BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Saham dan Return Saham

Saham adalah salah satu investasi di pasar modal yang cukup terkenal dan menjadi instrumen investasi yang banyak diminati para investor. Penerbitan saham adalah salah satu pilihan perusahaan dalam melakukan pendanaan perusahaan. Menurut (Fika, 2022) saham adalah surat berharga sebagai tanda kepemilikan, serta mempunyai hak terhadap penghasilan perusahaan setelah dikurangi pembayaran semua kewajiban perusahaan. Surat berharga yang diberikan perusahaan kepada investor berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang dikenal dengan sebutan emiten (Putri, 2022).

Definisi saham menurut (Fika, 2022) adalah suatu faktor penentu dan tolak ukur keberhasilan pengelolaan sebuah perusahaan. Harga saham menjadi representasi suatu nilai perusahaan karena semakin tinggi harga saham perusahaan maka perusahaan diinilai baik di mata investor dan begitupula sebaliknya. Harga saham adalah harga dari suatu saham di bursa pada waktu tertentu yang mengalami pergerakan naik ataupun turun secara cepat dalam hitungan detik, yang disebabkan oleh permintaan dan penawaran antar pembeli dan penjual saham (Putri C. N., 2022).

Return saham adalah hasil atau tingkat pengembalian yang diperoleh dari kegiatan investasi. Menurut (Maruddani dan Trimono, 2017) *return* saham adalah yang diperoleh dengan cara menghitung selisih harga saham periode berjalan dengan periode sebelumnya dan mengabaikan *dividen* (keuntungan/laba bersih perusahaan yang dibagikan kepada investor). *Return* saham dibedakan menjadi dua yaitu *return* realisasi yang digunakan untuk pengukuran risiko dimasa akan datang sedangkan *return* ekspetasi adalah *return* yang diharapkan investor atau sebagai tolak ukur pengambilan keputusan dari investasi dilakukan (Putri, 2022). Menurut (Putri, 2022) menghitung nilai *return* menggunakan metode *geometric return*, dengan formulasi sebagai berikut:

$$R_t = In\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right) \tag{2. 1}$$

Dengan:

R_t : *return* saham waktu t

X_t : harga saham periode t

X_{t-1} : harga saham periode t-1

2.2 Rata-rata dan Volatilitas

Menurut Trimono dan Maruddani (2017) volatilitas merupakan pengukuran fluktiasi harga saham, dengan n adalah jumlah observasi *return*, nilai rata-rata *return* dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} R_t \tag{2. 2}$$

Return dari rata-rata akan digunakan untuk mengestimasi variansi tiap periode sebagai berikut:

$$s^2 = \hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{t=1}^{n} (R_t - \bar{R})^2 \tag{2. 3}$$

Dengan:

$\bar{R}$: rata-rata *return* saham

R_t : *return* saham waktu *t*

s^2 : variansi

$\sqrt{s^2}$: estimasi nilai volatilitas harga saham.

2.3 Identifikasi Data Lompatan

Identifikasi data lompatan digunakan untuk mengetahui apakah data terdapat lompatan atau *jump*. Identifikasi data yang terindikasi lompatan atau *jump* menggunakan perhitungan *skewness* dan kurtosis. Menurut Ananda dan Fadhli (2018:82) *skewness* adalah ukuran derajat ketidaksimestrisan dari sebuah sebaran (distribusi). *Skewness* dibedakan antara positif dan negatif. *Skewness* positif apabila menceng ke kanan dan ekornya berada di sebelah kanan, sebaliknya jika negatif maka menceng ke kiri dan ekornya berada di sebelah kiri. Perhitungan *skewness* menurut Trimono dan Maruddani (2017):

$$\gamma_1 = \frac{\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(R_t - \mu)^3}{\sigma^3} \tag{2. 4}$$

Dengan γ_1 adalah *skewness*, n adalah jumlah data, R_t adalah data ke- t, μ adalah rata-rata, dan σ adalah standar deviasi.

Kurtosis adalah ukuran derajat peruncingan dari sebuah sebaran. Derajat perunjikan di bedakan menjadi 3 yaitu (Ananda dan Fadhli, 2018):

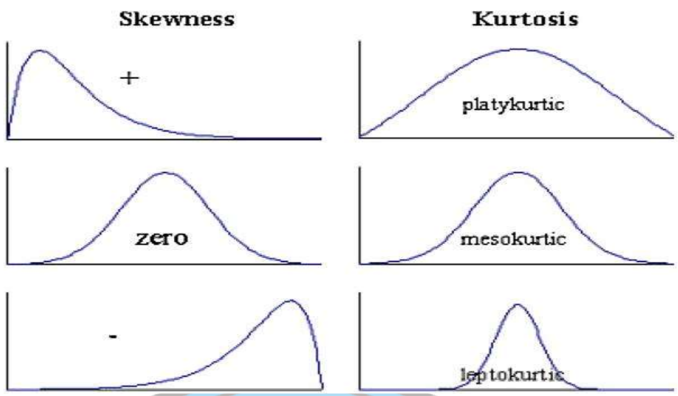
1. *Leptokurtic*, apabila puncak sebaran adalah runcing $\alpha_4 > 3$.
2. *Mesokurtuc*, apabila puncak sebaran adalah normal $\alpha_4 = 3$.
3. *Platykurtic*, apabila puncak sebaran adalah data $\alpha_4 < 3$.

Bentuk kurtosis dapat dilihat pada Gambar 2. 2

Perhitungan kurtosis menurut Trimono dan Maruddani (2017):

$$\gamma_2 = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x(t) - \mu)^4}{\sigma^4} \tag{2. 5}$$

Dengan γ_2 adalah kurtosis, n adalah jumlah data, R_t data ke ke- t, μ adalah rata-rata, dan σ adalah standar deviasi. *Skewness* dan kurtosis diilustrasikan seperti pada gambar 2.1 (Zimmerman, et al., 2013)



Gambar 2. 1 *Skewness* dan Kurtosis

Sumber: Zimmerman, et al., 2013

2.4 Distribusi Normal

Menurut (Herrhyanto dan Gantini, 2009) variabel random x dikatakan berdistribusi normal dengan fungsi densistas probabilitas sebagai berikut:

$$f(x;\mu,\sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{x-\mu}{\sigma}\right]^2} \tag{2. 6}$$

Untuk $-\infty < x < \infty$, $-\infty < \mu < \infty$, dan $-\infty < \sigma < \infty$ dikatakan berdistribusi normal dengan parameter μ dan σ dinotasikan $X \sim N(\mu, \sigma^2)$. Pembuktian parameter μ dan σ sebagai berikut (Herrhyanto dan Gantini, 2009).

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$$

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Misal $z = \frac{x-\mu}{\sigma}$

$$x = z\sigma + \mu$$

$$dx = \sigma dz$$

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{(z\sigma + \mu)}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(z)^2} odz$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \frac{(z\sigma + \mu)}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(z)^2} dz$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \frac{z\sigma}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(z)^2} dz + \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\mu}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(z)^2} dz$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \frac{z\sigma}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(z)^2} dz + \mu \cdot 1$$

$$= \sigma \int_{-\infty}^{\infty} \frac{z}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(z)^2} dz + \mu$$

Misal $w = -\frac{(z)^2}{2}$, $z = \sqrt{2w}$, dan $z\,dz = -dw$

$$dz = \frac{dw}{z} = \frac{dw}{\sqrt{2w}}$$

Diperoleh:

$$E(X) = \sigma \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(z)^2} zdz + \mu$$

$$= -\sigma \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{w} dw + \mu$$

$$= -\frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} \left(\int_{-\infty}^{0} e^{w} dw + \int_{0}^{\infty} e^{w} dw \right) + \mu$$

$$= -\frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-\frac{1}{2}(z)^2} \Big]_{-\infty}^{0} + e^{-\frac{1}{2}(z)^2} \Big]_{0}^{\infty} \right) + \mu$$

$$= -\frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} \left((e^{0} - e^{-\infty}) + (e^{-\infty} - e^{0}) \right) + \mu$$

$$E(X) = 0 + \mu = \mu$$

Sehingga diperoleh pembuktian bahwa:

$$E(X) = \mu \tag{2.7}$$

$$VAR(X) = E(X - \mu)^2$$

$$VAR(X) = \int_{-\infty}^{\infty} (x-\mu)^2 f(x) dx$$

$$VAR(X) = \int_{-\infty}^{\infty} (x-\mu)^2 \cdot \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Misal $z = \frac{x-\mu}{\sigma}$

$x - \mu = \sigma z$

$dx = \sigma dz$

$$VAR(X) = \frac{2}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{0}^{\infty} z^2 \sigma^2 e^{-\frac{z^2}{2}} \sigma dz$$

Misal $t = \frac{z^2}{2}$, maka $z^2 = 2t$

2z dz = 2 dt

$dz = \frac{dt}{\sqrt{2t}}$

$$VAR(X) = \frac{2\sigma^2}{\sqrt{2\pi}} \int_{0}^{\infty} 2t \cdot e^{-t} \cdot \frac{1}{\sqrt{2t}} dt$$

$$= \frac{2\sigma^2}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{\infty} \frac{1}{t} \cdot e^{-t} dt$$

$$= \frac{2\sigma^2}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{\infty} \frac{1}{t} \cdot e^{-t} dt$$

$$= \frac{2\sigma^2}{\sqrt{\pi}} \Gamma\left(\frac{3}{2}\right)$$

$$= \frac{2\sigma^2}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{1}{2} \Gamma\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$= \frac{\sigma^2}{\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{\pi}$$

$$VAR(X) = \sigma^2$$

Sehingga diperoleh pembuktian untuk variansi, sebagai berikut:

$$Var(X) = \sigma^2 \tag{2. 8}$$

2.5 Uji Kolmogorov-Smirnov

Uji Kolmogorov-Smirnov adalah uji hipotesis untuk menguji kecocokan data berdistribusi normal (Saepudin, 2017).

Hipotesis:

$H_0 : F(X) = F_0(X)$ data berdistribusi normal

$H_1 : F(X) \neq F_1(X)$ data tidak berdistribusi normal

Taraf Signifikan:

α = 5%

Statistika Uji

$D = \sup_{x} |F(X) - F_0(X)|$

dengan,

$F_0(X)$: fungsi distribusi kumulatif dari data sampel

$F_1(X)$: fungsi distribusi kumulatif dari distribusi normal

Kriteria Uji

H_0 ditolak jika $D > D_\alpha$ adalah nilai kritis yang diperoleh dari tabel uji Kolmogorov-Smirnov atau H_0 ditolak jika p-value < α.

2.6 ***Peak Over Treshold*** **(POT)**

Peak Over Treshold adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui data yang mengalami lompatan atau *jump* pada *return* saham dengan menentukan nilai ambang atas dan bawah yang disebut *threshold* (u), apabila melebihi nilai *threshold*, maka dikatakan nilai ekstrem. Data yang digunakan adalah *return* saham (Aniska et al., 2020). Berikut langkah-langkah (llyas et al., 2018):

1. Urutkan data return dari terendah hingga tertinggi.
2. Perhitungan banyaknya data yang melebihi batas u menggunakan rumus sebgai berikut:1

$$k = 10\% \times n \quad (2.9)$$

dengan:

k : Jumlah data lompatan.

n : Banyak data.

3. Perhitungan nilai *treshold* dengan rumus sebagai berikut:

$$u = k + 1 \quad (2.10)$$

Dengan, u: *Treshold*

4. Data *in sample* dilakukan pemotongan k data terendah dan k data tertinggi yang sudah diurutkan.

2.7 Peramalan

Definisi dari peramalan (*forcasting*) menurut (Purnomo, 2017) adalah seni dan ilmu untuk memprediksi kejadian di masa akan datang dengan melibatkan pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa yang akan datang dengan model matematis. Prediksi tersebut akan menjadi dasar perencanaan pengambilan keputusan yang efektif dan efesien dalam memberikan informasi terkait permintaan atau kebutuhan di masa mendatang.

Tujuan peramalan (*forcasting*) menurut (Utama et al., 2019) adalah mengkaji kebijakan perusahaan yang berlaku saat ini dan masa lalu untuk melihat besarnya pengaruh di masa mendatang sehingga dapat mengantisipasi terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan. Peramalan menurut jangka waktu terbagi menjadi beberapa katagori yaitu:

a. Peramalan jangka pendek, yaitu peramalan yang dilakukan deengan jangka waktu mulai dari satu hari sampai satu tahun, umumnya kurang dari tiga bulan.
b. Peramalan jangka menengah, yaitu peramalan yang dilakukan umumnya dengan jangka waktu hitungan bulan hingga lima tahun.
c. Peramalan jangka panjang, yaitu peramalan yang dilakukan dengan jangka waktu lebih dari lima tahun.

2.8 Estimasi Parameter

Pada model *Geometrric Brownian Motion with jump diffusion* memiliki 5 parameter yaitu σ, μ, λ, α, dan δ. Parameter σ dan μ akan diestimasikan berdasarkan data *return* saham. Parameter λ distimasi berdasarkan data pemotongan *jump*. Parameter α dan δ diestimasikan berdasarkan data selisih *jump*. Berikut ini rumus dari masing-masing parameter (Ilyas):

a. Estimasi parameter μ, digunakan untuk data *return* saham.

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} R_t \tag{2. 11}$$

$\hat{\mu}$: Nilai estimasi rata- rata

R_t : *return* saham waktu *t*

b. Estimasi parameter σ, digunakan untuk data *return* saham.

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{t=1}^{n} (R_t - \bar{R})^2 \tag{2. 12}$$

Dengan:

$\bar{R}$: rata-rata *return* saham

R_t : *return* saham waktu *t*

$\sqrt{\sigma^2}$: estimasi nilai volatilitas harga saham.

c. Estimasi parameter λ (itensitas *jump*), digunakan untuk data pemotongan *jump* saham.

$$\hat{\lambda} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \tag{2. 13}$$

Dengan, x_i : Data *jump* ke-*i*

d. Estimasi parameter α (rata-rata selisih *jump*) dan δ (standar deviasi selisih *jump*), digunakan untuk data selisih *jump* saham.

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \tag{2. 14}$$

$$\hat{\delta} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (x_i - \alpha)^2} \tag{2. 15}$$

Dengan:

x_i : Data selesih *jump* ke-*i*

n : Jumlah data selisih *jump*

α : Rata-rata selisih *jump*

2.9 Model *Geometric Brownian Motion*

Menurut Putri (2022), *Geometric Brownian Motion* adalah model harga saham degan gerak *Brown* yang menggunakan proses stokastik dengan waktu kontinu. Model ini memiliki asumsi bahwa *return* saham masa lalu berdistribusi normal (Aniska, 2020). GBM memiliki persamaan diferensial stokastik sebagai beikut:

$$dX_t = \mu X_t dt + \sigma X_t dW_t \quad (2.16)$$

Menurut Ditasari (2022), Perubahan harga saham periode sekarang dengan periode sebelumnya adalah satu hari dengan $t_0 < t_1 < t_2 \ldots < t_n$, berikut model *Geometrric Brownian Motion* untuk meramalkan harga saham:

$$\hat{S}(t_i) = \hat{S}(t_{i-1}) exp\left(\left(\hat{\mu} - \frac{\hat{\sigma}^2}{2}\right)(t_i - t_{i-1)} + \hat{\sigma}\sqrt{t_i - t_{i-1}} Z_{i-1}\right) \quad (2.17)$$

Dengan:

$\hat{S}(t_i)$: Nilai estimasi harga saham pada waktu ke-t_i

$\hat{S}(t_{i-1})$: Nilai estimasi harga saham pada waktu ke-t_{i-1}

$\hat{\mu}$: Nilai estimasi rata-rata *return* saham

$\hat{\sigma}$: Standar deviasi *return* saham.

Z_{i-1} : Data bangkitan berdistribusi normal baku pada periode ke-*i*-1

2.10 Persamaan Diferensial Stokastik

Proses sokastik merupakan himpunan variabel ramdom $\{X(t); t \in T\}$ dengan t menyatakan waktu dan X_t menyatakan hasil atau keadaan proses pada waktu ke-t (Setyawan, 2009). Menurut (Putri, 2022), proses stokastik digunakan dalam memodelkan pergerakan harga saham. Hal ini dikarenakan pergerakan harga saham tidak memberikan kepastian setaip periodenya. Model GBM *with* *jump diffusion* memiliki persamaan diferensial stokastik sebagai berikut (Ditasari et al., 2022):

$$dX_t = f(X_t)dt + g(X_t)dW_t + (t, X_t)dJ_t$$
$$dX_t = (\mu - \lambda)X_t dt + \sigma X_t dW_t + (X_t)dJ_t \qquad (2.\ 18)$$

Dengan X_t adalah Proses stokastik, W_t adalah Gerak *Brown* standar dengan $W(t) = Z\sqrt{t}$, dan Z adalah bilangan random dari distribusi normal standar, dengan nilai rata-rata sebesar 0 dan variansi sama dengan 1 atau dilambangkan dengan N(0,1),

$f(X_t)$ adalah suku *drift* dapat diilustrasikan sebagai berikut:

$$\left(\frac{\partial G}{\partial X_t}(\mu - \lambda)X_t + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{\partial^2 G}{2\partial {X_t}^2}\sigma^2 {X_t}^2\right)$$

$g(X_t)$ adalah suku difusi dapat diilustrasikan sebagai berikut:

$$\left(\frac{\partial G}{\partial X_t}\right)^2 \sigma^2$$

dan J_t adalah Proses *jump* standard, dengan persamaan sebagai berikut:

$$J_t = \sum_{i=1}^{N_t} X_i \qquad (2.\ 19)$$

Dengna N_t adalah proses poisson dengan itensitas λ (*jump*). $X_i = \ln x_i$ adalah variabel acak berdistribusi normal $\ln(x_i) \sim i.i.d.Normal(\mu, \delta^2)$. Iid menyatakan distribusi probabilitas rata-rata $(E(X_t) = \mu = \lambda_t)$ dan variansi $(Var(X_t) = \delta^2 = {\lambda_t}^2)$ hingga mendekati distribusi normal (Abdullah, et al., 2020).

2.11 Model Harga Saham *Geometric Brownian Motion with Jump Diffusion*

Model *Geometric Brownian Motion with jump diffusion* atau dikenal *Jump Diffusion* merupakan salah satu model pengembangan dari *Geometric Brownian Motion*. Medol ini digunakan ketika keadaan data harga saham terdapat lompatan (*jump*) dan nilai return saham tidak memenuhi asumsi normalitas. *Return* seringkali ditemukan tidak berdistribusi normal, karena mmengandung data ekstrem yang diketahui melalui keberadaan *jump* (lompatan) (Maruddin, 2018). Menurut (Ditasari et al., 2022), berdasarkan persamaan stokastik diferensial (18) maka persamaan umum teorema ito untuk fungsi $G = \mathrm{G}\,(\mathrm{X}, \mathrm{t})$ untuk pembentukan persamaan model *Geometric Brownian Motion with jump diffusion* sebagai berikut:

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial X_t}(\mu - \lambda)X_t + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{\partial^2 G}{2\partial {X_t}^2}\sigma^2 {X_t}^2\right)dt + \left(\frac{\partial G}{\partial X_t}\sigma X_t dW_t\right) + \Delta S_t \qquad (2.\,20)$$

Misal $X_t = S_t$ dan 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 $\frac{\partial G}{\partial t} = 0$, diperoleh

$$dG = \left((\mu - \lambda)\cdot\frac{1}{S_t}\cdot S_t + 0 + \frac{1}{2}\cdot\left(-\frac{1}{{S_t}^2}\right)\cdot\sigma^2 {S_t}^2\right)dt + \left(\frac{1}{S_t}\cdot\sigma S_t dW_t\right) + (\Delta S_t)$$

$$dG = \left(\mu - \lambda - \frac{\sigma^2}{2}\right)dt + (\sigma dW_t) + (\Delta S_t) \qquad (2.\,21)$$

Perubahan harga saham periode sekarang dengan periode sebelumnya adalah satu hari dengan $t_0 < t_1 < t_2 \ldots < t$, dengan model *Geometric Brownian Motion with jump diffusion* sebagai berikut (Trimono dan Maruddani, 2017:61):

$$\int_{ti-1}^{ti} dG = \int_{ti-1}^{ti}\left(\mu - \lambda - \frac{\sigma^2}{2}\right)dt + \int_{ti-1}^{ti}\sigma dW_t + \sum_{i=1}^{N_t}\Delta S_i$$

$$\Leftrightarrow lnS_t - lnS_{t-1} = \left(\mu - \lambda - \frac{\sigma^2}{2}\right)(t_i - t_{i-1}) + \sigma(W_{ti} - W_{ti-1}) + \sum_{i=1}^{N_t}\Delta S_i$$

$$\Leftrightarrow lnS_t = lnS_{t-1}\left(\mu - \lambda - \frac{\sigma^2}{2}\right)(t_i - t_{i-1}) + \sigma(W_{ti} - W_{ti-1}) + \sum_{i=1}^{N_t}\Delta S_i$$

$$\Leftrightarrow exp(lnS_t) = exp\left(lnS_{t-1}\left(\mu - \lambda - \frac{\sigma^2}{2}\right)(t_i - t_{i-1}) + \sigma(W_{ti} - W_{ti-1}) + \sum_{i=1}^{N_t}\Delta S_i\right)$$

$$\Leftrightarrow S_t = S_{t-1}\,exp\left[\left(\mu - \lambda - \frac{\sigma^2}{2}\right)(t_i - t_{i-1}) + \sigma(W_{ti} - W_{ti-1}) + \sum_{i=1}^{N_t}\Delta S_i\right] \qquad (2.\,22)$$

Berdasarkan persamaan (23) didapat model akhir dengan *Geometric Brownian Motion* (GBM) *with Jump Diffusion,* sebagai berikut:

$$\hat{S}(t_i) = \hat{S}(t_{i-1})exp\left(\left(\hat{\mu} - \frac{\hat{\sigma}^2}{2} - \hat{\lambda}\right)(t_i - t_{i-1}) + \hat{\sigma}\sqrt{t_i - t_{i-1}}Z_{i-1} + N_i\right) \quad (2.23)$$

Dengan

$\hat{S}(t_i)$: Nilai estimasi harga saham pada waktu ke-t_i

$\hat{S}(t_{i-1})$: Nilai estimasi harga saham pada waktu ke-t_{i-1}

$\hat{\mu}$: Nilai estimasi rata-rata *return* saham

$\hat{\sigma}$: Standar deviasi *return* saham.

$\hat{\sigma}^2$: Variansi *return* saham.

$\hat{\lambda}$: Intensitas lompatan

Z_{i-1} : Data bangkitan berdistribusi normal baku ke *i*-1 dengan N(0,1)

N_i : Data bangkitan berdistribusi normal, dengan rata-rata = α dan Standar deviasi = δ

2.12 ***Mean Absolute Percentage Error*** **(MAPE)**

Menurut (Trimono dan Maruddani, 2017), MAPE adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengevaluasi nilai peramalan dan membantu menyimpulkan sejauh mana akurasi peramalan yang dilakukan. Apabila nilai MAPE yang dihasilkan semakin kecil, maka metode peramalan tersebut semakin baik. Perhitungan MAPE sebagai berikut:

$$MAPE = \sum_{t=1}^{n} \frac{\left|\frac{X_t - Y_t}{X_t}\right|}{n} \, x \, 100\% \quad (2.24)$$

Dengan:

X_t : Harga saham pada waktu t

Y_t : Peramalan harga saham aktual pada waktu t

n : Jumlah data harga saham

Tingkat akurasi peramalan dapat dilihat berdasarkan katagori persentase nilai MAPE sebagai berikut (Ditasariet al., 2022):

Tabel 2. 1 Nilai MAPE sebagai Tingkat Akurasi Peramalan

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

Sumber: Ditasariet al., 2022

2.13 *Value at Risk* (VaR)

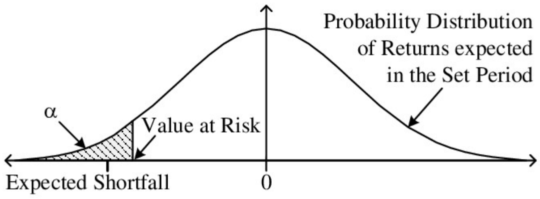
Menurut (Nikasari et al., 2017) *Value at Risk* (VaR) adalah pengukuran estimasi risiko atau kerugian yang mungkin terjadi selama periode waktu tertentu pada kondisi pasar normal dengan tingkat kepercayaan tertentu. Menurut (Nikasari et al., 2017), VaR memiliki tiga metode utama dalam perhitungannya yaitu metode Simulasi Historis, metode varian-kovarian, dan metode Simulasi Monte Carlo. Metode Simulasi Historis adalah metode non-parametrik yang menyampingkan asumsi normalitas pada *return* saham. Metode varian-kovarian dan Simulasi Monte Carlo adalah metode parametrik yang memperhatikan asumsi normalitas pada *return* saham. VaR pada tingkat kepercayaan α dan selang waktu t di formulasikan sebagai berikut:

$$VaR_{\alpha} = \mu + \sigma\phi^{-1}(\alpha)\sqrt{t} \tag{2. 25}$$

Dengan μ merupakan rata-rata, σ merupakan standar deviasi, dan ϕ^{-1} merupakan invers fungsi distribusi.

2.14 Simulasi Historis *Expected Shortfall*

Menurut Prihatiningsih et al. (2020), *Expected Shortfall* adalah suatu ukuran risiko yang memperhatikan setiap kerugian yang melebihi VaR, karena memiliki kemungkinan kerugian yang terjadi lebih besar dari VaR. Menurut (Jaadhav et al, 2009), perhitungan risiko *Expected Shortfall* mempunyai keunggulan dalam memperoleh hasil risiko yang akurat dan memberikan informasi kemungkinan terburuk yang akan terjadi. Kelebihan lainnya yaitu dapat memprediksi risiko pada data berdistribusi normal maupun tidak normal. *Expected shortfall* dapat diilustrasikan seperti gambar 2.2 (Koor dan Page, 2012):



Gambar 2. 2 Expected Shortfall

Sumber: Koor dan Page, 2012

Menurut (Jaadhav et al., 2009), *Expected shortfall* memiliki metode non-parametrik untuk mengestimasikannya, salah satunya dengan simulasi historis. Simulasi historis tidak mensyaratkan digunakan pada model tertentu. Pengukuran risiko dengan simulasi historis berdasarkan return saham historis. Metode *Expected shortfall* dengan Simulasi hostoris dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\hat{E}S_{\alpha}(X) = -\frac{1}{N\alpha}\sum_{i=1}^{N\alpha} R_t \qquad (2.\ 26)$$

Dengan:

N : banyak data *return* harga saham

$N\alpha$: Perkalian dari jumlah data *return* dan alpha yang dibulatkan kebawah

R_t : Nilai *return* yang sudah diurutkan