

**VALUE-AT-RISK MENGGUNAKAN MODEL MARKOV SWITCHING
AUTOREGRESSIVE
(STUDI KASUS SAHAM PT. ASTRA INTERNASIONAL)**

***Value-at-Risk Using Markov Switching
Autoregressive*
(CASE STUDY STOCK OF PT. ASTRA INTERNATIONAL)**

Achmad Syarief Fadholy^{#1}, Deni Saepudin^{#2}, Aniq Atiqi Rohmawati^{#3}

Prodi S1 Ilmu Komputasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi No.01 Bandung, Indonesia
¹Syariefadholy@gmail.com

Abstrak

Situasi perekonomian yang tidak menentu, mengharuskan investor untuk dapat memprediksi kerugian dipasar saham. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui kerugian tersebut adalah *Value-at-Risk* (VaR). Model *Markov Regime Switching* dapat dilibatkan untuk perhitungan nilai kerugian investasi. Salah satu model utama yang digunakan pada tugas akhir ini adalah Model *Markov Switching Autoregressive* (MS-AR), untuk menentukan nilai VaR dengan model MS-AR(1.0) dan MS-AR(1.1). Berdasarkan perbedaan dalam metodologi VaR, VaR optimal diuji dengan menggunakan *Correct VaR*. Realisasi pelanggaran model VaR-MSAR untuk $St=0$ memiliki nilai proporsi yang dekat dengan target pelanggaran, dibandingkan dengan model VaR-MSAR untuk $St=1$ yaitu 0.068; 0.022; dan 0.007 untuk masing-masing target pelanggaran 10%; 5%; dan 1%.

Kata Kunci : Saham, *Value-at-Risk*, *Markov Switching Autoregressive*, *Correct VaR*

Abstract

The uncertain economic situation, requires investors to be able to predict losses in the stock market. One method that can be used to determine the loss is *Value-at-Risk* (VaR). The *Markov Regime Switching* model can be involved for the calculation of the value of the investment loss. One of the main models used in this final project is the *Markov Switching Autoregressive* Model (MS-AR), to determine the VaR values with the MS-AR (1.0) and MS-AR (1.1) models. Based on differences in the VaR methodology, the optimal VaR was tested using *Correct VaR*. The realization of the VaR-MSAR model violation for $St = 0$ has a value of proportion close to the target violation, compared to the VaR-MSAR model for $St = 1$ that is 0.068; 0.022; And 0.007 for each of the 10% violation targets; 5%; And 1%.

Keywords : Stock, *Value-at-Risk*, *Markov Switching Autoregressive*, *Correct VaR*

1. Pendahuluan

Dalam beberapa dekade terakhir, pesatnya pertumbuhan ekonomi dunia, menjadi sebuah tantangan tersendiri untuk para investor dalam bermain di pasar saham. Situasi perekonomian di pasar saham yang tidak pasti nilainya, mengharuskan investor untuk bisa memprediksi risiko yang nanti akan terjadi. Dalam hal investasi di pasar saham, yang sebaiknya dapat dilakukan adalah mengkaji dan mempertimbangkan risiko investasi dana dipasar saham. Ada beberapa metode yang dapat digunakan, salah satunya yang populer adalah *Value-at-Risk* (VaR).

Value-at-Risk digunakan untuk memprediksi nilai kerugian dimasa mendatang. Jorion (2007) dan Morgan (1996) menyatakan VaR sebagai kecukupan modal yang dibutuhkan untuk menutupi kerugian maksimum suatu investasi selama periode tertentu pada kondisi pasar normal[13]. Dengan kata lain bisa diartikan bahwa VaR adalah ukuran statistik untuk mengetahui kemungkinan kerugian. Oleh karena itu, dapat dilihat tiga variabel penting dalam perhitungan VaR yaitu besar kerugian, selang waktu, dan besar tingkat kepercayaan.

Contoh sederhana untuk mendefinisikan VaR dengan dilihat dari tingkat pelanggaran, yaitu apabila seseorang ingin berinvestasi dipasar saham, orang tersebut harus mengetahui seberapa besar resiko yang akan diambil, apabila berinvestasi di suatu saham. Misal diperusahaan A, harga saham sedang mengalami penurunan harga, misalkan diharga Rp. 4300 dari yang sebelumnya Rp. 4800, apakah harga tersebut akan lebih menurun atau bahkan akan naik diselang periode tertentu. Disinilah peranan VaR yang dapat dilihat dengan menggunakan tingkat pelanggaran. Bila perusahaan tersebut bisa memastikan harga saham tidak akan turun kembali, dengan tingkat pelanggaran 10% tidak akan turun melebihi harga Rp. 4200, maka investor akan berpikir ulang untuk berinvestasi di perusahaan tersebut. Apabila tingkat pelanggaran dijadikan 5% harga saham tidak akan turun melebihi dari harga Rp. 4000 maka investor akan lebih percaya untuk berinvestasi diperusahaan tersebut. itulah contoh sederhana dari pengertian VaR. Oleh karena itu, VaR dapat digunakan untuk perhitungan pengambilan risiko didalam dunia financial.

Dalam metode VaR ada sebuah model yang dapat digunakan, yaitu Model *Markov Regime Switching*. Model tersebut merupakan alternatif pemodelan data runtun waktu yang mengalami perubahan keadaan. Perubahan struktur model yang terjadi di dalam *Markov Regime Switching* disebut *state*, karena dianggap sebagai suatu hasil variabel random tak teramati[15]. Model tersebut mendasari munculnya model *Markov Switching Autoregressive* (MS-AR). Model ini bermanfaat dalam riset ekonomi, misalnya untuk model fitur tertentu dari siklus bisnis, seperti sebagai asimetri antara fase ekspansi dan penurunan[8]. Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini digunakan model MS-AR(1,St) untuk memprediksi risiko terhadap investasi dengan memperhitungkan akurasi dari realisasi yang didapat menggunakan metode *Correct VaR*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Return Saham

Menurut Husnan (2005:29), saham merupakan secarik kertas yang menunjukkan hak pemodal (yaitu pihak yang memiliki kertas tersebut) untuk memperoleh bagian dari prospek atau kekayaan organisasi yang menerbitkan sekuritas tersebut dan berbagai kondisi yang memungkinkan pemodal tersebut menjalankan haknya. Saham merupakan salah satu dari beberapa alternatif yang dapat dipilih untuk berinvestasi [1]. Menurut Jogiyanto (2003:109) Return saham dibedakan menjadi dua: (1) *return* realisasi merupakan return yang telah terjadi, (2) *return* ekspektasi merupakan return yang diharapkan akan diperoleh oleh investor di masa yang akan datang[3]. Pada Tugas Akhir ini *return* yang digunakan adalah *return* majemuk. *Return* majemuk dapat memenuhi dua sifat utama pada *return*, yaitu bebas skala dan sifat aditif. Bebas skala adalah *return* suatu aset dapat dibandingkan dengan aset lain yang berbeda kategori. Sedangkan sifat aditif adalah penjumlahan *return* pada setiap periode, yang dapat menentukan *return* pada suatu periode. Nilai *return* majemuk (R_t) pada waktu t , didefinisikan sebagai berikut:

$$RM_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (1)$$

Keterangan:

RM_t : *Return* majemuk
 P_t : Harga saham pada saat t
 P_{t-1} : Harga saham pada saat $t - 1$

2.2 Model *Markov Switching Autoregressive* (MSAR(1,S))

2.2.1 Model *Autoregressive*

Sesuai dengan namanya, *Autoregressive* adalah sebuah proses regresi dimana model melibatkan variable tunggal yang hanya berbeda selisih waktu. *Autoregressive* memiliki beberapa tingkatan orde, yaitu

Autoregressive lag 1, Autoregressive lag 2, hingga Autoregressive lag p [2]. Berikut adalah bentuk umum dari model *Autoregressive* yaitu :

$$X_t = \theta_0 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \theta_3 X_{t-3} + \dots + \theta_n X_{t-n} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Keterangan:

X_t : Prediksi nilai harga saham pada waktu ke-t

$\varepsilon_t \sim^{iid} N(\mu, \sigma_\varepsilon^2)$

2.2.2 Model Markov Regime Switching

Model *Markov Regime Switching* yang merupakan alternatif pemodelan data runtun waktu yang mengalami perubahan keadaan. Perubahan struktur model yang terjadi didalam *Markov Regime Switching* disebut *state*, karena dianggap sebagai suatu hasil variabel random tak teramati, S_t merepresentasikan periode state yang berbeda. Jika probabilitas st sama dengan nilai tertentu sebesar j , untuk $j \in \{0,1\}$ yang dependen terhadap nilai masa lalunya hanya berdasarkan nilai $st-1$ yang terkini [15].

2.2.3 Markov Switching Autoregressive (MSAR(1, S_t))

Clements & Krolzig (1998) Model ini bermanfaat dalam riset ekonomi, misalnya untuk model fitur tertentu dari siklus bisnis, seperti sebagai asimetri antara fase ekspansi dan penurunan [8]. Hamilton (1993,1994) mengasumsikan bahwa dalam model *Markov Switching Autoregressive*, X_t terdistribusi normal dengan mean μ dan varians σ_ε^2 . Berikut adalah model *Markov Switching Autoregressive* (MSAR) :

$$X_t = \mu(S_t) + \alpha_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Dengan :

$$\mu = \beta_0 + \beta_1 \cdot S_t$$

Keterangan :

X_t : Data return pada saat t

$\beta_0, \beta_1, \alpha_1$: Parameter model MSAR (1, S_t)

ε_t : Galat pada saat t dengan $\varepsilon_t \sim^{iid} N(0,1)$

S_t : Bernilai 1 jika $X_t < 0$, dan bernilai 0 jika $X_t > 0$

Pada model *Markov Switching Autoregressive*, terdapat pembagian keadaan (state) untuk membedakan kondisi ekstrim naik dan ekstrim turun. Pada tugas akhir ini, kondisi ekstrim tersebut disimbolkan dengan dua state, $S_t=1$ apabila $X_t < 0$, dan $S_t=0$ apabila nilai $X_t > 0$. Dari syarat tersebut kita mendapatkan hasil yang berdampak pada struktur perubahan pada model *Markov Switching Autoregressive*.

2.3 Value-at-Risk (VaR)

Menurut Nababan (2008) *Value-at-Risk* sekarang ini menjadi alat standar dalam mengelola resiko pada bank, dan institusi keuangan lainnya. Hal ini diartikan sebagai kerugian untuk suatu tingkat pelanggaran yang diberikan. VaR dapat didefinisikan sebagai skenario terburuk pada hari tertentu [6]. *Value-at-Risk* (VaR) telah muncul sebagai salah satu langkah, yang paling penting dari resiko *downside* dari aset. Hal ini dapat didefinisikan sebagai kuantil bersyarat dari distribusi asset ε (biasanya dipilih antara 1% dan 5%), X_t sebagai kembalinya aset selama periode $t-1$ ke t, dan VaR sebagai tingkat pelanggaran dari α dinotasikan dengan $VaR_t(\alpha)$ sehingga memenuhi

$$Pr_{t-1}^M(X_t \leq VaR_t(\alpha)) = \alpha \quad (4)$$

dimana Pr_{t-1}^M menunjukkan probabilitas yang berasal dari model menggunakan informasi sampai saat $t-1$ [7].

VaR selalu disertai dengan peluang yang menunjukkan, seberapa mungkin kerugian yang terjadi akan lebih kecil dari nilai VaR tersebut dan sebaliknya. VaR ingin menjawab pertanyaan 'seberapa buruk investor

akan merugi selama periode T, dengan tingkat pelanggaran (α). Misalkan X_t adalah peubah acak return dengan fungsi distribusi $F(X_t)$. untuk $0 \leq \alpha \leq 1$, VaR pada tingkat pelanggaran α adalah kuantil pada tingkat pelanggaran α .

$$V_\alpha(x_t) = F_{X_t}^{-1}(\alpha) \quad (5)$$

Dengan V_α adalah VaR pada tingkat pelanggaran α dan F^{-1} merupakan invers dari fungsi distribusi normal [13].

2.4 Correct VaR

Correct VaR menghitung perbandingan banyaknya nilai return saham dengan menyatakan tingkat pelanggaran α yang lebih kecil dari nilai VaR_α untuk suatu α dibandingkan dengan total keseluruhan nilai VaR_α yang dihitung. Berikut rumusan untuk menentukan correct VaR [8]:

$$Correct VaR = \frac{K}{N} \quad (6)$$

Keterangan:

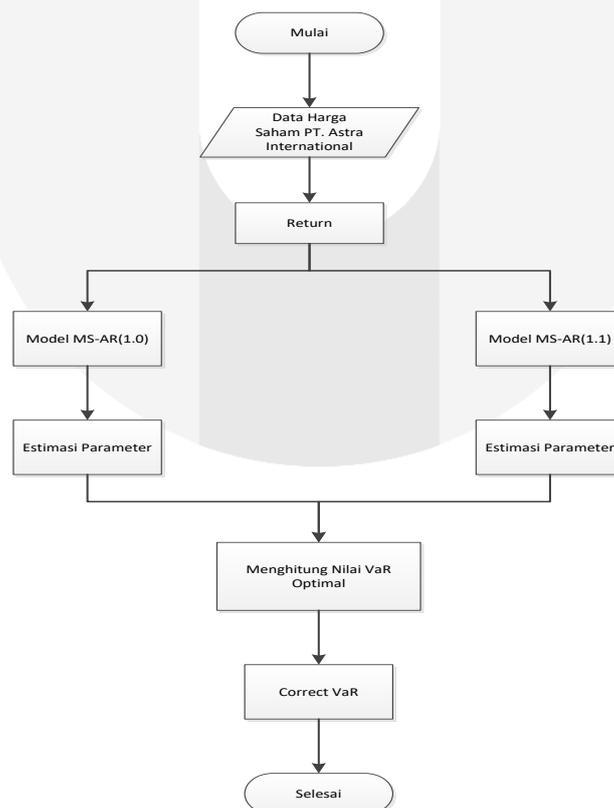
K : Banyaknya nilai return yang lebih kecil dari VaR

N : Banyaknya nilai VaR yang dihitung

3. Metodologi dan Desain Sistem

3.1 Skema Penelitian

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam memprediksi nilai *Value-at-Risk* (VaR) dengan menggunakan model MS-AR(1.0) dan MS-AR(1.1).

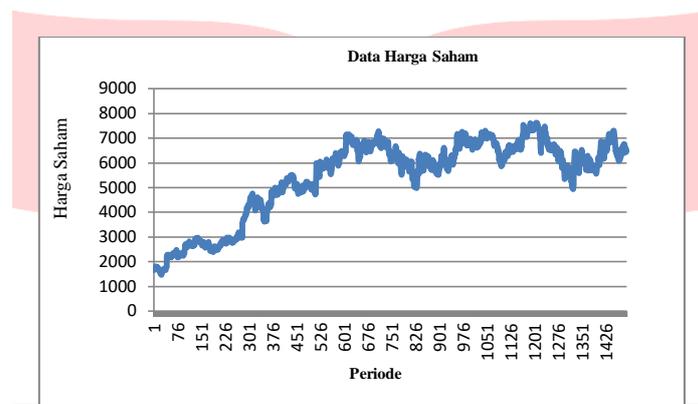


Gambar 1 Alur Sistem Kerja Value-at-Risk Menggunakan Model MS-AR

Keterangan Skema Penelitian :

1. Input data menggunakan data harga saham Astra Internasional(ASII), dengan periode yang digunakan dari tanggal 9 April 2010 sampai dengan 17 Juni 2016.
2. Menentukan estimasi parameter dari model MS-AR(1.0) dan model MS-AR(1.1) dengan menggunakan estimasi $\varepsilon_t \sim N(0,1)$ distribusi $X_t | X_{t-1} \sim N(\mu, \sigma^2)$.
3. Mencari nilai *Value-at-Risk*(VaR) dari data return harga saham dengan menggunakan perbandingan antara model MS-AR(1.0) dan model MS-AR(1.1) .
4. Menghitung akurasi dari nilai VaR menggunakan metode *Correct VaR* dengan menggunakan persamaan(2.7). Selanjutnya, dari hasil tersebut yang memiliki nilai terendah merupakan VaR yang terbaik.
5. Menganalisa dari hasil yang didapat dari langkah 1 sampai 5.

3.2 Data



Gambar 2 Grafik Harga Saham PT. Astra International

Data dalam Tugas Akhir ini menggunakan data harga saham PT. Astra International dari Yahoo Finance, berdasarkan observasi selama periode enam tahun dari tanggal 9 April 2010 s/d 17 Juni 2016.

3.3 Statistika Deskriptif (SD) Harga Saham

Dari data saham kemudian dicari nilai statistika deskriptif untuk mengetahui nilai dari *Mean*, *Standar Deviasi*, *Maximum*, dan *Minimum* data dengan jumlah data (n) .

Tabel 1 Tabel Statistika Deskriptif

Statistika Deskriptif	Nilai
Mean	5423.65
Standar Deviasi	1609.76
Maximum	7630.78
Minimum	1469.75
Jumlah Data	1492

4. Pengujian dan Analisis

4.1 Model *Markov Switching Autoregressive* (MSAR)

4.1.1 *Markov Switching Autoregressive* (St=0)

Fungsi *Likelihood* digunakan untuk mencari nilai estimasi parameter, agar didapatkan nilai β_0, α_1 yang memaksimalkan fungsi *likelihood* sebagai koefisien, oleh karena itu dibutuhkan pencarian fungsi *likelihood* tersebut.

$$f(X_t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu}{\sigma_t}\right)^2\right\} \tag{7}$$

$$f(X_1, X_2, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu}{\sigma_t}\right)^2\right\} \tag{8}$$

Kemudian setelah mendapatkan hasil *mean* dan *variansi* dari model, hasil tersebut dimasukan kedalam fungsi *likelihood*.

$$L(X_1, X_2, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu}{\sigma_t}\right)^2\right\} \tag{9}$$

$$L(\mu, \sigma | X_t) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi \left(\frac{1}{1-\alpha_1^2}\right)}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{\left(x - \frac{\beta_0}{1-\alpha_1}\right)^2}{\left(\frac{1}{1-\alpha_1^2}\right)}\right\} \tag{10}$$

Sehingga didapatkan fungsi *likelihood*

$$l = \log(L(\mu, \sigma | X_t)) = \log\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi \left(\frac{1}{1-\alpha_1^2}\right)}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{\left(x - \frac{\beta_0}{1-\alpha_1}\right)^2}{\left(\frac{1}{1-\alpha_1^2}\right)}\right\}\right) \tag{11}$$

Dari hasil fungsi *likelihood* persamaan (4.5) kemudian dimasukan kedalam fungsi *fminsearch* dengan menggunakan matlab, untuk mendapatkan hasil nilai *estimasi parameter* dengan cara dimaksimumkan.

a) **Nilai parameter model MSAR untuk St= 0**

Berikut adalah nilai parameter untuk β_0 dan α_1 yang didapat dari model *Maximum Likelihood*.

Tabel 2 Nilai Parameter MS-AR(1.0)

β_0	α_1
0.00379	1.56289×10^{-8}

Pada tabel diatas didapatkan nilai yang memenuhi syarat estimasi parameter model MSAR untuk $S_t=0$. Setelah mendapatkan nilai parameter β_0 dan α_1 dari data saham PT. Astra International kemudian dimasukan kedalam persamaan MS-AR(1.0).

$$X_t = \sigma_t \cdot \varepsilon_t, \varepsilon_t \sim iid N(\mu, \sigma_\varepsilon^2) \tag{12}$$

$$\sigma_\varepsilon^2 = \beta_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 \tag{13}$$

$$\sigma_\varepsilon^2 = 0.00379 + 1.56289 \times 10^{-8} X_{t-1}^2 \tag{14}$$

4.1.2 Model Markov Regime Switching Autoregressive untuk (St=1)

Fungsi *Likelihood* digunakan untuk mencari nilai estimasi parameter agar didapatkan nilai $\beta_0, \beta_1, \alpha_1$ yang memaksimumkan fungsi *likelihood* sebagai koefisien, oleh karena itu dibutuhkan pencarian fungsi *likelihood* tersebut.

$$f(X_t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma_t}\right)^2\right\} \quad (15)$$

$$f(X_1, X_2, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma_t}\right)^2\right\} \quad (16)$$

Kemudian setelah mendapatkan hasil *mean* dan *variansi* dari model, hasil tersebut dimasukan kedalam fungsi *Likelihood*.

$$L(X_1, X_2, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma_t}\right)^2\right\} \quad (17)$$

$$L(\mu, \sigma | X_t) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\left(\frac{1}{1-\alpha_1^2}\right)}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{\left(x - \frac{\beta_0 + \beta_1}{1-\alpha_1}\right)^2}{\left(\frac{1}{1-\alpha_1^2}\right)}\right\} \quad (18)$$

Sehingga didapatkan fungsi *likelihood*

$$\begin{aligned} l &= \log(L(\mu, \sigma | X_t)) = \\ &= \log\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\left(\frac{1}{1-\alpha_1^2}\right)}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{\left(x - \frac{\beta_0 + \beta_1}{1-\alpha_1}\right)^2}{\left(\frac{1}{1-\alpha_1^2}\right)}\right\}\right) \end{aligned} \quad (19)$$

Dari hasil fungsi *likelihood* persamaan (4.13), kemudian dimasukan kedalam fungsi *fminsearch* dengan menggunakan *matlab*, untuk mendapatkan hasil nilai estimasi parameter dengan cara dimaksimumkan.

b) Nilai parameter model MSAR untuk $S_t=1$

Berikut adalah nilai parameter untuk β_0, β_1 , dan α_1 yang didapat dari model *Maximum Likelihood*.

Tabel 3 Nilai Parameter MS-AR(1.1)

β_0	β_1	α_1
-0.18844	0.18935	-1.26794×10^{-8}

Pada tabel diatas didapatkan nilai yang memenuhi syarat estimasi parameter model MSAR untuk $S_t=1$. Setelah mendapatkan nilai parameter β_0, β_1 dan α_1 dari data saham PT. Astra International kemudian dimasukan kedalam persamaan MS-AR(1.1)

$$X_t = \sigma_t \cdot \varepsilon_t, \varepsilon_t \sim^{iid} N(\mu, \sigma_\varepsilon^2) \quad (20)$$

$$\sigma_\varepsilon^2 = \beta_0 + \beta_1 \cdot S_t + \alpha_1 X_{t-1}^2 \quad (21)$$

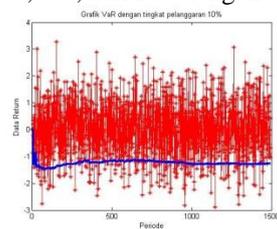
$$\sigma_\varepsilon^2 = -0.18844 + 0.18935 + -1.26794 \times 10^{-8} \cdot X_{t-1}^2 \quad (22)$$

4.2 Value-at-Risk (VaR)

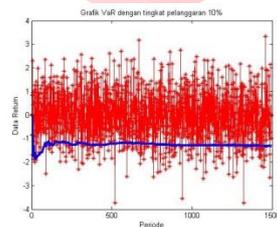
Dalam tugas akhir ini untuk mencari *Value-at-Risk* menggunakan formula (2.6) untuk mencari nilai *Value-at-Risk* dengan tingkat pelanggaran 10%,5%, dan 1%. Dari gambar perlu dilihat dari batas dengan tingkat pelanggaran (α).

4.2.1 VaR-MSAR (1.St)

Pada gambar dibawah berikut adalah hasil VaR-MSAR(1.0) dan VaR-MSAR(1.1), dengan tiga tingkat pelanggaran yang telah ditentukan yaitu 10%, 5%, dan 1% dengan sample data sebanyak 1492.

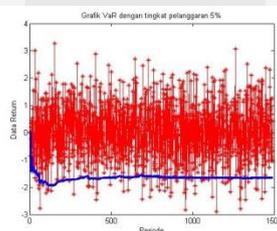


Gambar 3 Grafik Return Saham dan VaR-MSAR(1.0) Pada Tingkat Pelanggaran 10%

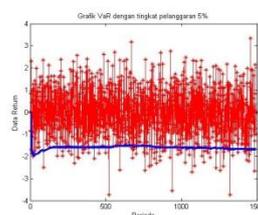


Gambar 4 Grafik Return Saham dan VaR-MSAR(1.1) Pada Tingkat Pelanggaran 10%

Pada gambar diatas, terdapat dua buah grafik yaitu grafik untuk model VaR-MSAR(1.0) dan VaR-MSAR(1.1), dengan dua buah plot warna garis yang berbeda. Dimana terlihat data nilai return saham dari PT. Astra International dengan warna garis merah, dan warna garis biru yang merupakan garis dari model VaR-MSAR. Dari hasil yang telah diuji dengan bukti pada gambar, didapatkan nilai proporsi dari tingkat pelanggaran 10% sebesar 0.06836 untuk VaR-MSAR(1.0) dan 0.02882 untuk VaR-MSAR(1.1). Hasil tersebut menyatakan bahwa VaR-MSAR(1.0) lebih optimal, dikarenakan nilai pelanggaran tidak terlampaui jauh dari batas pelanggaran (α) yaitu 10%.

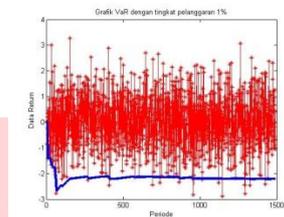


Gambar 5 Grafik Return Saham dan VaR-MSAR(1.0) Pada Tingkat Pelanggaran 5%

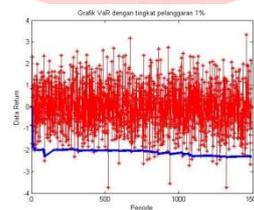


Gambar 6 Grafik Return Saham dan VaR-MSAR(1.1) Pada Tingkat Pelanggaran 5%

Pada gambar diatas, terdapat dua buah grafik yaitu grafik untuk model VaR-MSAR(1.0) dan VaR-MSAR(1.1), dengan dua buah plot warna garis yang berbeda. Dimana terlihat data nilai return saham dari PT. Astra International dengan warna garis merah, dan warna garis biru yang merupakan garis dari model VaR-MSAR. Dari hasil yang telah diuji dengan bukti pada gambar, didapatkan nilai proporsi dari tingkat pelanggaran 5% sebesar 0.02211 untuk VaR-MSAR(1.0) dan 0.01809 untuk VaR-MSAR(1.1). Hasil tersebut menyatakan bahwa VaR-MSAR(1.0) lebih optimal, dikarenakan nilai pelanggaran tidak terlampaui jauh dari batas pelanggaran (α) yaitu 5%.



Gambar 7 Grafik Return Saham dan VaR-MSAR(1.0) Pada Tingkat Pelanggaran 1%



Gambar 8 Grafik Return Saham dan VaR-MSAR(1.1) Pada Tingkat Pelanggaran 1%

Pada gambar diatas, terdapat dua buah grafik yaitu grafik untuk model VaR-MSAR(1.0) dan VaR-MSAR(1.1), dengan dua buah plot warna garis yang berbeda. Dimana terlihat data nilai return saham dari PT. Astra International dengan warna garis merah, dan warna garis biru yang merupakan garis dari model VaR-MSAR. Dari hasil yang telah diuji dengan bukti pada gambar, didapatkan nilai proporsi dari tingkat pelanggaran 1% sebesar 0.00737 untuk VaR-MSAR(1.0) dan 0.00268 untuk VaR-MSAR(1.1). Hasil tersebut menyatakan bahwa VaR-MSAR(1.0) lebih optimal, dikarenakan nilai pelanggaran tidak terlampaui jauh dari batas pelanggaran (α) yaitu 1%.

4.3 Correct VaR

4.3.1 Nilai Prediksi VaR

Berikut adalah hasil nilai prediksi VaR pada saat ke T, dengan tiga jenis tingkat pelanggaran yaitu 10%, 5%, dan 1%. Dengan banyaknya T sebanyak 1492.

Tabel 4 Nilai Prediksi VaR pada saat ke T

Model	10%	5%	1%
MSAR(1.0)	-1.24450	-1.61245	-2.17182
MSAR(1.1)	-1.26529	-1.65379	-2.21255

Pada tabel 4.3 dapat dilihat hasil untuk nilai prediksi VaR pada saat ke T, yaitu hari ke 1492. Dari hasil diatas didapatkan nilai yang berbeda dari kedua model.

Tabel 5 Correct VaR MS-AR

Model	α Target	Jumlah Pelanggaran	α Realisasi
MSAR(1.0)	10%	102	0.06836
	5%	33	0.02211
	1%	11	0.00737
MSAR(1.1)	10%	43	0.02882
	5%	27	0.01809
	1%	4	0.00268

Pada tabel 4.4 dapat dilihat hasil untuk α realisasi model VaR-MSAR untuk $St=0$ memiliki nilai proporsi yang dekat dengan α target, dibandingkan dengan model VaR-MSAR untuk $St=1$. Dengan perbandingan nilai proporsi pada kedua model dapat dinyatakan bahwa model VaR-MSAR untuk $St=0$ lebih optimal dalam mengantisipasi risiko kerugian, dengan menggunakan tingkat pelanggaran yaitu 10%, 5%, dan 1%.

5 Kesimpulan

Model *Markov Switching Autoregressive* (MS-AR) dapat diimplementasikan untuk perhitungan *Value-at-Risk* (VaR). dengan hasil yang didapat dari data saham PT. Astra International. Nilai VaR dari model MS-AR menggunakan nilai VaR dengan tingkat pelanggaran (α) yaitu 10%, 5%, dan 1%. Dari hasil yang didapat bahwa model VaR-MSAR untuk $St=0$ lebih optimal, untuk mengantisipasi risiko dengan nilai α targetnya yang dekat dengan α real.

Daftar Pustaka:

- [1] Mukhsin, A.M. (2016). "Model Prediksi Indeks Harga Saham Di Bursa Efek Indonesia (BEI) Menggunakan Rantai Markov Dan Proses Stokastik Fuzzy". Telkom University
- [2] Dwi, B. P., Kristalina, P., & Susetyoko, R. Reminder Prediksi Harga Saham Perusahaan pada Bursa Efek Via SMS dan IVR.
- [3] Zuhara, U., Akbar, M. S., & Haryono, H. (2012). Penggunaan Metode VaR (Value at Risk) dalam Analisis Risiko Investasi Saham dengan Pendekatan Generalized Pareto Distribution (GPD). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1), D56-D61.
- [4] Ismail, M. T., & Isa, Z. (2006). Modelling exchange rates using regime switching models. *Sains Malaysiana*, 35(2), 55-62.
- [5] Junaedi, D. (2005). Dampak tingkat pengungkapan informasi perusahaan terhadap volume perdagangan dan return saham: penelitian empiris terhadap perusahaan-perusahaan yang tercatat di Bursa Efek Jakarta. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan Indonesia*, 2(2), 1-28.
- [6] Nieto, M. R., & Ruiz, E. (2016). Frontiers in VaR forecasting and backtesting. *International Journal of Forecasting*, 32(2), 475-501.
- [7] Liu, S., & Tse, Y. K. (2015). Intraday Value-at-Risk: An asymmetric autoregressive conditional duration approach. *Journal of Econometrics*, 189(2), 437-446.
- [8] Arifin, Yulianto Nur. (2014). Ukuran Risiko Pada Portofolio Aset. Tugas Akhir. Institut Teknologi Bandung, Indonesia.
- [9] Hamaker, E. L., Grasman, R. P., & Kamphuis, J. H. (2010). Regime-switching models to study psychological process.
- [10] Escanciano, J. C., & Olmo, J. (2011). Robust backtesting tests for value-at-risk models. *Journal of Financial Econometrics*, 9(1), 132-161.
- [11] Colletaz, G., Hurlin, C., & Tokpavi, S. (2008). *Backtesting Value-at-Risk: A GMM Duration-Based Test* (No. halshs-00364793).
- [12] Ailliot, P., & Monbet, V. (2012). Markov-switching autoregressive models for wind time series. *Environmental Modelling & Software*, 30, 92-101.
- [13] Chan, W. S., Wong, A. C., & Tong, H. (2004). Some nonlinear threshold autoregressive time series models for actuarial use. *North American actuarial journal*, 8(4), 37-61.
- [14] Rohmawati, Aniq Atiqi. (2014). Eksplorasi Hubungan *Value-at-Risk* dan *Conditional Value-at-Risk*. Tesis. Institut Teknologi Bandung, Indonesia.
- [15] T. Chain dan D. R R, "Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE), " *Geoscientific Model Development*, p. 1248, 2014.
- [16] Augustsson, Viktor. (2014). Evaluating Switching GARCH Volatility Forecasts During the Recent Financial Crisis. Master Thesis. Lund University.