BAB III

METODE PENELITIAN

Sebelum penentuan model harga saham *Jump Diffusion* yang memadai untuk data saham yang dimiliki, cermati terlebih dahulu apakah data *return* saham terindikasi adanya *jump* atau tidak. Karena untuk menganalisis data saham dengan model *Jump Diffusion*, asumsi adanya *jump* pada data *return* saham harus dipenuhi. Terdapat beberapa tahap dalam menentukan model harga saham *Jump Diffusion* yang akan dijelaskan berikutnya.

3.1 *Jump Diffusion*

Jump diffusion model adalah salah satu model yang diakibatkan oleh gerak Brownian Geometrik yang kontinu menuju ke S_t. Model ini berfungsi ketika keadaan harga aset yang bergerak cepat. *Jump diffusion* model termasuk ke dalam proses stokastik yang kontinu. *Jump diffusion* bisa juga disebut model *Geometric Brownian Motion* (GBM) *With Jump* dengan adanya lompatan (*jump*) pada harga saham masa lalu.

Gambar 3.1 Grafik *Jump Diffusion*

3.2 Pengambilan Data

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data harga saham Bank Negara Indonesia Persero Tbk . Data yang digunakan adalah data harga saham periode 19 September 2016 sampai 29 September 2017 yang diambil dari website http://finance.yahoo.com/quote/BBNI.JK. Setelah diperoleh data, selanjutnya menentukan data *in sample* dan *out sample*.

Menentukan data *in sample* yaitu di mana periode data *return* harga sahamnya digunakan untuk diteliti/diolah. Sedangkan untuk menentukan data *out sample* di mana periode data *return* sahamnya tidak digunakan dalam proses pengolahan data dan dijadikan nilai aktual lalu dibandingkan dengan harga saham yang akan diprediksi selanjutnya. Data harga saham yang dijadikan data *in sample* yaitu harga saham Bank Negara Indonesia Persero Tbk periode 19 September 2016 sampai 24 Agustus 2017, sedangkan yang dijadikan data *out sample* yaitu harga saham Bank Negara Indonesia Persero Tbk periode 25 Agustus 2017 sampai 29 September 2017.

3.3 Perhitungan Nilai *Return* dan Volatilitas Saham

Proses pergerakan harga saham mengikuti proses Wiener dan proses Poisson, sehingga dari data harga saham yang didapat akan dicari nilai *return* saham. Perhitungan nilai *return* dan volatilitas saham dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel 2016 berdasarkan persamaan *geometric of return* (2.2) dan persamaan volatilitas harga saham (2.4).

3.4 Pemotongan *Jump* pada Data *Return* Saham

Setelah dilakukan perhitungan nilai *return* saham, kemudian dilakukan perhitungan nilai kurtosis dengan menggunakan bantuan *software* SPSS 20 dan perhitungan pemotongan *jump* menggunakan *Peak Over Treshold* (POT)**.** POT digunakan untuk melihat lompatan yang terjadi pada data *in sample return* saham. Indikasi terjadi lompatan dapat dapat dilihat dari nilai kurtosis. Apabila kurtosis bernilai lebih besar dari 3 (ekor gemuk/*leptokurtosis*) maka terindikasi adanya lompatan. Jika data *return* saham terindikasi adanya lompatan, maka dilakukan perhitungan jumlah *worse case* data dengan *extreme value* menggunakan metode *Peak Over Treshold* berdasarkan subbab 2.5.

3.5 Estimasi Parameter

Model *Jump Diffusion* memiliki 5 parameter yaitu α, σ, λ, μ, δ. Parameter α dan σ diestimasi berdasarkan data *return* saham, untuk parameter λ diestimasi berdasarkan data pemotongan *jump*, dan parameter μ, dan δ diestimasi berdasarkan data selisih *jump*.

3.5.1 Estimasi α dan σ

Menurut Tsay (2001:229) dua parameter yang tidak diketahui α dan σ dapat diestimasi. Asumsikan bahwa memiliki n + 1 pengamatan harga saham X_t pada interval waktu yang sama jaraknya. Menunjukkan harga yang teramati sebagai $\{X_0, X_1, \dots, X_n\}$ dan misalkan $r_t = \ln(X_t) - \ln(X_{t-1})$ untuk $t = 1, \dots, n$. Saat $X_t = X_{t-1}\exp(r_t)$, r_t adalah *return* kontinu dalam interval waktu t. Dengan asumsi bahwa harga saham X_t mengikuti gerak Brown geometris, didapatkan bahwa r_t terdistribusi normal dengan mean $\left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta$ dan varians $\sigma^2\Delta$.

Untuk kesederhanaan, tentukan $\alpha_r = E(r_t) = (\alpha - \frac{\sigma^2}{2})\Delta$ dan $\sigma_r^2 = Var(r_t) = \sigma^2\Delta$. Misalkan $\bar{r}$ dan s_r adalah mean sampel dan standar deviasi data-yaitu,

$$\bar{r} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} r_t ,$$

$$s_r = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(r_t - \bar{r})^2}$$

$\bar{r}$ dan s_r adalah estimasi mean dan standar deviasi r_i, artinya, $\bar{r} \to \alpha_r$ dan $s_r \to \sigma_r$ sebagai $n \to \infty$. Oleh karena itu, dapat diestimasi σ dengan

$$\hat{\sigma} = \frac{s_r}{\sqrt{\Delta}} \tag{3.1}$$

Selanjutnya, dapat ditunjukkan bahwa standar *error* estimasi ini kira-kira $\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{2n}}$. Dari $\hat{\alpha}_r = \bar{r}$, dapat diestimasi α oleh

$$\hat{\alpha} = \frac{\bar{r}}{\Delta} + \frac{\hat{\sigma}^2}{2} = \frac{\bar{r}}{\Delta} + \frac{s_r^2}{2\Delta} \quad (3.2)$$

3.5.2 Estimasi λ

Estimasi parameter yang digunakan untuk parameter λ yaitu menggunakan MLE(*Maximum Likelihood Estimation*) atau kemungkinan maksimum. Misalkan $X_1, X_2, \dots, X_n$ adalah sampel random yang berasal dari populasi berdistribusi Poisson dengan parameter λ. Fungsi kepadatan peluang untuk distribusi Poisson dengan parameter λ dilihat dari persamaan (2.16).

Fungsi kemungkinan dari sampel acak berukuran n adalah:

$$L(\lambda) = \prod_{1}^{n} \frac{e^{-\lambda}\lambda^{x_i}}{x_i!}$$

$$= \left[\frac{e^{-\lambda}\lambda^{x_1}}{x_1!}\right]\left[\frac{e^{-\lambda}\lambda^{x_2}}{x_2!}\right]\dots\left[\frac{e^{-\lambda}\lambda^{x_n}}{x_n!}\right]$$

$$L(\lambda) = \frac{e^{-n\lambda}\lambda^{\sum_{i=1}^{n} x_1}}{\prod_{i=1}^{n} x_1!}$$

kemudian kedua ruas diberi ln, sehingga diperoleh:

$$\ln L(\lambda) = -n\lambda + \sum_{i=1}^{n} x_i \ln\lambda - \ln\left(\prod_{i=1}^{n} x_i!\right)$$

selanjutnya diturunkan $\ln L(\lambda)$ terhadap λ, yaitu:

$$\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\lambda} = -n + \frac{1}{\lambda}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

$$\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\lambda} = 0 \qquad \rightrightarrows \qquad -n + \frac{1}{\lambda}\sum_{i=1}^{n} x_i = 0$$

maka dari hasil di atas diperoleh:

$$\hat{\lambda} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \tag{3.3}$$

3.5.3 Estimasi μ dan δ

Estimasi parameter yang digunakan untuk parameter μ dan δ yaitu menggunakan MLE (*Maximum Likelihood Estimation*) atau kemungkinan maksimum. Misalkan $X_1, X_2, \dots, X_n$ adalah sampel acak dari suatu populasi yang berdistribusi normal dengan parameter μ dan δ^2. Fungsi kepadatan peluang untuk distribusi normal tersebut dilihat dari persamaan (2.10).

Fungsi kemungkinan dari sampel acak berukuran n adalah:

$$L(\mu, \delta^2) = \prod_{1}^{n} \frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} exp\left(-\frac{1}{2\delta^2}(x_i - \mu)^2\right)$$

$$= \left[\frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} exp\left(-\frac{1}{2\delta^2}(x_1 - \mu)^2\right)\right]\left[\frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} exp\left(-\frac{1}{2\delta^2}(x_2 - \mu)^2\right)\right]$$

$$\dots\left[\frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} exp\left(-\frac{1}{2\delta^2}(x_n - \mu)^2\right)\right]$$

$$L(\mu, \delta) = (2\pi\delta^2)^{-\frac{1}{2}n} exp\left(-\frac{1}{2\delta^2}(x_i - \mu)^2\right)$$

kemudian kedua ruas diberi ln, sehingga diperoleh:

$$\ln L(\mu, \delta) = -\frac{1}{2} n \ln 2\pi\delta^2 - \frac{1}{2\delta^2}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu)^2$$

selanjutnya diturunkan $\ln L(\mu, \delta)$ terhadap μ, yaitu:

$$\frac{\partial \ln L(\mu,\delta)}{\partial \mu} = \frac{1}{\delta^2}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu)$$

$$\frac{\partial \ln L(\mu,\delta)}{\partial \mu} = 0 \qquad \Leftrightarrow \qquad \frac{1}{\delta^2}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu) \ = 0 \qquad \Leftrightarrow \qquad \sum_{i=1}^{n} x_i = \mu n$$

dan $\ln L(\mu,\delta)$ terhadap δ, yaitu:

$$\frac{\partial \ln L(\mu,\delta)}{\delta} = -\frac{n4\pi\delta}{2\pi\delta^2} + \frac{2}{2\delta^3}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu)^2$$

$$\frac{\partial \ln L(\mu,\delta)}{\delta} = 0 \qquad \Leftrightarrow \qquad -\frac{n4\pi\delta}{2\pi\delta^2} + \frac{2}{2\delta^3}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu)^2 \ = 0$$

$$-\frac{n4\pi\delta}{2\pi\delta^2} + \frac{2}{2\delta^3}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu)^2 \ = 0 \ \Leftrightarrow -\frac{n}{\delta} + \frac{1}{\delta^3}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu)^2 = 0$$

$$\Leftrightarrow \ \frac{n}{\delta} = \frac{1}{\delta^3}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu)^2$$

maka dari hasil di atas diperoleh:

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \tag{3.4}$$

$$\hat{\delta} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu)^2} \tag{3.5}$$

3.6 Model Harga Saham *Jump Diffusion*

3.6.1 Proses Ito

Proses Ito adalah metode yang digunakan untuk mencari solusi integral stokastik dan analogi dari aturan rantai yang ditemui dalam turunan biasa pada persamaan diferensial biasa. Untuk memahami aturan rantai pada fungsi stokastik terlebih dahulu dipahami mengenai aturan rantai untuk fungsi turunan.

Misalkan f dan g fungsi turunan yang diferensiabel di x maka aturan rantai untuk diferensiasinya adalah

$$[f(g(x))]' = f'(g(x))g'(x) \tag{3.6}$$

Persamaan (3.6) ditulis dalam bentuk diferensial menjadi $d(f(g)) = f'(g)\, dg$ yang mana fungsi tersebut juga diferensiabel dalam t biasa ditulis sebagai uraian Taylor

$$f(g(t) + dg(t)) - f(g(t)) = f'(g(t))dg(t) + \frac{1}{2}f''(g(t))[dg(t)]^2 + \cdots \tag{3.7}$$

di sini $dg(t) = g(t + dt) - g(t)$ adalah kenaikan dari g di $[t, t + dt]$. Orde dua dan orde yang lebih tinggi dari ekspansi Taylor ini dapat diabaikan untuk dt yang kecil.

Uraian Taylor (3.7) diterapkan untuk kasus yang lebih umum. Misalkan $f(t, X_t)$ memiliki turunan parsial yang kontinu paling sedikit orde dua maka uraian Taylor (3.7) menjadi

$$f(t + d_t, X_{t+dt}) - f(t, X_t) = f_1(t, X_t)dt + f_2(t, X_t)dX_t + \frac{1}{2}(f_{11}(t, X_t)dt^2) + 2f_{12}(t, X_t)dt\, dX_t + (f_{22}(t, X_t)(dX_t)^2) + \cdots \tag{3.8}$$

di mana

$$f_i(t, X_t) = \frac{\partial}{\partial x_i}f(x_1, x_2)|x_1 = t, ; x_2 = X;\ i = 1,2, \ldots \tag{3.9}$$

$$f_{ij}(t, X_t) = \frac{\partial}{\partial x_i}\frac{\partial}{\partial x_j}f(x_1, x_2)|x_1 = t, ; x_2 = X;\ i = 1,2, \ldots \tag{3.10}$$

Persamaan (3.7) dapat ditulis menjadi

$$df(t,X_t) = \frac{\partial}{\partial t} f(t,X_t)dt + \frac{\partial}{\partial X_t} f(t,X_t)dX_t + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\,(t,X_t)dt^2 + \frac{\partial}{\partial t}\frac{\partial}{\partial X_t} f(t,X_t)dt\,dX_t + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial {X_t}^2}\,f(t,X_t){dX_t}^2 \tag{3.11}$$

Misalkan persamaan diferensial stokastik berbentuk

$$dX_t = a(t,X_t)dt + b(t,X_t)dW_t \tag{3.12}$$

Dengan mensubstitusikan (3.11) ke persamaan (3.12) dapat diperoleh

$$df(t,X_t) = \frac{\partial}{\partial t} f(t,X_t)dt + \frac{\partial}{\partial X_t} f(t,X_t)(a(t,X_t)dt + b(t,X_t)dW_t) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} f(t,X_t)dt^2 + \frac{\partial}{\partial t}\frac{\partial}{\partial X_t} f(t,X_t)dt\,(a(t,X_t)dt + b(t,X_t)dW_t) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial {X_t}^2}(t,X_t)$$

$$(a(t,X_t)dt + b(t,X_t)dW_t)^2 \tag{3.13}$$

di mana dapat ditulis menjadi

$$df(t,X_t) = \frac{\partial}{\partial t} f(t,X_t)dt + a(t,X_t)\frac{\partial}{\partial X_t} f(t,X_t)dt + b(t,X_t)\frac{\partial}{\partial X_t} f(t,X_t)dW_t + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} f(t,X_t)dt^2 + a(t,X_t)\frac{\partial}{\partial t}\frac{\partial}{\partial X_t} f(t,X_t)dt^2 + b(t,X_t)\frac{\partial}{\partial t}\frac{\partial}{\partial X_t} f(t,X_t)dW_t + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial {X_t}^2}(t,X_t)\,\left(\left(a(t,X_t)\right)^2 dt^2 + 2a(t,X_t)b(t,X_t)dt\,dW_t + (b(t,X_t))^{\,2}{dW_t}^{\,2}\right) \tag{3.14}$$

dengan mengabaikan suku dengan orde yang lebih tinggi, persamaan (3.14) menjadi

$$df(t,X_t) = \frac{\partial}{\partial t} f(t,X_t)dt + a(t,X_t)\frac{\partial}{\partial X_t} f(t,X_t)dt + b(t,X_t)\frac{\partial}{\partial X_t} f(t,X_t)dW_t + \frac{1}{2}\left(b(t,X_t)\right)^2\frac{\partial^2}{\partial {X_t}^2}(t,X_t){dW_t}^{\,2} \tag{3.15}$$

Karena ${dW_t}^{\,2} = dt$ maka persamaan (3.15) menjadi

$$df(t,X_t) = \frac{\partial}{\partial t} f(t,X_t)dt + a(t,X_t)\frac{\partial}{\partial X_t} f(t,X_t)dt + b(t,X_t)\frac{\partial}{\partial X_t} f(t,X_t)dW_t + \frac{1}{2}\left(b(t,X_t)\right)^2\frac{\partial^2}{\partial {X_t}^2}(t,X_t)dt \tag{3.16}$$

di mana

$$df(t,X_t) = \left(\frac{\partial}{\partial t}f(t,X_t) + a(t,X_t)\frac{\partial}{\partial X_t}f(t,X_t) + \frac{1}{2}(b(t,X_t))^2\frac{\partial^2}{\partial {X_t}^2}(t,X_t)\right)dt + b(t,X_t)\frac{\partial}{\partial X_t}f(t,X_t)dW_t \tag{3.17}$$

Persamaan (3.17) kemudian dikenal dengan Lemma Ito :

Lemma 3.6.1

Berdasarkan Hull (2009), jika terdapat variabel *X(t)* yang mengikuti proses *Itô* dengan persamaan :

$$dX(t) = \mu(X,t)\,dt + \sigma(X,t)\,dW(t) \tag{3.18}$$

dengan *W(t)* merupakan Gerak Brown Standar serta nilai μ dan σ adalah parameter dari *X* dan *t*, teorema *Itô* menyebutkan bahwa, jika terdapat fungsi *G = G(X,t)*, maka fungsi G akan mengikuti persamaan berikut :

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial X(t)}\mu + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 G}{\partial X(t)^2}\sigma^2\right)dt + \frac{\partial G}{\partial X(t)}\sigma\,dW(t) \tag{3.19}$$

Berdasarkan Lemma Ito di atas didapat perluasan proses Ito untuk *jump diffusion* berikut ini:

3.6.2 Proses Itô untuk *Jump Diffusion*

Proposisi 3.6.2 *Persamaan Itô untuk proses Jump Diffusion*

Misalkan X proses difusi dengan *jump*, definisikan sebagai penjumlahan dari drift, integral stokastik Brownian dan proses Poisson (Cont dan Tankov, 2004:264):

$$X_t = X_0 + \int_0^t \alpha_s ds + \int_0^t \sigma_s dW_s + \sum_{i=1}^{N_t} \Delta X_i\,, \tag{3.20}$$

kemudian, untuk setiap fungsi $f: [0,T] \times \mathbb{R} \to \mathbb{R}$, proses $G = G(t,X_t)$ dapat direpresentasikan menjadi:

$$G(t,X_t)-G(0,X_0)=\int_0^t [\,\alpha_s \frac{\partial f}{\partial x}(s,X_s)]ds+\frac{\partial f}{\partial s}(s,X_s)$$

$$+\frac{1}{2}\int_0^t \sigma_s^2 \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}(s,X_s)ds+\int_0^t \frac{\partial f}{\partial x}(s,X_s)\,\sigma_s\,dW_s$$

$$+\sum_{\{i\geq 1,T_i\leq t\}} [G\left(X_{T_i-}+\Delta X_i\right)-G\left(X_{T_i-}\right)] \quad . \tag{3.21}$$

Sehingga persamaan diferensial stokastik dengan *jump* diberikan pada rumus (2.18). W_t merupakan gerak Brown Standard. J_t adalah proses *jump* standard yang didefinisikan sebagai:

$$J(t)=\textstyle\sum_{j=1}^{N_T}\left(Y_j-1\right) \tag{3.22}$$

$$\text{dan} \quad dJ(t)=\left(Y_{N(t)}-1\right)dN(t) \tag{3.23}$$

N_t adalah proses Poisson dengan intensitas λ dengan W_t, N_t, dan Y_j saling independen. Dengan W_t merupakan Gerak Brown serta nilai μ dan σ adalah parameter dari X dan t. Berdasarkan Proses Itô untuk *jump diffusion model* di persamaan (3.21), jika terdapat fungsi $G = G(X,t)$, maka fungsi G akan mengikuti persamaan berikut:

$$dX=\left(\tfrac{\partial G}{\partial X_t}\alpha\,X_t+\tfrac{\partial G}{\partial t}+\tfrac{1}{2}\tfrac{\partial^2 G}{\partial {X_t}^2}\sigma^2 X_t\right)dt+\tfrac{\partial G}{\partial X_t}\sigma\,X_t\,dW_t+\left(G(X_{t-}+\Delta X_t)-G(X_{t-})\right) \tag{3.24}$$

misal fungsi $G = \ln X_t$, dengan $\frac{\partial G}{\partial X_t}=\frac{1}{X_t}$, $\frac{\partial^2 G}{\partial {X_t}^2}=-\frac{1}{{X_t}^2}$, $\frac{\partial G}{\partial t}=0$, maka diperoleh:

$$dX=\left(\alpha-\frac{\sigma^2}{2}\right)dt+\sigma dW_t+\left(G(X_{t-}+\Delta X_t)-G(X_{t-})\right) \tag{3.25}$$

jika perubahan harga saham periode berjalan dengan periode sebelumnya adalah satu hari dengan $t_0 < t_1 < t_2 < \cdots < t_n$, maka berdasarkan proses persamaan (3.25) dan (2.19) diperoleh:

$$\int_{t_{i-1}}^{t_i} dX = \int_{t_{i-1}}^{t_i} \left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2}\right) dt + \int_{t_{i-1}}^{t_i} \sigma dW_t$$
$$+ \sum_{\{i \geq 1, T_i \leq t\}} \left[G\left(X_{T_i-} + \Delta X_i\right) - G\left(X_{T_i-}\right)\right] \quad (3.26)$$

$$\Leftrightarrow \ln X_t - \ln X_{t-1} = \left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2}\right)(t_i - t_{i-1}) + \sigma(Wt_i - Wt_{i-1})$$
$$+ \sum_{\{i \geq 1, T_i \leq t\}} \left[G\left(X_{T_i-} + \Delta X_i\right) - G\left(X_{T_i-}\right)\right]$$

$$\Leftrightarrow \frac{\ln X_t}{\ln X_{t-1}} = \left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2}\right)(t_i - t_{i-1}) + \sigma(Wt_i - Wt_{i-1})$$
$$+ \sum_{\{i \geq 1, T_i \leq t\}} \left[G\left(X_{T_i-} + \Delta X_i\right) - G\left(X_{T_i-}\right)\right]$$

$$\Leftrightarrow \frac{X_t}{X_{t-1}} = \exp\left[\left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2}\right)(t_i - t_{i-1}) + \sigma(Wt_i - Wt_{i-1}) + \sum_{\{i \geq 1, T_i \leq t\}} \left[G\left(X_{T_i-} + \Delta X_i\right) - G\left(X_{T_i-}\right)\right]\right]$$

$$\Leftrightarrow X_t = X_{t-1} \exp\left[\left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2}\right)(t_i - t_{i-1}) + \sigma(Wt_i - Wt_{i-1}) + \sum_{\{i \geq 1, T_i \leq t\}} \left[G\left(X_{T_i-} + \Delta X_i\right) - G\left(X_{T_i-}\right)\right]\right]$$

Berdasarkan proporsi 3.6.2, Definisi 2.9.1, dan Definisi 2.9.1.1 didapatkan model akhir harga saham dengan *Jump Diffusion Model* sebagai berikut (Maruddani dan Trimono, 2017:40):

$$\hat{X}(t_i) = \hat{X}(t_{i-1})\, exp\left[\left(\hat{\alpha} - \frac{\hat{\sigma}^2}{2} - \hat{\lambda}\right)(t_i - t_{i-1}) + \hat{\sigma}\sqrt{t_i - t_{i-1}\, Z_{i-1}} + N_i\right] \quad (3.27)$$

3.7 Prediksi Harga Saham dan Perhitungan MAPE

Berdasarkan model harga saham *jump diffusion* yang telah didapat, dilakukan prediksi harga saham Bank Negara Indonesia Persero Tbk dan berdasarkan persamaan 2.19 dan 2.20 dilakukan juga perhitungan MAPE prediksi harga saham Bank Negara Indonesia Persero Tbk menggunakan *software* Microsoft Excel 2016.