proporsi investasi pada masing-masing sekuritas. Menurut [10] Marek Capinski dan Tomasz Zastwniak seperti dalam bukunya, menuliskan persamaan untuk nilai portofolio beberapa sekuritas sebagai berikut

$$V(1) = V(0) (w_1(1 + r_1) + w_2(1 + r_2)) \quad (2.16)$$

Dimana $V(1)$ adalah nilai portofolio pada waktu $t=1$, $V(0)$ nilai portofolio pada waktu $t=0$, w_1 bobot investasi saham 1, w_2 bobot investasi saham 2, r_1 *return* saham 1, r_2 *return* saham 2.

2.17 Bobot Optimal Portofolio

Selain nilai *return*, proporsi investasi (bobot) ini sangat berpengaruh pada nilai portofolio dan risiko portofolio pada sebuah investasi saham pada beberapa sekuritas. Langkah – langkah yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan bobot investasi yaitu pertama menghitung *return* dan *expected return* dari n aset, lalu menghitung variansi *return* n aset tersebut, bangun matriks kovariansi, matriks korelasi, identitas u, dan kemudian terakhir menghitung bobot optimal portofolio untuk sejumlah n aset.

3. Pengujian Sistem

3.1 Skenario Pengujian Sistem

Beberapa skenario pengujian sistem yang akan dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut

- Skenario 1 adalah sistem diimplementasi dengan parameter algoritma genetika yang terdiri dari batas atas R_a bernilai 1 dan batas bawah R_b -1, dengan tingkat kepercayaan (*quantile*) VaR sebesar 99%.
- Skenario 2 adalah sistem diimplementasi dengan parameter algoritma genetika yang terdiri dari batas atas R_a bernilai 0.5 dan batas bawah R_b -0.5, dengan tingkat kepercayaan (*quantile*) VaR sebesar 99%.

Skenario pengujian sistem di atas akan menggunakan kombinasi parameter evolusi algoritma genetika meliputi jumlah generasi MaxG, ukuran populasi UkPop, peluang pindah silang

Psilang, dan peluang mutasi gen Pmutasi seperti pada **Table 3.1** di bawah ini

Tabel 3.1 Kombinasi Parameter Evolusi

Tingkat Kepercayaan 99%			
MaxG	UkPop	Psilang	Pmutasi
1000	10	0.8	0.01
			0.05
		0.5	0.01
			0.05
	20	0.8	0.01
			0.05
		0.5	0.01
			0.05
	30	0.8	0.01
			0.05
		0.5	0.01
			0.05

3.2 Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian sistem akan sesuai dengan skenario pengujian sistem yang dibuat, bermula pada pembagian data yang terdiri dari data *training* dan data *testing*, perhitungan nilai *return* untuk masing-masing aset saham, perhitungan parameter beta dan parameter psi, perhitungan VaR, nilai *fitness*, dan perhitungan error, serta perhitungan nilai portofolio berdasarkan skenario pembentukan portofolio. Berikut hasil pengujian sistem dari semua skenario dan kombinasi parameter evolusi.

Tabel 3.2 Hasil Training dan Testing Skenario 1

Rb Ra [-1,1] & Tingkat Kepercayaan 99%						
MaxG	UkPop	Psilang	Pmutasi	Fitness	MAE tr	MAE ts
1000	10	0.8	0.01	0.5301	0.522304	0.448980
			0.05	0.4522	0.373947	1.596611
		0.5	0.01	0.6211	1.588536	0.684473
			0.05	0.4471	0.869573	0.414549
	20	0.8	0.01	0.5446	0.655062	0.551793
			0.05	0.4089	0.255958	0.366364
		0.5	0.01	0.6187	1.217793	0.763309
			0.05	0.4721	0.637507	0.365622
	30	0.8	0.01	0.5501	0.474927	0.399420
			0.05	0.4319	0.320007	0.417142
		0.5	0.01	0.6066	0.776387	0.602876
			0.05	0.4330	0.545816	0.355453

Tabel 3.3 Hasil Training dan Testing Skenario 2

Ra Rb [-0.5, 0.5] & Tingkat Kepercayaan 99%						
MaxG	UkPop	Psilang	Pmutasi	Fitness	MAE tr	MAE ts
1000	10	0.8	0.01	0.4498	1.259776	0.292469
			0.05	0.2753	0.834093	0.380804
		0.5	0.01	0.4318	1.054122	0.316629
			0.05	0.2976	0.705584	0.273622
	20	0.8	0.01	0.5440	0.643398	0.392793
			0.05	0.3184	0.339613	0.335647
		0.5	0.01	0.4446	1.007811	0.230724
			0.05	0.2983	0.520067	1.010589
	30	0.8	0.01	0.4880	0.732256	0.134618
			0.05	0.3178	0.345962	0.498291
		0.5	0.01	0.4846	0.768093	0.527187
			0.05	0.2973	0.633169	0.335471

Berdasarkan skenario yang telah dilakukan, diperoleh hasil seperti pada **Table 3.2** dan **Table 3.3** di atas. Dengan kombinasi parameter evolusi tersebut diperoleh hasil terbaik dengan MAE *training* dan MAE *testing*, yaitu pada pada **skenario 1** dengan jumlah generasi 1000, ukuran populasi 20, peluang pindah silang 0.8, peluang mutasi 0.05

diperoleh MAE_{tr} sebesar 25.59% dan MAE_{ts} sebesar 36.63%. Sedangkan skenario 2 dengan jumlah generasi 1000, ukuran populasi 20, peluang pindah silang 0.5, peluang mutasi 0.05 diperoleh MAE_{tr} sebesar 34.59% dan MAE_{ts} sebesar 49.82%. Pemilihan hasil terbaik pada skenario berdasarkan MAE_{tr} dan MAE_{ts} terkecil.

Tabel 3.4 Hasil VaR Pada Saham Indeks LQ45

aali	adhi	adro	akra	antm	asii	asri	bbca
0.0134	0.0273	0	0.0922	-0.0188	-0.0034	0.0357	0.0076
0.0729	0.1092	-0.4553	0.0210	0.4268	-0.9992	-0.2440	-0.1515
0.0678	0.0870	-0.6592	0.0163	-1.1815	-0.6735	0.0533	0.0277

bbni	bbri	bbtn	bmri	bmtr	bsde	cpin	ctra
0	0	0.0166	0.0046	-0.0035	0.0332	0.0053	0.0560
0.0315	-0.3557	0.1005	0.0270	0.0309	0.0280	-0.2466	-0.3330
0.0603	0.0321	0.0386	0.0167	-1.1399	0.0327	0.1437	-0.0996

excl	ggrm	icbp	inco	indf	intp	itmg	jsmr
-0.0062	0.0181	0.0038	-0.0097	0.1037	-0.0080	0.0341	0.0071
-1.0100	0.0965	0.0559	-0.4949	0.0219	-1.0623	-0.3289	0.0769
0.0412	0.0569	0.0722	0.0730	0.0551	0.0865	0.0545	-9.0369

klbf	lpkr	lppf	lsip	mncn	mppa	pgas	ptba
-0.0109	0.0098	-0.0150	0.0079	0.0157	0.0164	-0.0042	-0.0100
-0.5105	-1.0493	0.6419	0.0618	0.0348	0.1091	0.0136	0.1017
-0.8508	0.0970	0.0570	0.0450	0.0357	0.0525	0.0136	0.0582

ptpp	pwon	scma	silo	smgr	smra	ssms	tbig
0.0042	0.0485	0	0.0055	0	0.0197	0.0150	-0.0077
0.0476	0.0693	0.0250	0.1432	-1.3130	0.0644	0.2113	0.1302
0.0460	0.0989	0.0188	0.0847	0.0895	0.0628	0.1053	0.1030

tlkm	untr	unvr	wika	wskt
-0.0017	-0.0029	0.0070	-0.0014	-0.0035
0.0211	0.0178	0.0296	0.0699	0.0371
0.0571	0.0847	0.0291	0.0602	0.0227

Keterangan : Baris 1 = emiten
 Baris 2 = return saham h+1
 Baris 3 = VaR skenario 1
 Baris 4 = VaR skenario 2

VaR aset saham LQ45 yang berhasil ditaksir terhadap nilai return 1 hari berikutnya tidak melebihi 50% dari 45 sekuritas saham LQ45, baik pada hasil terbaik di skenario 1 maupun skenario 2. Nilai VaR aset saham untuk hasil terbaik di skenario 1 yang berhasil ialah pada saham adaro energy, akr corporindo, astra international, alam sutera reality, bank central asia, bank rakyat indonesia, bumi serpong damai, charoen pokphand indonesia, ciputra development, vale indonesia, indofood sukses makmur, indo tambang megah, dan kalbe farma. Sedangkan pada hasil terbaik di skenario 2 yang berhasil hanya saham adaro energy, akr corporindo, astra international, bumi serpong damai, dan kalbe farma.

Hasil VaR aset saham LQ45 baik untuk proses training dan testing telah ditemukan nilai VaR sebagai pencilon(outlier). Kriteria nilai VaR yang dianggap outlier pada hasil pengujian ialah VaR yang bernilai melebihi 1 dan -1. Pada skenario 1 dengan jumlah generasi 1000, ukuran populasi 20, peluang pindah silang 0.8, peluang mutasi 0.05 diperoleh MAE_{tr} sebesar 25.59% dan MAE_{ts} sebesar 36.63% memiliki 7 outlier, yaitu proses training ada 4 outlier dan proses testing ada 3 outlier. Sedangkan, skenario 2 dengan jumlah

generasi 1000, ukuran populasi 20, peluang pindah silang 0.5, peluang mutasi 0.05 diperoleh MAE_{tr} sebesar 34.59% dan MAE_{ts} sebesar 49.82% juga memiliki 7 outlier, yaitu pada proses training ada 3 outlier dan proses testing ada 4 outlier. Adanya outlier tersebut pada nilai VaR sangat mempengaruhi perhitungan MAE untuk setiap pengujian yang dilakukan, baik pada skenario 1 maupun skenario 2. Selain itu, outlier ini juga telah diasumsikan dengan dugaan bahwa data harga saham atau return saham harian pada aset saham indeks LQ45 sangat acak atau bersifat fluktuatif.

3.4 Skenario Portofolio

Skenario portofolio ini bertujuan untuk simulasi pembentukan portofolio seperti yang dilakukan seorang investor, manager investasi maupun pihak lain. Skenario ini menggunakan nilai return dan nilai taksiran VaR untuk setiap sekuritas pada indeks saham LQ45, dengan demikian dapat terlihat performansi VaR dalam mengoptimasi sebuah portofolio yang dibangun. Namun, skenario portofolio ini dibatasi hanya menggunakan nilai taksiran VaR skenario 1 seperti pada Tabel 3.4, alasannya karena akurasi pada taksiran VaR skenario 1 lebih besar daripada akurasi pada taksiran VaR di skenario 2. Kemudian, jumlah pemilihan sekuritas juga dibatasi hanya ada 3 kombinasi, yaitu terdiri dari 2 sekuritas dengan bobot sama, 3 sekuritas dengan bobot optimal, dan 4 sekuritas dengan bobot optimal. Berikut dibawah ini adalah hasil skenario portofolio.

Tabel 3.5 Nilai Portofolio untuk 2 Sekuritas

return aktual sekuritas akra & indf					
V(0)	w1	w2	X1	X2	V(1)
200000000	0.5	0.5	0.0922	0.1037	219590000
taksiran VaR sekuritas akra & indf					
V(0)	w1	w2	VaR S1	VaR S2	V(1)
200000000	0.5	0.5	0.0210	0.0219	204290000

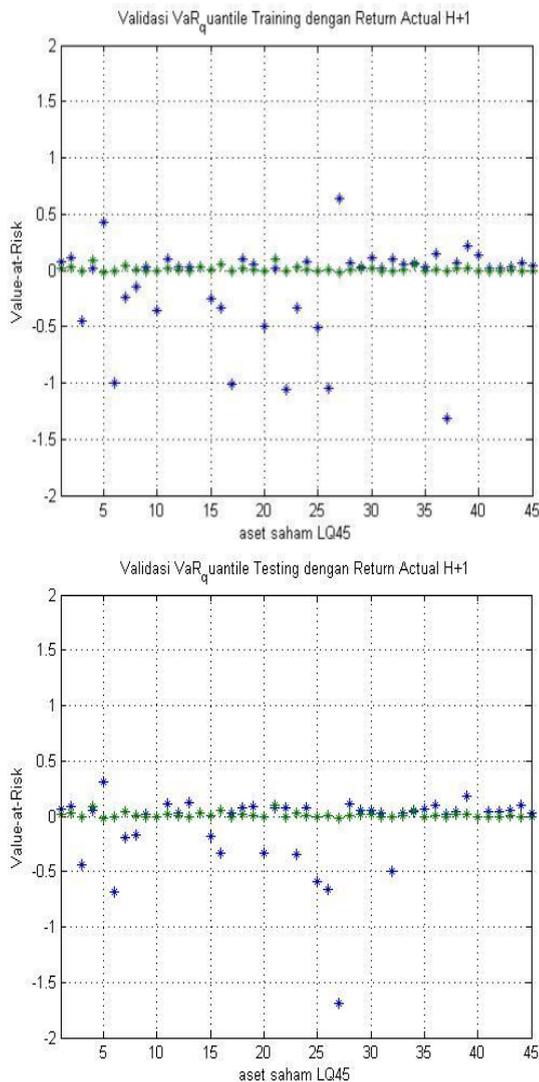
Tabel 3.6 Nilai Portofolio untuk 3 Sekuritas

return aktual sekuritas bsde, indf, tlkm							
V(0)	w1	w2	w3	X1	X2	X3	V(1)
500000000	0.1298	0.6545	0.2156	0.0332	0.1037	-0.0017	535908764
taksiran VaR sekuritas bsde, indf, tlkm							
V(0)	w1	w2	w3	VaR S1	VaR S2	VaR S3	V(1)
500000000	0.1298	0.6545	0.2156	0.0280	0.0219	0.0211	511259775

Tabel 3.7 Nilai Portofolio untuk 4 Sekuritas

return aktual sekuritas antm, lppf, silo, ssms								
w1	w2	w3	w4	X1	X2	X3	X4	
0.3455	0.2119	0.2843	0.1583	-0.0188	-0.0150	0.0055	0.0150	
taksiran VaR sekuritas antm, lppf, silo, ssms								
w1	w2	w3	w4	VaR S1	VaR S2	VaR S3	VaR S4	
0.3455	0.2119	0.2843	0.1583	0.4268	0.6419	0.1432	0.2113	
				V(0)	V(1)			
				1000000000	994264250			
				V(0)	V(1)			
				1000000000	1357638560			

3.5 Plotting Distribusi Value-at-Risk (VaR)



3.6 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian pada beberapa skenario pengujian sistem yang telah dirancang, telah diketahui bahwa nilai VaR yang ditaksir menggunakan algoritma genetika hasilnya lebih baik daripada yang tidak menggunakan, hal tersebut dapat terlihat pada akurasi *training* yang lebih baik dibandingkan akurasi *testing*. MAE *training* pada hasil terbaik di skenario 1 sebesar 25,59% sehingga akurasinya sebesar 74,41% dan MAE *testing*-nya sebesar 36,63% sehingga akurasinya sebesar 63,37%. Sedangkan, MAE *training* pada hasil terbaik di skenario 2 sebesar 34,59% sehingga akurasinya sebesar 65,41% dan MAE *testing*-nya sebesar 49,82% sehingga akurasinya sebesar 50,18%. Pada pengujian sistem, nilai akurasi juga sangat dipengaruhi oleh *outlier* pada nilai VaR, hal tersebut terlihat pada hasil MAE yang tidak relevan, selain pada hasil terbaik di skenario 1 dan skenario 2.

Hasil VaR yang berhasil ditaksir telah dilakukan pengujian skenario portofolio. Pengujian skenario yang dilakukan dengan 3 kombinasi terdiri

dari 2 sekuritas, 3 sekuritas dan 4 sekuritas. Skenario 2 sekuritas dan 3 sekuritas, nilai VaR masih dapat mengantisipasi nilai risiko maksimal pada portofolio yang dibentuk. Sedangkan, portofolio dengan 4 sekuritas nilai VaR gagal untuk mengantisipasi nilai risiko maksimal pada portofolio tersebut. Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa semakin besar investasi saham yang dilakukan pada portofolio maka semakin besar pula risiko investasi yang dapat terjadi, sehingga performansi nilai VaR tidak dapat selalu mengestimasi permasalahan tersebut.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh, terdapat beberapa kesimpulan dalam tugas akhir ini yaitu :

- Akurasi nilai VaR yang diperoleh pada aset – aset indeks LQ45 yang dihasilkan sebesar 74.41% dengan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 25.59%. Hasil tersebut diperoleh dengan kombinasi parameter evolusi algoritma genetika yang terdiri dari jumlah generasi 1000, ukuran populasi 20, peluang pindah silang 0.8, peluang mutasi gen 0.05, dengan tingkat kepercayaan 99%.
- Performansi nilai VaR dalam pembentukan portofolio dengan 2 sekuritas dan 3 sekuritas, nilai VaR masih dapat mengantisipasi risiko portofolio sehingga nilai portofolio yang diperoleh optimal. Sedangkan, portofolio dengan 4 sekuritas nilai VaR tidak dapat lagi mengantisipasi risiko portofolio.

5. Saran

- Pada penelitian selanjutnya dengan topik *Value-at-Risk*, sebaiknya menggunakan metode lain untuk mencari parameter (β , ξ) selain Newton Raphson Jacobian yang digunakan untuk mentaksir nilai VaR, agar dapat dijadikan pembandingan dengan metode Newton Raphson Jacobian.
- Memperbanyak sampel data yang lebih dari 1 tahun, terutama pada data *training* agar hasil VaR yang diperoleh lebih baik lagi.

Daftar Pustaka

- Alexander, Carol, 2008, *Market Risk Analysis IV*, Edisi ke-4, England, John Wiley & Sons Ltd.
- Abhay K Singh, David E Allen & Robert J Powell, 2011, *Value at Risk Estimation Using Extreme Value Theory, International Congress on Modelling and Simulation*.
- Y, Subrata, 2010, Portofolio, Bab II Tinjauan Teoritis, Sumatera Utara, Universitas Sumatera Utara.

- [4] Hull, John C., 2009, Options, Futures, And Other Derivatives ,Edisi Ke-7, Canada, University Of Toronto.
- [5] M.Si., Abdul Aziz, 2007, Ekonometrika Teori dan Analisis Matematis, *Buku Ajar*, Malang, Universitas Islam Negeri Malang.
- [6] Dr., Starzyk J. A., 2005, *Computer Aided Analysis of Electronic Networks, materials in this lecture are from the notes of EE219A UC-berkeley*, Ohio University, Athens,OH,45701.
- [7] Yustika Desi Wulan Sari & Sutikno, 2013, Estimasi Parameter *Generalized Pareto Distribution* Pada Kasus Identifikasi Perubahan Iklim di Sentra Produksi Padi Jawa Timur, *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, Vol. 2, No.2.
- [8] Fernandez, Viviana., *Extreme Value Theory And Value At Risk*, *Journal of Center for Applied Economics, Department of Industrial Engineering*, University of Chile.
- [9] Ping-Chen Lin & Po-Chang Ko, 2009, Portfolio value-at-risk forecasting with GA-based extreme value theory, *Journal of Applied Sciences*, Vol. 36, Pages 2503-2512.
- [10] Capinski, Marek & Tomasz Zastwniak, 2013, *Mathematics for Finance : An Introduction to Financial Engineering*, Springer.