

# Valuasi Harga Saham PT Aneka Tambang Tbk sebagai Peraih *IDX Best Blue* 2016

TRIMONO, DI ASIH I MARUDDANI

Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, S.H. Tembalang, Semarang  
e-mail: trimonopujiarto@gmail.com ; maruddani@undip.ac.id

## ABSTRAK

Menginvestasikan dan untuk membeli saham sebuah perusahaan merupakan salah satu bentuk investasi sektor finansial yang banyak diminati oleh para investor. Keuntungan investasi saham yang diperoleh, dapat dilihat dari nilai *return* saham. Harga saham adalah faktor utama yang berpengaruh terhadap nilai *return* saham. Namun, harga saham pada masa yang akan datang sering kali sulit untuk diprediksi. *Geometric Brownian Motion* (GBM) merupakan metode yang dapat digunakan untuk memprediksi harga saham jika diasumsikan *return* saham masa lalu berdistribusi normal. Jika dalam *return* saham masa lalu yang berdistribusi normal terdapat lompatan (*jump*), maka digunakan metode *Jump Diffusion*. Setelah diperoleh harga saham prediksi, dapat diukur nilai risiko investasinya. Hasil prediksi harga saham PT Aneka Tambang Tbk periode 01/12/2016 sampai dengan 31/1/2017 dengan metode GBM, diperoleh nilai MAPE sebesar 11,01%. Berdasarkan nilai *skewness* dan *kurtosis*, dalam data *return* saham ANTM terdapat lompatan, sehingga harga saham ANTM lebih tepat dimodelkan dengan metode *Jump Diffusion*. Hasil prediksinya diperoleh nilai MAPE sebesar 1,95%. Metode *Jump diffusion* lebih tepat digunakan untuk prediksi, karena menghasilkan nilai MAPE yang lebih kecil. Untuk mengukur risiko investasi harga saham prediksi yang diperoleh dari model *Jump Diffusion*, digunakan metode *VaR* simulasi Monte Carlo dengan tingkat kepercayaan 95%. Dalam jangka waktu 1 hari setelah tanggal 25 Januari 2017 kerugian yang diterima tidak melebihi 5,617%. Berdasarkan uji *backtesting*, nilai *VaR* harga saham prediksi dengan metode *Jump Diffusion* pada taraf signifikansi 5% menghasilkan perhitungan yang akurat, karena tidak ditemukan adanya pelanggaran.

Kata Kunci: Geometric Brownian Motion, Jump Diffusion Model, Value at Risk, Backtesting

## 1. PENDAHULUAN

Sektor finansial merupakan salah satu sektor yang paling banyak diminati masyarakat untuk berinvestasi. Secara umum investasi dibagi menjadi dua kelompok yaitu investasi sektor riil (*real asset investment*) dan investasi sektor finansial (*financial asset investment*). Investasi riil merupakan investasi terhadap barang-barang yang tahan lama, seperti gedung, perumahan dan sebagainya. Sedangkan investasi finansial adalah bentuk investasi terhadap surat-surat berharga. Salah satu bentuk investasi di sektor finansial yang sekarang sedang berkembang pesat adalah investasi di pasar modal. Salah satu daya tarik terbesarnya adalah adanya potensi memperoleh keuntungan yang besar dalam waktu yang singkat. Produk investasi yang paling banyak diperdagangkan di pasar modal adalah saham.

Keuntungan yang diperoleh dari investasi saham dapat dilihat dari nilai *return*, dimana nilai *return* dipengaruhi oleh perubahan harga saham. Karena pergerakan harga saham pada dasarnya tidak dapat diprediksi secara pasti, maka diperlukan model matematis tentang pergerakan harga saham tersebut. Pada dasarnya, kegiatan investasi meskipun berpotensi memberikan keuntungan yang besar, diikuti pulang dengan risiko yang besar pula. Risiko dalam hal ini potensi kerugian yang muncul karena hasil investasi tidak sesuai dengan yang diharapkan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur besarnya risiko investasi adalah *Value at Risk (VaR)*. *VaR* dapat membantu memperkirakan besar kerugian maksimum yang akan diterima pada suatu periode pada tingkat kepercayaan tertentu.

Salah satu metode yang digunakan untuk memprediksi harga saham di masa yang akan datang berdasarkan harga saham masa lalu adalah model *Geometric Brownian Motion* (GBM). Model GBM mengasumsikan bahwa *return* saham di masa lalu berdistribusi normal. Jika pada *return* saham masa lalu terdapat lompatan (*jump*), maka digunakan model *Geometric Brownian*

*Motion With Jump* atau *Jump Diffusion Model*. Harga saham prediksi selanjutnya akan digunakan untuk memperkirakan besarnya nilai *VaR*. Pada penelitian ini metode penghitungan *VaR* yang digunakan adalah metode simulasi Monte Carlo. Selanjutnya untuk menguji akurasi nilai *VaR* dilakukan uji *backtesting* dengan menghitung nilai rasio pelanggaran.

Beberapa penelitian mengenai pemodelan harga saham telah banyak dilakukan. Abidin dan Jaffar (2014) meneliti tentang pemodelan harga saham dengan *Geometric Brownian Motion* pada beberapa perusahaan di Bursa Malaysia. Trimono, Maruddani, dan Ispriyanti (2017) meneliti mengenai valuasi harga saham PT Ciputra Tbk dengan *Geometric Brownian Motion*. Penelitian mengenai *Geometric Brownian Motion* dengan *Jump* telah dilakukan oleh Maruddani dan Trimono (2017) pada kasus data saham PT Astra Argo Lestari Tbk tahun 2017.

PT Aneka Tambang Tbk (PT Antam) merupakan perusahaan di Indonesia yang bergerak di bidang pertambangan. Pada akhir tahun 2016, Antam meraih predikat khusus "IDX Best Blue 2016" dari Bursa Efek Indonesia (BEI) setelah mencatatkan pertumbuhan kinerja terbaik dalam setahun terakhir. Prestasi ini dipengaruhi oleh besarnya jumlah investor dan pertumbuhan saham yang di anggap terbaik dari seluruh emiten yang tercatat di BEI. Predikat The IDX Best Blue 2016 diberikan untuk emiten yang pada setahun terakhir sahamnya paling diminati oleh investor, menunjukkan transaksi yang sangat aktif, memiliki pertumbuhan harga saham yang signifikan, serta berfundamental sehat.

Penelitian ini membahas valuasi saham PT Aneka Tambang Tbk, dimulai dari prediksi harga saham, perhitungan nilai *VaR* harga saham prediksi, dan evaluasi nilai *VaR* menggunakan uji *backtesting*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Return Saham

*Return* adalah tingkat pengembalian atas hasil yang diperoleh akibat melakukan investasi. Metode penghitungan *return* yang sering digunakan dalam analisis sekuritas adalah *geometric return*, dengan formulasi sebagai berikut :

$$R(t_i) = \ln \left( \frac{S(t_i)}{S(t_{i-1})} \right)$$

$R(t_i)$  merupakan nilai *return* saham periode  $t_i$ ,  $S(t_i)$  merupakan harga saham periode  $t_i$ , dan  $S(t_{i-1})$  menyatakan harga saham periode  $t_{i-1}$ .

### Volatilitas

Menurut Hull (2009), volatilitas harga saham dapat didefinisikan sebagai nilai standar deviasi dari return saham. Jika terdapat sejumlah  $n$  *return*, maka nilai ekspektasi *return* dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R(t_i) \quad s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R(t_i) - \bar{R})^2$$

Akar dari  $s^2$  (variansi) merupakan estimasi volatilitas harga saham.

### Skweness

*Skewness* adalah derajat ketidaksimetrisan suatu distribusi. Jika kurva frekuensi suatu distribusi memiliki ekor yang lebih memanjang ke kanan (dilihat dari meannya) maka dikatakan menceng kanan (positif) dan jika sebaliknya maka menceng kiri (negatif). Secara perhitungan, *skewness* adalah momen ketiga terhadap mean. Distribusi simetris (distribusi normal, distribusi t, distribusi Cauchy, dan lain-lain) memiliki *skewness* 0 (nol).

Perhitungan *skewness* adalah sebagai berikut (Surya dan Situngkir, 2006):

$$\gamma_1 = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^3}{\sigma^3}$$

**Kurtosis**

Kurtosis adalah derajat keruncingan suatu distribusi (biasanya diukur relatif terhadap distribusi normal). Kurva yang lebih lebih runcing dari distribusi normal dinamakan leptokurtik, yang lebih datar platikurtik dan distribusi normal disebut mesokurtik. Kurtosis dihitung dari momen keempat terhadap mean. Distribusi normal atau mesokurtik memiliki kurtosis = 3, distribusi yang leptokurtik biasanya kurtosisnya > 3, dan platikurtik < 3.

Pengukuran *kurtosis* dapat diukur dengan rumus (Surya dan Situngkir, 2006):

$$\gamma_2 = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^4}{\sigma^4}$$

dengan  $\mu$  adalah rata-rata populasi, yang nilainya dapat digunakan dengan rata-rata sampel  $\bar{x}$  (untuk sampel besar).

Distribusi yang kelebihan *kurtosis* (*leptokurtic*) ditandai dengan nilai maksimum yang sempit namun sangat besar nilainya, dan ekor distribusi yang lebih gemuk daripada ekor distribusi Normal dan kelebihan kurtosis tersebut dapat dinyatakan sebagai

$$\gamma_2' = \gamma_2 - 3$$

**Peak Over Treshold (POT)**

*Peak Over Treshold* merupakan salah satu metode dalam *Extreme Value Theory*. Pada distribusi simetris, khususnya distribusi normal, akan mempunyai

Expected Loss  $\int_0^{\mu} f(x)dx$

Unexpected Loss  $\int_{\mu}^{x_{\alpha}} f(x)dx$

Worse Case  $\int_{x_{\alpha}}^{\infty} f(x)dx$

Sehingga untuk distribusi simetris, dalam hal ini distribusi normal, jumlah data untuk kasus Worse Case adalah

$$WC = 100(1 - \alpha)\%$$

**Persamaan Diferensial Stokastik**

Persamaan diferensial stokastik untuk model GBM dituliskan sebagai berikut :

$$dX(t) = f(X(t)) dt + g(X(t)) dW(t)$$

Kemudian untuk model GBM *with Jump* Persamaan diferensial stokastik dituliskan sebagai berikut :

$$dX(t) = f(X(t)) dt + g(X(t)) dW(t) + X(t) dJ_t$$

dengan  $f(X(t))dt$  merupakan suku drift,  $g(X(t))dt$  merupakan suku difusi,  $W(t)$  merupakan gerak Brown, dan  $J_t$  merupakan proses Jump. (Brigo *et al*, 2008)

**Model Harga Saham Geometric Brownian Motion**

Menurut Brigo *et al* 2008, model harga saham GBM memiliki persamaan awal :

$$dS(t) = \mu S(t) dt + \sigma S(t) dW(t)$$

apabila terdapat fungsi  $G = G(S,t)$ , maka berdasarkan teorema Ito fungsi tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$dG = \left( \frac{\partial G}{\partial S(t)} \mu S(t) + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial S(t)^2} \sigma^2 S(t)^2 \right) dt + \frac{\partial G}{\partial S(t)} \sigma S(t) dW(t)$$

Misal fungsi  $G = \ln S(t)$ , dengan  $\frac{\partial G}{\partial S(t)} = \frac{1}{S(t)}$ ,  $\frac{\partial^2 G}{\partial S(t)^2} = -\frac{1}{S(t)^2}$ , dan  $\frac{\partial G}{\partial t} = 0$ , dan perubahan

harga saham periode berjalan dengan periode sebelumnya adalah satu hari, maka model akhir harga saham GBM adalah (Trimono, Maruddani, dan Ispriyanti, 2017):

$$\hat{S}(t_i) = \hat{S}(t_{i-1}) \exp \left( \left( \hat{\mu} - \frac{\hat{\sigma}^2}{2} \right) (t_i - t_{i-1}) + \hat{\sigma} \sqrt{t_i - t_{i-1}} Z_{i-1} \right)$$

### Model Harga Saham Jump Diffusion Model

Berdasarkan Matsuda (2004), persamaan diferensial stokastik dengan *jump*

$$dS(t) = \mu S(t) dt + \sigma S(t) dW(t) + S(t) dJ(t)$$

$W(t)$  merupakan gerak Brown Standard.  $J(t)$  adalah proses *jump* standard yang didefinisikan sebagai:

$$J(t) = \sum_{j=1}^{N_t} (Y_j - 1) \quad \text{dan} \quad dJ(t) = (Y_{N(t)} - 1) dN(t)$$

$N(t)$  adalah proses Poisson dengan intensitas  $\lambda$  dengan  $W(t)$ ,  $N(t)$ , dan  $Y(t)$  saling independen.

dengan  $W(t)$  merupakan Gerak Brown serta nilai  $\mu$  dan  $\sigma$  adalah parameter dari  $X$  dan  $t$ . Menurut Cont dan Tankov (2004) Teorema Ito untuk *jump diffusion model*, jika terdapat fungsi  $G = G(X, t)$ , maka fungsi  $G$  akan mengikuti persamaan berikut :

$$dG = \left( \frac{\partial G}{\partial X(t)} \mu + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial X(t)^2} \sigma^2 \right) dt + \frac{\partial G}{\partial X(t)} \sigma dW(t) + (G(X(t_- + \Delta X_t)) - G(X(t_-)))$$

Misal fungsi  $G = \ln S(t)$ , dengan  $\frac{\partial G}{\partial S(t)} = \frac{1}{S(t)}$ ,  $\frac{\partial^2 G}{\partial S(t)^2} = -\frac{1}{S(t)^2}$ , dan  $\frac{\partial G}{\partial t} = 0$ , dan perubahan

harga saham periode berjalan dengan periode sebelumnya adalah satu hari dengan  $p_0 < p_1 < p_2 \dots < p_n$ , maka model akhir harga saham dengan *Jump Diffusion Model* adalah (Maruddani dan Trimono, 2017):

$$\hat{S}(p_i) = \hat{S}(p_{i-1}) \exp \left( \left( \hat{\mu} - \frac{\hat{\sigma}^2}{2} \right) (p_i - p_{i-1}) + \hat{\sigma} \sqrt{p_i - p_{i-1}} Z_{i-1} \right) \prod_{j=1}^{n_i} Y_j$$

### Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Menurut Shcherbakov (2013), MAPE merupakan metode yang untuk mengevaluasi nilai peramalan dengan mempertimbangkan pengaruh besarnya nilai aktual. Nilai MAPE ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \times 100\% \quad \text{dimana} \quad |e_t| = \left| \frac{A_t - P_t}{A_t} \right|$$

$A_t$  merupakan nilai aktual periode ke  $t$ .  $P_t$  merupakan nilai peramalan pada waktu ke  $t$ .  $n$  menyatakan banyaknya data observasi.

**Tabel 1.** Skala Penilaian Akurasi MAPE

Nilai MAPE	Akurasi Peramalan
< 10%	Akurasi peramalan sangat baik
11% - 20%	Akurasi peramalan baik
21% - 50%	Akurasi peramalan masih dalam batas wajar
>51%	Akurasi peramalan tidak akurat

Sumber : Shcherbakov, 2013

**VaR Simulasi Monte Carlo**

Danielsson (2011) mendefinisikan *Value at Risk (VaR)* sebagai estimasi nilai kerugian pada perdagangan portofolio, dengan peluang nilai kerugian sebenarnya lebih besar atau sama dengan *VaR* adalah sebesar *p*, dan peluang nilai kerugian sebenarnya lebih rendah dari nilai *VaR* adalah sebesar  $(1-p)$ .

Menurut Maruddani dan Purbowati (2009), salah satu metode perhitungan *VaR* adalah metode simulasi Monte Carlo. Metode Simulasi Monte carlo mengasumsikan bahwa return aset berdistribusi normal. Prosedur perhitungan *VaR* simulasi Monte Carlo aset tunggal adalah sebagai berikut :

- 1) Menentukan nilai parameter dari *return*, yang meliputi nilai mean ( $\mu$ ) dan standar deviasi ( $\sigma$ ).
- 2) Mensimulasikan nilai *return* dengan membangkitkan secara random, dengan parameter yang diperoleh 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 nilai kuantil ke- $\alpha$  dari distribusi empiris *return* yang diperoleh pada langkah (2), dinotasikan dengan  $R^*$ .
- 4) Menghitung nilai *VaR* pada tingkat kepercayaan  $(1 - \alpha)$  dalam periode waktu *r* hari yaitu :

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

dengan  $W_0$  adalah dana investasi awal aset atau portofolio,  $R^*$  adalah nilai kuantil ke- $\alpha$  dari distribusi *return*, *r* adalah periode waktu. Nilai *VaR* yang diperoleh merupakan kerugian maksimum yang akan diderita oleh aset tunggal.

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

**Backtesting**

*Backtesting* merupakan prosedur pengujian akurasi *VaR* yang telah dihitung. Langkah pertama *bactesting* adalah membagi sampel dengan ukuran *M* menjadi dua bagian, yaitu jendela estimasi ( $M_E$ ) dan jendela uji ( $M_U$ ). Jendela estimasi adalah kelompok observasi yang digunakan untuk perhitungan nilai *VaR*, jendela uji adalah sampel dari periode ( $M_{E+1}$ ) sampai dengan periode *M* yang digunakan untuk validasi nilai *VaR* (Danielsson, 2011).

**Rasio Pelanggaran (Violation Ratio)**

Menurut Danielsson (2011), apabila *return* sebenarnya pada periode tertentu lebih rendah dari nilai *VaR* pada periode yang sama, maka dikatakan terjadi pelanggaran. Pada periode ( $M_{E+1}$ ) hingga periode *M* (panjang jendela uji), pelanggaran disimbolkan dengan  $\eta_m$ , yang bernilai 1 jika terjadi pelanggaran dan bernilai 0 jika tidak terjadi pelanggaran pada periode *m*.

$$\eta_m = \begin{cases} 1 & \text{jika } R_m \leq -VaR_m \\ 0 & \text{jika } R_m > -VaR_m \end{cases}$$

$$VR = \frac{v_1}{p_0 \times M_U}$$

VR adalah besarnya rasio pelanggaran,  $v_1$  adalah jumlah  $\eta_m$  yang bernilai 1 (jumlah hari terjadi pelanggaran),  $p_0$  merupakan probabilitas pelanggaran yang diduga.

### 3. METODE PENELITIAN

#### Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan adalah data penutupan harga saham PT. Aneka Tambang Tbk periode 18 Agustus 2016 sampai dengan 31 Januari 2017 yang diambil dari website <http://finance.yahoo.com/quote/ANTM.JK>.

#### Tahapan Analisis Data

Tahapan analisis untuk memprediksi harga saham dan penghitungan  $VaR$  PT. Aneka Tambang Tbk adalah sebagai berikut :

- 1) Mengumpulkan data harga saham PT. Aneka Tambang Tbk
- 2) Menentukan data *in sample* dan *out sample*.
- 3) Menghitung nilai *return* saham dengan metode *geometric return* data *in sample*.
- 4) Melakukan uji normalitas data *in sample return* saham
- 5) Melakukan pemotongan data *jump* dari data *in sample return* saham dengan menggunakan metode *Peak Over Treshold*.
- 6) Melakukan estimasi parameter model harga saham GBM dan *Jump Diffusion*
- 7) Melakukan pemodelan dan prediksi harga saham.
- 8) Menghitung *error* prediksi harga saham dengan metode MAPE.
- 9) Melakukan uji normalitas data *return* saham prediksi.
- 10) Menghitung nilai  $VaR$  harga saham prediksi.
- 11) Melakukan uji *backtesting* nilai  $VaR$ .

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Penentuan Data *In Sample* dan Data *Out Sample*

Data penutupan harga saham yang digunakan sebagai data *in sample* sebanyak 74 data (periode 18/8/2016 sampai dengan 30/11/2016), untuk data *out sample* ditentukan sebanyak 42 data (periode 1/12/2016 sampai dengan 31/1/2017).

#### Uji Normalitas Data *In Sample Return* Saham

Uji normalitas dilakukan menggunakan uji Kolmogorv-Smirnov, diperoleh nilai D sebesar 0,159 dan nilai signifikansi sebesar 0,051. Karena nilai signifikansi lebih besar dari batas kesalahan (0,05), maka data *in sample return* saham berdistribusi normal.

#### Peak Over Treshold data *in sample return* saham

*Peak Over Treshold* digunakan untuk melihat lompatan yang terjadi pada data *in sample return* saham ANTM. Indikasi terjadi lompatan dapat dilihat dari nilai *kurtosis*. Apabila *kurtosis* bernilai lebih besar dari 3 (ekor gemuk/*leptokurtosis*) maka terindikasi adanya lompatan.

Berdasarkan tabel 2, data *in sample return* saham ANTM memiliki nilai *kurtosis* lebih besar dari 3, sehingga terindikasi adanya lompatan.

**Tabel 2.** Nilai Statistik Deskriptif

Statistik Deskriptif	Nilai
<i>Skewness</i>	2,48101
<i>Kurtosis</i>	12,91703

Karena data *return* saham ANTM terindikasi adanya lompatan, maka dilakukan perhitungan jumlah *worse case data* dengan *extreme value* menggunakan metode *Peak Over Threshold*. Dengan menggunakan  $\alpha=10\%$ , ditentukan nilai ambang batas bawah sebesar 10%, dan nilai ambang batas atas sebesar 10% yang diberikan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Nilai Ambang Batas Data *Return* Menggunakan *Peak Over Threshold*

Kuantil	Nilai
Kuantil ambang batas bawah	-0,02372
Kuantil ambang batas atas	0,03195

Dari tabel 3, kuantil ambang batas bawah merupakan batas bawah nilai data ekstrim atau lompatan yang ditentukan dari nilai *return* saham ANTM. Ambang batas bawah 10% memiliki nilai -0,02372. Artinya nilai *return* yang lebih rendah dari -0,02372 merupakan lompatan yang terjadi pada data *return* ANTM. Sebanyak 7 data bernilai negatif merupakan lompatan. Kuantil ambang batas atas merupakan batas atas nilai data ekstrim atau lompatan yang ditentukan dari nilai *return* saham ANTM. Ambang batas 10% memiliki nilai 0,03195. Artinya nilai *return* yang lebih tinggi dari 0,03195 merupakan lompatan yang terjadi pada data *return* ANTM. Sebanyak 7 data bernilai positif merupakan lompatan. Sehingga dari data *in sample* dilakukan pemotongan 7 data terendah dan 7 data tertinggi untuk dilanjutkan ke prosedur berikutnya.

### Estimasi Nilai Parameter Model GBM dan *Jump Diffusion*

a. Estimasi Nilai Parameter Model GBM

Model GBM memiliki 2 parameter yaitu  $\alpha$  dan  $\sigma$ . *Return* saham yang digunakan adalah *return* saham data *in sample*. Berdasarkan tabel 4, diperoleh nilai estimasi  $\alpha$  sebesar 0,00290 dan  $\sigma$  sebesar 0,03122.

**Tabel 4.** Estimasi nilai parameter model GBM

Parameter	Nilai
Rata-rata <i>return</i> ( $\alpha$ )	0,00290
volatilitas <i>return</i> ( $\sigma$ )	0,03122

b. Estimasi Nilai Parameter Model *Jump Diffusion*

Model *Jump Diffusion* memiliki 5 parameter yaitu  $\alpha$ ,  $\sigma$ ,  $\lambda$ ,  $\mu$ ,  $\delta$ . *Return* saham yang digunakan yaitu *return* saham data *in sample*. Berdasarkan tabel 5, diperoleh nilai estimasi  $\alpha$  sebesar 0,00290,  $\sigma$  sebesar 0,03122,  $\lambda$  sebesar 0,01376,  $\mu$  sebesar 0,01477, dan  $\delta$  sebesar 0,02848.

**Tabel 5.** Estimasi nilai parameter model *Jump Diffusion*

Parameter	Nilai
rata rata <i>return</i> ( $\alpha$ )	0,00290
volatilitas <i>return</i> ( $\sigma$ )	0,03122
intensitas lompatan ( $\lambda$ )	0,01376
rata-rata lompatan ( $\mu$ )	0,01477
st.deviasi lompatan ( $\delta$ )	0,02848

c. Model harga saham GBM

$$\hat{S}(t_{i+1}) = \hat{S}(t_i) \exp \left( \left( \hat{\alpha} - \frac{\hat{\sigma}^2}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) + (\hat{\sigma} \sqrt{t_{i+1} - t_i} Z_{i-1}) \right)$$

$$\hat{S}(t_{i+1}) = \hat{S}(t_i) \exp \left( \left( 0,00290 - \frac{(0,03122)^2}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) + (0,03122 \sqrt{t_{i+1} - t_i} Z_{i-1}) \right)$$

d. Model harga saham *Jump Diffusion*

$$\hat{S}(t_{i+1}) = \hat{S}(t_i) \exp \left( \left( \hat{\alpha} - \frac{\hat{\sigma}^2}{2} - \hat{\lambda} \right) (t_{i+1} - t_i) + (\hat{\sigma} \sqrt{t_{i+1} - t_i} Z_{i-1}) + N_i \right)$$

$$\hat{S}(t_{i+1}) = \hat{S}(t_i) \exp \left( \left( 0,00290 - \frac{(0,03122)^2}{2} - 0,01376 \right) (t_{i+1} - t_i) + (0,03122 \sqrt{t_{i+1} - t_i} Z_{i-1}) + N_i \right)$$

### Prediksi Harga Saham PT. Aneka Tambang Tbk

Prediksi harga saham dilakukan untuk mengetahui perkiraan harga saham PT Aneka Tambang Tbk periode 1/12/2016 sampai dengan 31/1/2017, hasil prediksinya adalah disajikan pada tabel 6.

**Tabel 6.** Harga Saham Aktual dan Prediksi PT. Aneka Tambang Tbk

t	Tanggal	Aktual	GBM	<i>Jump Diffusion</i>	t	Tanggal	Aktual	GBM	<i>Jump Diffusion</i>
1	01-Des-16	955	986	962	6	03-Jan-17	885	769	882
2	02-Des-16	965	967	958	7	04-Jan-17	865	775	853
3	05-Des-16	965	960	941	8	05-Jan-17	870	777	832
4	06-Des-16	960	892	949	9	06-Jan-17	865	811	844
5	07-Des-16	960	882	931	10	09-Jan-17	855	780	834
6	08-Des-16	950	857	946	27	10-Jan-17	865	778	839
7	09-Des-16	945	811	976	28	11-Jan-17	875	749	836
8	13-Des-16	900	806	877	29	12-Jan-17	865	700	893
9	14-Des-16	880	765	907	30	13-Jan-17	920	734	894
10	15-Des-16	895	772	924	31	16-Jan-17	905	727	888
11	16-Des-16	885	731	894	32	17-Jan-17	895	712	909
12	19-Des-16	870	763	890	33	18-Jan-17	895	709	894
13	20-Des-16	865	757	894	34	19-Jan-17	900	714	889
14	21-Des-16	885	756	895	35	20-Jan-17	885	719	888
15	22-Des-16	860	788	878	36	23-Jan-17	865	741	856
16	23-Des-16	855	787	833	37	24-Jan-17	805	770	837
17	27-Des-16	850	775	836	38	25-Jan-17	805	778	819
18	28-Des-16	890	760	870	39	26-Jan-17	810	765	820
19	29-Des-16	895	802	922	40	27-Jan-17	805	784	803
20	30-Des-16	895	755	860	41	30-Jan-17	800	798	785
21	02-Jan-17	895	770	883	42	31-Jan-17	800	793	806



**Perhitungan nilai MAPE**

Melalui bantuan perangkat lunak R 3.3.2, diperoleh nilai MAPE prediksi harga saham PT Aneka Tambang dengan metode GBM sebesar 11,01% (akurasi peramalan masuk dalam kategori baik) dan nilai MAPE untuk metode *Jump Diffusion* sebesar 1,95% (akurasi peramalan masuk dalam kategori sangat baik).

Berdasarkan nilai MAPE, dapat disimpulkan bahwa model terbaik untuk prediksi harga saham PT Aneka Tambang Tbk adalah model *Jump Diffusion*. Selanjutnya, harga saham prediksi model *Jump Diffusion* akan digunakan untuk menghitung perkiraan nilai *VaR*.

**Uji Normalitas Return Saham Prediksi Model *Jump Diffusion***

Uji normalitas dilakukan menggunakan uji Kolmogorv-Smirnov, diperoleh nilai D sebesar 0,096 dan nilai signifikansi sebesar 0,8317. Karena nilai signifikansi lebih besar dari batas kesalahan (0,05), maka data in *return* saham prediksi berdistribusi normal.

***VaR* Simulasi Monte Carlo**

Sebelum melakukan perhitungan *VaR*, data return saham dibagi menjadi dua bagian yaitu jendela estimasi ( $M_E$ ) dan jendela uji ( $M_U$ ). Jendela estimasi ditentukan sebanyak 37 data dan jendela uji sebanyak 5 data. Pada penelitian ini, tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%.

**Tabel 7.** Jendela Estimasi dan Jendela Uji

Jendela Estimasi		Jendela Uji
T	$t + M_E - 1$	<i>VaR</i> ( $t + M_E$ )
1 (01/12/2016)	37 (24/12/2016)	<i>VaR</i> (38) (25/01/2017)
2 (02/12/2016)	38 (25/01/2017)	<i>VaR</i> (39) (26/01/2017)
3 (05/12/2016)	39 (26/01/2017)	<i>VaR</i> (40) (27/01/2017)
4 (06/12/2016)	40 (27/01/2017)	<i>VaR</i> (41) (30/01/2017)
5 (07/01/2017)	41 (30/01/2017)	<i>VaR</i> (42) (31/01/2017)

dengan bantuan software R 3.3.2, Pada tingkat kepercayaan 95% dengan 5000 kali ulangan, diperoleh nilai *VaR* pada tabel 8.

**Tabel 8.** Nilai *VaR* Harga Saham Prediksi Jendela Uji

Jendela Uji ke -	t	Tanggal	<i>VaR</i>
1	38	25/01/2017	-0,05617
2	39	26/01/2017	-0,05601
3	40	27/01/2017	-0,05587
4	41	30/01/2017	-0,05615
5	42	31/01/2017	-0,05704

Berdasarkan tabel 8, jika diambil contoh untuk jendela uji ke-1 dapat disimpulkan bahwa ada keyakinan sebesar 95% dalam jangka waktu 1 hari setelah tanggal 25 Januari 2017 kerugian yang diterima tidak melebihi 5,617%.

**Backtesting**

Uji *backtesting* pada penelitian ini disimulasikan pada beberapa nilai dugaan probabilitas pelanggaran ( $p_0$ ), yaitu 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%.

- 1) Menghitung jumlah pelanggaran

**Tabel 9.** Penentuan nilai pelanggaran

No	Jendela Estimasi		Jendela Uji		Pelanggaran
	t (waktu)	nilai VaR	t (waktu)	Return	
1	1 s.d 37	-0,05617	38	-0.02355	0
2	2 s.d 38	-0,05601	39	-0.02148	0
3	3 s.d 39	-0,05587	40	0.00097	0
4	4 s.d 40	-0,05615	41	-0.02071	0
5	5 s.d 41	-0,05704	42	-0.02280	0

Berdasarkan tabel 9, disimpulkan bahwa pada jendela uji tidak ditemukan adanya pelanggaran, artinya semua nilai *return* saham memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan nilai *VaR* yang bersesuaian.

## 2) Rasio pelanggaran

Melalui bantuan software *R* 3.3.2, diperoleh nilai rasio pelanggaran untuk beberapa nilai probabilitas pelanggaran disajikan pada tabel 10.

**Tabel 10.** Rasio Pelanggaran *VaR* Simulasi Monte Carlo

Value at Risk Simulasi Monte Carlo	
( $p_0$ )	Rasio Ratio
1%	0
2%	0
3%	0
4%	0
5%	0

Berdasarkan tabel 10, rasio pelanggaran yang bernilai 0 menunjukkan bahwa perhitungan *VaR* dengan metode simulasi Monte Carlo dapat digunakan pada semua nilai probabilitas pelanggaran mulai dari 1% sampai dengan 5%.

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh berdasarkan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

- 1) Model harga saham PT Aneka Tambang Tbk yang terbentuk melalui Metode GBM adalah sebagai berikut :

$$\hat{S}(t_{i+1}) = \hat{S}(t_i) \exp \left( \left( \left( 0,00290 - \frac{(0,03122)^2}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) + (0,03122 \sqrt{t_{i+1} - t_i} Z_{i-1}) \right) \right)$$

dengan nilai *error* prediksi sebesar 11,01%.

- 2) Model harga saham PT Aneka Tambang Tbk yang terbentuk melalui Metode *Jump Diffusion* adalah sebagai berikut :

$$\hat{S}(t_{i+1}) = \hat{S}(t_i) \exp \left( \left( \left( 0,00290 - \frac{(0,03122)^2}{2} - 0,01376 \right) (t_{i+1} - t_i) + (0,03122 \sqrt{t_{i+1} - t_i} Z_{i-1}) + N_i \right) \right)$$

dengan nilai *error* prediksi sebesar 1,95%.

- 3) Metode *Jump Diffusion* lebih tepat untuk memprediksi harga saham PT Aneka Tambang Tbk karena menghasilkan *error* pemodelan yang lebih kecil dibandingkan metode GBM.

- 4) Melalui metode simulasi Monte Carlo dengan tingkat kepercayaan 95%, diperoleh nilai *VaR* periode 25 Januari 2017 sebesar -0,05617 , periode 26 Januari 2017 sebesar -0,05601, periode 27 Januari 2017 sebesar -0,05587, periode 30 Januari 2017 sebesar -0,05615, dan periode 31 Januari 2017 sebesar -0,05704.
- 5) Uji *backtesting* merepresentasikan bahwa pada tingkat kepercayaan 95%, perhitungan *VaR* metode simulasi Monte Carlo dapat digunakan pada semua nilai probabilitas pelanggaran mulai dari 1% sampai dengan 5%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, S.N.Z. dan Jaffar, M.M. (2014). Forecasting Share Prices of Small Size Companies in Bursa Malaysia Using Geometric Brownian Motion. *Applied Mathematics and Information Sciences*. Vol 8 (1), 107-112.
- Brigo *et al.* (2008). A Stochastic Processes Toolkit for Risk Management. *Journal of Risk Management in Financial Institutions*. Vol 1 (4), 5-13.
- Cont, R. Dan Tankov, P. (2004). *Financial Modeling with Jump Processes*. Chapman & Hall/CRC Financial Mathematics Series.
- Danielsson, J. (2011). *Financial Risk Forecasting*. United Kingdom : John Wiley & Sons
- Hull, J.C. (2009). *Options, Futures, and Other Derivative Securities. Seventh Edition*. New Jersey: Prentice Hall
- Maruddani, D.A.I. dan Purbowati, A. (2009). Pengukuran Value At Risk pada Aset Tunggal dan Portofolio dengan Simulasi Monte Carlo. *Media Statistika*. Vol 2 (2), 93-104
- Rosso, G. (2015). *Extreme Value Theory for Time Series using Peak-Over-Threshold Method*. Working Paper.
- Shcherbakov. (2013). A Survey of Forecast Error Measures. *World Applied Sciences Journal*. Vol 3(24), 171-176.
- Surya, Y. dan Situngkir, H. (2006). *Value at Risk Yang Memperhatikan Sifat Statistika Distribusi Return*. Munich Personal Repech Archives, <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/895>.
- Trimono, Maruddani D.A.I., dan Ispriyanti, D. (2017). Pemodelan Harga Saham dengan *Geometric Brownian Motion* dan *Value at Risk* PT. Ciputra Development Tbk. *Jurnal Gaussian*. Vol 6 (2).
- Maruddani, D.A.I. dan Trimono. (2017) Prediksi Harga Saham PT. Astra Agro Lestari Tbk dengan Jump Diffusion Model. *Jurnal Riset Akuntansi Mercu Buana (submitted Mei 2017)*