# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pasar keuangan modern menghadapi tantangan besar akibat dinamika harga saham yang terus berubah. Salah satu aspek fundamental yang menjadi perhatian utama investor dan pelaku pasar adalah volatilitas saham. Volatilitas mencerminkan tingkat risiko dan ketidakpastian pasar juga menjadi indikator penting dalam menentukan nilai instrumen derivatif, seperti opsi. Bagi investor, pemahaman terhadap pola volatilitas memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cerdas dalam memilih strategi investasi maupun mengelola risiko portofolio. Namun, karakteristik volatilitas saham yang bersifat fluktuatif dan tidak stabil menjadi hambatan dalam pengukuran dan peramalan yang akurat. Faktor-faktor seperti kebijakan moneter, perubahan kondisi ekonomi global, hingga sentimen pasar memiliki pengaruh besar terhadap pergerakan volatilitas, menjadikannya fenomena yang kompleks dan dinamis. Dalam hal ini, kebutuhan akan model yang mampu menangkap pola volatilitas secara tepat semakin relevan.

Salah satu model statistik yang banyak digunakan dalam memodelkan volatilitas saham adalah *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH). Model ini memiliki kemampuan untuk menangkap pola heteroskedastik, yaitu kondisi di mana varians data bergantung pada informasi masa lalu. Dengan fitur ini, model GARCH dapat menggambarkan volatilitas saham yang bersifat *clustered* (terkonsentrasi dalam waktu tertentu) dan *time-varying* (berubah seiring waktu). Keunggulan ini menjadikan GARCH sebagai alat yang andal untuk memprediksi volatilitas saham di berbagai pasar keuangan global. Meskipun penerapan model GARCH telah banyak digunakan di pasar keuangan maju seperti Amerika Serikat dan Eropa, penerapannya di pasar negara berkembang seperti Indonesia masih tergolong terbatas. Di sisi lain, pasar modal Indonesia mengalami pertumbuhan pesat dalam beberapa dekade terakhir sehingga memerlukan pendekatan analitik yang lebih canggih untuk memahami volatilitas saham di pasar ini. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa pengintegrasian hasil model GARCH dalam perhitungan harga opsi dapat meningkatkan akurasi dibandingkan metode tradisional, seperti model Black-Scholes yang mengasumsikan volatilitas konstan.

Sementara itu, dalam menghitung harga opsi, pendekatan numerik menjadi pilihan utama ketika solusi analitik tidak memungkinkan. Salah satu metode yang populer digunakan adalah metode *Trinomial Kamrad-Ritchken* (TKR). Metode ini merupakan pengembangan dari model binomial dengan menambahkan satu cabang kemungkinan tambahan, yaitu harga tetap, selain cabang naik dan turun. Dengan pendekatan tiga cabang ini, metode TKR menawarkan akurasi lebih tinggi dalam merepresentasikan pergerakan harga aset dasar, terutama dalam jangka waktu yang lebih panjang. Keunggulan lainnya adalah fleksibilitas metode ini dalam mengintegrasikan berbagai model volatilitas, termasuk model GARCH, untuk menghasilkan perhitungan harga opsi yang lebih realistis.

Berdasarkan uraian latar belakang dan penelitian sebelumnya, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “**Penerapan Metode Trinomial Kamrad Ritchken dalam Penetapan Harga Opsi dengan Menggunakan Volatilitas Model GARCH”**. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam memberikan wawasan baru bagi akademisi, praktisi, dan regulator dalam memahami pola volatilitas saham serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam pengelolaan risiko investasi. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya literatur keuangan tentang aplikasi model GARCH di pasar modal Indonesia.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana penentuan harga opsi metode *Trinomial Kamrad-Ritchken* menggunakan volatilitas model GARCH?"

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan harga opsi metode *Trinomial Kamrad-Ritchken* menggunakan volatilitas model GARCH.

## 1.4 Landasan Teori

### 1.4.1 Saham

Saham merupakan dokumen yang menjadi bukti kepemilikan pada sebuah perusahaan, di mana pemegang saham memiliki hak atas keuntungan dan aset perusahaan. Saham juga dikenal sebagai instrumen keuangan yang mencerminkan bagian kepemilikan dalam perusahaan. Ketika seorang investor membeli saham, secara otomatis ia memiliki sebagian kepemilikan perusahaan tersebut dan berhak mendapatkan keuntungan dalam bentuk dividen.

Menurut Dermawan Sjahrial, saham adalah surat berharga yang diterbitkan oleh perusahaan berbentuk perseroan terbatas, atau dikenal sebagai emiten. Kepemilikan saham menandakan bahwa pemegang saham adalah bagian dari pemilik perusahaan tersebut. Oleh karena itu, ketika seorang investor membeli saham, ia sekaligus menjadi salah satu pemilik atau pemegang saham perusahaan.

### 1.4.2 Return Saham

Return saham merupakan keuntungan yang diperoleh dari investasi saham, yang dihasilkan dari selisih positif antara harga saham saat ini dengan harga saham sebelumnya. Dengan kata lain, semakin tinggi harga saham, semakin besar keuntungan yang dapat diperoleh investor. Menurut Tandellin (2017), return adalah salah satu faktor yang memotivasi investor untuk berinvestasi, sekaligus merupakan imbalan atas keberanian investor dalam menghadapi risiko investasi. Return menggambarkan tingkat pengembalian yang diperoleh dari aktivitas investasi. Tandellin juga menjelaskan bahwa investasi adalah komitmen penggunaan sumber daya saat ini dengan harapan mendapatkan keuntungan di masa depan, dan pihak yang melakukannya disebut investor.

Perusahaan biasanya mengeluarkan dua jenis saham, yaitu saham preferen dan saham biasa. Saham preferen merupakan saham istimewa yang memberikan hak lebih kepada pemiliknya dibandingkan pemegang saham biasa. Pemilik saham preferen menerima dividen tetap yang tidak berubah dan biasanya saham ini diterbitkan dalam jumlah terbatas. Di sisi lain, saham biasa adalah bukti kepemilikan perusahaan, di mana pemiliknya berhak atas sebagian dividen perusahaan, namun juga wajib menanggung risiko apabila perusahaan mengalami kerugian. Jogiyanto (2017) menambahkan bahwa return saham adalah hasil keuntungan yang diperoleh investor dari investasi saham, yang dapat berupa return realisasi (keuntungan yang sudah terealisasi) atau return ekspektasi (keuntungan yang diharapkan di masa depan).

Return saham sesungguhnya ($R_{i,t}$) diperoleh dari ln dari harga saham harian sekuritas i pada waktu ke-t ($S_{i,t}$ ) dibagi harga saham harian sekuritas i pada waktu ke t-1 atau ( $S_{i,t-1}$). *Market-adjusted* model menganggap bahwa penduga yang terbaik untuk mengestimasi return suatu sekuritas dengan menggunakan return indeks harga saham atau return pasar yang dapat dihitung dengan rumus (Jogianto, 2008):

$$R_{i,t} = ln \, \frac{S_{i,t}}{S_{i,t-1}} \tag{1}$$

dimana :

$R_{i,t}$ = Return indeks harga saham ke- i pada periode ke-t

$S_{i,t}$ = indeks harga saham ke- i pada periode ke-t

$S_{i,t-1}$= indeks harga saham ke- i pada periode ke t-1.

### 1.4.3 Model ARIMA

Model ARIMA dikembangkan secara mendalam oleh George Box dan Gwilym Jenkins, sehingga metode ini sering disebut sebagai metode Box-Jenkins. Berbeda dengan metode peramalan lainnya, model ARIMA tidak memerlukan pola tertentu untuk dapat berfungsi secara optimal. Model ini akan memberikan hasil yang baik jika data deret waktu yang digunakan menunjukkan sifat saling ketergantungan atau hubungan statistik antara nilai-nilainya.

Model Autoregressive Moving Average merupakan suatu model yang terdiri dari penggabungan antara AR dan MA. Nilai tidak hanya dipengaruhi oleh nilai peubah $y_t$, tetapi juga oleh galat peubah pada periode sebelumnya. Bentuk umum model autoregressive moving average (p,q ) adalah:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \cdots + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_1 - a_1 \varepsilon_{t-1} - a_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

### 1.4.4 Volatilitas

Volatilitas dapat diartikan sebagai ukuran tingkat ketidakpastian dalam pergerakan harga saham di masa depan. Dengan kata lain, semakin tinggi volatilitas, peluang harga saham untuk mencapai nilai yang diharapkan juga semakin besar. Namun, sebaliknya, semakin tinggi volatilitas, semakin besar pula kemungkinan harga saham menyimpang jauh dari nilai yang diharapkan.

### 1.4.5 Model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH)

Pada tahun 1986, Bollerslev mengembangkan model ARCH menjadi model GARCH. Ia menjelaskan bahwa varians residual tidak hanya dipengaruhi oleh residual dari periode sebelumnya, tetapi juga oleh kuadrat residual dari periode sebelumnya. Model GARCH (p,q) didefinisikan sebagai berikut:

$$Y_t | F_{t-1} \sim N(0, h_t), \quad (3)$$

Dengan

$$h_t = a_0 + a_1 Y_{t-1}^2 + \cdots + a_q Y_{t-q}^2 + \beta_1 h_{t-1} + \cdots + \beta_p h_{t-p} \quad (4)$$

$$h_t = a_0 + \sum_{i=1}^{q} a_i Y_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j h_{t-j} \quad (5)$$

dimana $q > 0, p \geq 0$, $\boldsymbol{a_0} > 0$, dan $\boldsymbol{a_i} \geq 0$, untuk $i = 1, \ldots, q$ dan $\beta_j \geq 0, j = 1, \ldots, p$ dan $\alpha + \beta < 1$ (Engle, 2001). Kondisi $a_0 > 0$, $a_i \geq 0$, $\beta_j \geq 0$ dibutuhkan untuk menjamin agar $h_t > 0$.

### 1.4.6 Kriteria Pemilihan Model Terbaik

Terdapat sejumlah kriteria yang digunakan untuk memilih model berdasarkan analisis residual hasil peramalan (Kurnia et al., 2004). Kriteria-kriteria ini biasanya diterapkan untuk menentukan model terbaik berdasarkan residual dari data in-sample, di antaranya:

- Akaike's Information Criterion (AIC)

  Model AIC secara umum dirumuskan sebagai berikut:

$$AIC = T.In\left(\frac{S}{T}\right) + 2n_p + T + T\,.In\,(2\pi) \tag{6}$$

- Schwartz Criterion (SC)

$$SC = T.In\left(\frac{S}{T}\right) + n_p In\,(T) + T + T.In\,(2\pi) \tag{7}$$

Dimana :

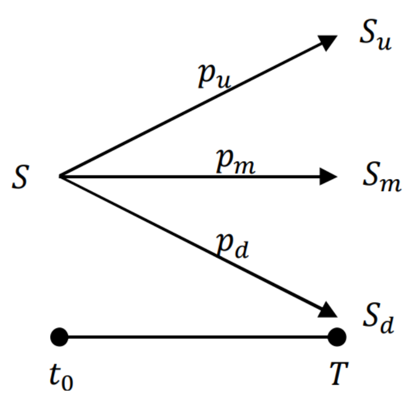
S = *Sum of Square error (SSE)* dengan SSE = $\sum_{t=1}^{T}(\varepsilon_t^2 - \hat{h}_t)^2$

T = Banyaknya observasi

$n_p$ = Banyaknya parameter yang ditaksir

### 1.4.7 Model *Trinomial Kamrad-Ritchken*

Metode *Trinomial Kamrad-Ritchken* adalah penyempurnaan dari model pohon binomial, yang memungkinkan tiga kemungkinan pergerakan harga aset dasar pada setiap langkah waktu yaitu naik ($u$), turun ($d$), atau tetap ($m$). Model ini menawarkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode binomial karena memberikan distribusi harga yang lebih realistis.




**Gambar 1**. Ilustrasi Pergerakan Harga Saham dengan Trinomial Satu Periode

Dalam model trinomial ini, akan ditentukan nilai parameter stretch yang optimal agar pohon trinomial sejajar dengan garis kemungkinan harga saham. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan perhitungan harga opsi yang lebih akurat. Parameter stretch sendiri menggambarkan tingkat kerenggangan pada struktur pohon dalam model trinomial. Pada model Trinomial Kamrad-Ritchken, hasil harga saham yang diperoleh dari pohon trinomial diharapkan mendekati hasil dari model harga saham kontinu berikutnya.

$$S_{i+1} = S_i\, e^{\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t} Z} \tag{8}$$

dengan $Z \sim N(0,1)$. Dimana $S_i$ sebagai harga saham pada waktu ke i , $\mu$ sebagai parameter konstan yang menyatakan tingkat rata-rata pertumbuhan harga saham, $\sigma$ sebagai volatilitas harga saham, dan t sebagai jangka waktu. Selanjutnya, harus ditentukan terlebih dahulu bahwa nilai $\mu$ mendekati nilai R. Dimana R menyatakan return harga saham. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan menyamakan ekspektasi antara kedua parameter:

$$E(\mu \Delta t) = \frac{E(\, S_{i+1} - S_i)}{S_i} \tag{9}$$

dan didapatkan hasil akhir persamaan (9) sebagai berikut:

$$\mu \Delta t = e^{R \Delta t} - 1 \tag{10}$$

Berdasarkan deret Maclaurin, dimana $e^x \approx 1 + x$, sehingga :

$$\mu \Delta t \approx 1 + R\Delta t - 1 \equiv R\Delta t \tag{11}$$

$$\mu \approx R \tag{12}$$

Dilanjutkan proses pembagian kedua ruas persamaan (8) dengan $S_i$ , kemudian diambil nilai lognormal nya, diperoleh:

$$In \left(\frac{S_{i+1}}{S_i}\right) = \left(R - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t} Z \tag{13}$$

Apabila dilakukan pemisalan $\left(R - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t} Z = \xi$ pada persamaan (8), model harga saham dapat dituliskan sebagai berikut :

$$S\,(t + \Delta t) = S_t\, e^{\left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t} Z} = S_t\, e^{\xi\,(t)} \tag{14}$$

dimana $\xi\,(t) \sim \mathrm{N}\left(\left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\Delta t, \sigma^2 \Delta t\right)$

Berdasarkan persamaan (14), digunakan lognormal dari model harga saham tersebut, sehingga:

$$In\, S\,(t + \Delta t) = In\, S_t + In\, e^{\xi(t)} = In\, S_t + \xi(t) \tag{15}$$

Misal $\xi(t)^a$ merupakan peubah acak diskrit yang menghampiri $\xi(t)$ dengan nilai $v$ untuk probabilitas $p_u$, nilai 0 untuk probabilitas $p_m$, dan nilai $-v$ untuk probabilitas $p_d$, dimana nilai $v$ dinyatakan dari $v = \lambda\sigma\sqrt{\Delta t}$, nilai $u = e^v$ , nilai $m = e^0 = 1$, dan nilai $d = e^{-v}$ . $p_u$ adalah probabilitas pergerakan harga aset dasar ke atas (probability up), $p_m$ adalah probabilitas bahwa harga aset dasar tetap tidak berubah (probability middle/neutral), dan $p_d$ adalah probabilitas bahwa harga aset dasar akan turun (probability down).

Kemudian didapatkan hasil akhir perumusan ekspektasi dan variansi dari model harga saham yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$E\ (\xi^a) = v\, p_u + 0.p_m + -v\, p_d = v(p_u - p_d) = (r - \frac{1}{2}\sigma^2)\Delta t \tag{16}$$

$$Var\ (\xi^a) = v^2(\,p_u + p_d) - v^2(p_u - p_d)^2 = \sigma^2\Delta t \tag{17}$$

Selanjutnya untuk mendapatkan nilai $p_u$, $p_m$, dan $p_d$ akan disamakan nilai ekspektasi dan variansi dari model harga saham kontinu yang telah diperoleh pada persamaan $\xi \sim N((r - \frac{1}{2}\sigma^2)\Delta t, \sigma^2\Delta t)$ dengan nilai ekspektasi dan variansi dari model Trinomial Kamrad Ritchken yang telah diperoleh pada persamaan (16) dan (17) sehingga menghasilkan:

$$p_u = \frac{1}{2\lambda^2} + \frac{\left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\sqrt{\Delta t}}{2\lambda\sigma} \tag{18}$$

$$p_d = \frac{1}{2\lambda^2} - \frac{\left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\sqrt{\Delta t}}{2\lambda\sigma} \tag{19}$$

$$p_m = 1 - p_u - p_d = 1 - \frac{1}{\lambda^2} \tag{20}$$

Selanjutnya, untuk menentukan nilai $\lambda$ harus di tentukan nilai $\eta$ terlebih dahulu. Nilai $\eta$ menyatakan banyaknya Langkah dari harga saham awal $S_0$ sampai ke *barrier* $B$. Untuk menentukan nilai $\eta$, digunakan rumus sebagai berikut.

1) *Barrier Up*

$$B = S_0 \,.\, u^\eta \tag{21}$$

$$B = S_0 \,.\, (e^{\lambda\sigma\sqrt{\Delta t}})^\eta \tag{22}$$

Kemudian membagi kedua ruas dengan $S_0$ dan mengambil nilai ln nya dan diperoleh sebagai berikut.

$$In\ (\frac{B}{S_0}) = \eta\ (\lambda\sigma\sqrt{\Delta t}\ ) \tag{23}$$

Karena nilai $\lambda$ saat model trinomial dalam keadaan standar adalah 1, maka dimisalkan $\lambda = 1$ sehingga diperoleh :

$$\eta = \frac{In\ (\frac{B}{S_0})}{\sigma\sqrt{\Delta t}} \tag{24}$$

*2) Barrier Down*

$$B = S_0 \,.\, d^{\eta} \tag{25}$$

$$B = S_0 \,.\, (e^{-\lambda\sigma\sqrt{\Delta t}})^{\eta} \tag{26}$$

Dengan mengikuti prosedur yang sama pada poin (1) di atas, diperoleh :

$$\eta = \frac{In\ (\frac{B}{S_0})}{\sigma\sqrt{\Delta t}} \tag{27}$$

Karena $\eta$ menyatakan banyaknya langkah dari $S_0$ ke $B$, maka $\eta$ harus merupakan bilangan bulat. Oleh karena itu, $\eta$ dibulatkan menjadi :

$$\eta_0 = \lfloor \eta \rfloor \tag{28}$$

Untuk menghilangkan perbedaan antara $\eta_0$ dan $\eta$, ditambahkan $\lambda$ sebagai factor koreksi, sehingga diperoleh :

$$\eta = \lambda\eta_0 \tag{29}$$

Berdasarkan persamaan (25), diperoleh

$$\lambda = \frac{\eta}{\eta_0} \tag{30}$$

Setelah nilai $\lambda$ diperoleh, maka nilai $u, d,$ dan probabilitasnya yaitu $p_u, p_d,$ dan $p_m$ dapat ditentukan. Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *payoff* dengan memperhitungkan terlebih dahulu nilai – nilai kemungkinan harga saham di setiap t untuk $0 \le t \le T$. Untuk menghitung nilai – nilai kemungkinan harga saham tersebut, digunakan rumus berikut.

$$S_{ji} = S_0 u^j d^{i-j} \tag{31}$$

Dimana $i = 0, 1, \dots, M\ dan\ j = 1, 2, \dots, i$. Nilai $i$ menyatakan indeks kenaikan harga saham. Setelah semua kemungkinan harga saham ditentukan, maka selanjutnya menentukan nilai *payoff.* Nilai *payoff* dikenal juga sebagai nilai intrinsik yang menyatakan besarnya keuntungan yang didapatkan dari sebuah transaksi. Untuk opsi call eropa, apabila harga saham pada saat $T$ lebih besar dari nilai *strike price*, *holder* akan meng-*exercise* opsinya agar mendapatkan keuntungan sebesar $V = S(T) - K$. Sedangkan jika $S(T) < K$, *holder* lebih memilih tidak meng- *exercise* opsinya atau dengan kata lain nilai *payoff* sama dengan nol ($V = 0$). Sehingga untuk opsi call eropa, nilai payoff untuk semua kemungkinan harga saham dirumuskan sebagai berikut:

$$V_{ij} = C_{ij} = \max\,(S_{ij} - K, 0) \tag{32}$$

Dimana $i = 0, 1, \dots, M\ dan\ j = 1, 2, \dots, i$. Untuk opsi put eropa, opsi tersebut akan menguntungkan jika harga saham pada saat $T$ lebih kecil dari nilai *strike price*, sehingga *holder* akan meng-*exercise* opsinya agar mendapatkan keuntungan sebesar $V = K - S(T)$. Sebaliknya, jika nilai $S(T) > K$, *holder* lebih memilih tidak meng- *exercise* opsinya atau dengan kata lain nilai *payoff* sama dengan nol ($V = 0$). Sehingga untuk opsi call eropa, nilai payoff untuk semua kemungkinan harga saham dirumuskan sebagai berikut:

$$V_{ij} = P_{ij} = \max(K - S_{ij}, 0) \qquad (32)$$

Selanjutnya, harga opsi di Tentukan dengan cara *backward* (mundur) dimulai dari periode ke – (M – 1) hingga periode ke – 0 dengan menggunakan rumus berikut.

$$f_{ij} = e^{-r\Delta t}(p_u f_{i+1,j+1} + p_m f_{i+1,j} + p_d f_{i+1,j-1}) \qquad (33)$$

Dimana $f_{i+1,j+1}$, $f_{i+1,j}$, dan $f_{i+1,j-1}$ merupakan nilai opsi pada titik naik, tetap dan turun di periode berikutnya. Sedangkan untuk opsi pada periode ke – M, nilainya sama dengan nilai *payoff* pada periode ke-M ($f_{M,j} = V_{M,j}$). Persamaan (30) menyatakan bahwa nilai opsi pada suatu titik dapat ditentukan dengan cara mengambil rata – rata dari tiga kemungkinan nilai opsi (naik, tetap dan turun) pada periode berikutnya, kemudian di *discount* satu langkah (dikalikan dengan $e^{-r\Delta t}$). Dari hasil tersebut, dapat diperoleh seluruh nilai opsi hingga nilai opsi pada saat $t = 0$ yaitu $f_{0,0}$. Nilai inilah yang digunakan sebagai harga opsi.

### 1.4.8 Opsi

Opsi adalah suatu jenis kontrak yang melibatkan pihak penjual (writer) dan pembeli (holder). Dalam kontrak ini, penjual memberikan hak, tetapi bukan kewajiban, kepada pembeli opsi untuk membeli atau menjual suatu aset di masa depan dengan harga yang telah disepakati saat ini. Secara praktik, terdapat dua jenis opsi, yaitu opsi beli (call) dan opsi jual (put). Pembeli opsi membayar sejumlah uang kepada penerbit opsi sebagai premi atau harga opsi. Berdasarkan waktu pelaksanaannya, opsi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu opsi tipe Eropa yang hanya dapat dieksekusi pada tanggal jatuh temponya, dan opsi tipe Amerika yang dapat dieksekusi kapan saja, mulai dari sebelum jatuh tempo hingga tanggal jatuh temponya.

### 1.4.9 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Harga Opsi

Faktor – faktor yang mempengaruhi harga opsi, antara lain :

a) Harga Saham Saat Ini
   Harga saham yang dijadikan acuan dalam penentuan harga opsi sering disebut sebagai harga aset dasar (underlying asset). Jika harga saham acuan menunjukkan fluktuasi yang besar dan tidak stabil, hal ini dapat meningkatkan risiko bagi penerbit opsi (option issuers atau writers). Oleh karena itu, penerbit opsi lebih cenderung menerbitkan opsi pada saham yang memiliki tingkat fluktuasi lebih rendah karena perubahan harga pada saham tersebut lebih dapat diprediksi. Sebaliknya, pembeli opsi lebih menyukai saham dengan volatilitas tinggi, baik itu untuk opsi beli (call option) maupun opsi jual (put option).
b) Harga Eksekusi

Harga eksekusi adalah tingkat harga yang dianggap oleh penerbit opsi mendekati nilai wajar dari aset dasar. Dengan kata lain, penerbit opsi harus dapat memprediksi kemungkinan pergerakan harga saham agar harga pasar tidak menyimpang terlalu jauh dari harga pada saat opsi dieksekusi.

c) Masa atau Waktu hingga Jatuh Tempo Opsi
Semakin lama waktu hingga jatuh tempo suatu opsi, semakin tinggi harga opsi tersebut. Hal ini berkaitan dengan tingkat ketidakpastian yang lebih besar. Dengan waktu jatuh tempo yang panjang, pergerakan harga saham menjadi semakin sulit untuk diprediksi, yang pada akhirnya meningkatkan premi opsi. Kondisi ini membuat opsi dengan jatuh tempo yang lebih panjang lebih menarik bagi investor.

d) Volatilitas Harga yang Diharapkan atau Risiko Saham Acuan selama Umur Opsi
Volatilitas harga saham mencerminkan risiko yang melekat pada aset dasar dan menjadi faktor penting dalam penentuan harga opsi. Jika volatilitas return saham tinggi, risiko perubahan harga yang drastis juga meningkat, baik berupa kenaikan maupun penurunan tajam. Kondisi ini biasanya mendorong penerbit opsi untuk menetapkan harga opsi yang lebih tinggi.

e) Suku Bunga Bebas Risiko Jangka Pendek selama Umur Opsi
Suku bunga bebas risiko menggambarkan tingkat pengembalian yang dapat dijadikan acuan oleh investor jika alternatif investasi lain dinilai tidak menarik karena risiko yang lebih besar. Suku bunga ini memainkan peran penting dalam menentukan harga opsi.

f) Besar Kecilnya Kemungkinan Dividen yang Diterima selama Umur Opsi
Faktor ini berkaitan dengan ekspektasi positif terhadap saham. Jika suatu perusahaan memberikan dividen yang lebih besar dibandingkan sebelumnya, hal ini dapat meningkatkan harapan bahwa harga saham akan naik di masa depan. Kenaikan ini pada akhirnya akan memengaruhi harga opsi. Pemegang opsi beli (call option) cenderung memilih saham yang memiliki potensi kenaikan harga, yang sering kali tercermin dari ekspektasi kenaikan dividen di masa mendatang.

### 1.4.10 Suku Bunga Bebas Resiko

Terdapat dua pendekatan yang menjelaskan pengaruh perubahan suku bunga bebas risiko terhadap nilai suatu opsi.

1. Pendekatan pertama menyatakan bahwa kenaikan suku bunga bebas risiko akan mempengaruhi kecenderungan kenaikan harga saham.
2. Pendekatan kedua menyatakan bahwa kenaikan suku bunga bebas risiko akan mengurangi nilai sekarang (present value) dari aliran kas yang terjadi di masa depan.

Untuk opsi jual, kedua pendekatan ini menyebabkan penurunan nilai opsi, sehingga dapat disimpulkan bahwa kenaikan suku bunga bebas risiko akan menurunkan nilai opsi jual. Sementara itu, untuk opsi beli, meskipun kedua pengaruh tersebut memberikan dampak yang saling bertolak belakang, namun pengaruh dari pendekatan pertama lebih dominan dibandingkan dengan pendekatan kedua. Oleh karena itu, secara umum, kenaikan suku bunga bebas risiko akan meningkatkan nilai opsi beli.

Penjelasan lain, yang sedikit berbeda namun masih relevan dalam kasus pengaruh perubahan suku bunga bebas risiko terhadap nilai opsi beli, adalah sebagai berikut:

1. Pendekatan pertama menyatakan bahwa kenaikan suku bunga bebas risiko akan menyebabkan kenaikan nilai opsi beli. Hal ini disebabkan oleh kenaikan harga saham, yang pada gilirannya akan membuat opsi menjadi lebih berharga, sehingga meningkatkan nilai opsi tersebut.
2. Pendekatan kedua menyatakan bahwa kenaikan suku bunga bebas risiko akan meningkatkan nilai opsi beli. Hal ini terjadi karena dengan meningkatnya suku bunga bebas risiko, nilai sekarang dari harga penyerahan di masa depan menjadi lebih kecil.

### 1.4.11 Heteroskedastisitas dan Homokedastisitas

Homoskedastisitas terjadi ketika varians dari residual (selisih antara nilai yang diamati dan nilai yang diprediksi oleh model) adalah konstan untuk semua nilai variabel independen. Dengan kata lain, penyebaran residual tidak dipengaruhi oleh nilai variabel independen tertentu. Kondisi ini menunjukkan bahwa model regresi memiliki tingkat akurasi yang sama di seluruh rentang data, sehingga estimasi parameter dan inferensi statistik yang dihasilkan dapat dipercaya. Secara matematis, dapat ditulis sebagai berikut:

$$Var[\varepsilon_t | X_t = x] = \sigma^2 \tag{31}$$

Heteroskedastisitas adalah kondisi di mana varians residual berubah-ubah seiring dengan perubahan nilai variabel independen. Hal ini berarti bahwa penyebaran residual tidak seragam di seluruh rentang data yang dapat mengindikasikan bahwa model regresi tidak sepenuhnya menangkap pola hubungan antara variabel independen dan dependen. Heteroskedastisitas dapat menyebabkan estimasi parameter yang tidak efisien dan kesalahan standar yang bias. Secara matematis, dapat ditulis sebagai berikut:

$$Var[\varepsilon_t | X_t = x] = {\sigma_t}^2 \tag{32}$$

### 1.4.12 Uji Asumsi

Uji asumsi adalah serangkaian pengujian statistik yang dilakukan untuk memastikan bahwa model analisis memenuhi asumsi-asumsi dasar yang diperlukan agar hasil analisis valid dan reliabel.

#### 1.4.12.1Uji Autokorelasi

Autokorelasi adalah fenomena di mana residual (kesalahan) dalam model regresi saling berkorelasi antara satu dengan yang lain, terutama dalam data runtun waktu (time series). Kondisi ini melanggar asumsi klasik regresi linear yang menyatakan bahwa residual harus independen. Kehadiran autokorelasi dapat menyebabkan estimasi parameter menjadi bias dan efisiensi model menurun. Uji *Ljung-Box* adalah metode statistik yang dirancang untuk menguji keberadaan autokorelasi pada residual suatu model hingga lag tertentu. Berbeda dengan uji autokorelasi sederhana yang hanya memeriksa pada satu lag, uji *Ljung-Box* mengevaluasi keseluruhan autokorelasi hingga sejumlah lag yang ditentukan. Secara matematis, uji *L-jung box* dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q = n\,(n+2)\sum_{k=}^{h}\frac{\hat{\rho}_k{}^2}{n-k} \tag{33}$$

Uji autokorelasi dilakukan dengan menguji hipotesis berikut:
$H_0$: Tidak ada autokorelasi pada residual hingga lag tertentu.
$H_1$: Terdapat autokorelasi pada residual hingga lag tertentu.

Tingkat signifikansi yang digunakan dalam uji ini adalah 0,05. Jika nilai p-value lebih besar dari 0,05, hipotesis nol diterima yang berarti tidak ada autokorelasi pada residual yang menunjukkan bahwa model telah mampu menjelaskan dinamika data dengan baik. Sebaliknya, jika p-value kurang dari atau sama dengan 0,05, hipotesis nol ditolak yang menunjukkan terdapat autokorelasi pada residual hingga lag tertentu.

#### 1.4.12.2 Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas digunakan untuk mengevaluasi apakah varians residual pada suatu model regresi bersifat konstan (homoskedastisitas) atau bervariasi (heteroskedastisitas). Dalam model regresi yang baik, asumsi homoskedastisitas sangat penting untuk memastikan bahwa estimasi parameter akurat dan efisien. Jika varians residual tidak konstan, maka estimasi parameter model dapat menjadi bias dan tidak efisien, yang dapat mempengaruhi keakuratan prediksi model. Heteroskedastisitas sering terjadi dalam data ekonomi dan keuangan, di mana fluktuasi residual cenderung berubah seiring variabel independen atau waktu. Salah satu metode yang umum digunakan untuk mendeteksi heteroskedastisitas adalah uji Lagrange Multiplier (LM), yang sering diterapkan dalam model time series.

Menurut Engle dalam Gujarati (2003), uji LM menggunakan perhitungan statistik yang mengikuti distribusi Chi Kuadrat dengan derajat kebebasan yang sesuai dengan jumlah parameter yang ditambahkan. Persamaan uji LM dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$LM = nR^2 \sim \chi^2 \tag{34}$$

$$R^2 = \frac{\Sigma(Yi - \bar{Y})^2}{\Sigma(Yi - \bar{Y})^2} \tag{35}$$

Uji heteroskedastisitas dilakukan dengan menguji hipotesis berikut:

$H_0$: Tidak terdapat heteroskedastisitas dalam model (homoskedastisitas).

$H_1$: Terdapat heteroskedastisitas dalam model (heteroskedastisitas).

Tingkat signifikansi yang digunakan dalam uji ini adalah 0,05. Jika nilai p-value lebih besar dari 0,05, hipotesis nol diterima, yang berarti tidak terdapat heteroskedastisitas yang signifikan dan model memenuhi asumsi homoskedastisitas. Sebaliknya, jika p-value kurang dari atau sama dengan 0,05, hipotesis nol ditolak, yang menunjukkan adanya heteroskedastisitas dalam model. Dalam kasus ini, model perlu disesuaikan lebih lanjut dengan metode seperti model GARCH.

# BAB II
# METODOLOGI PENELITIAN

## 2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan analitis untuk memodelkan volatilitas saham menggunakan model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH) dan mengaplikasikan hasilnya dalam perhitungan harga opsi. Prosedur penelitian disusun secara sistematis untuk memastikan akurasi data, analisis, dan interpretasi hasil, sehingga dapat divalidasi oleh peneliti lain. Penjelasan rinci tentang metode penelitian ini mencakup tahap pengumpulan data, metode analisis, perhitungan statistik, serta langkah-langkah validasi model.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari harga saham harian perusahaan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) selama periode tertentu. Data historis diambil dari sumber terpercaya seperti *Yahoo Finance*, Bloomberg, atau situs resmi BEI. Selain itu, data suku bunga bebas risiko (risk-free rate) dan data pembagian dividen perusahaan yang bersangkutan juga dikumpulkan sebagai variabel pendukung dalam perhitungan harga opsi.

Metode sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan kriteria tertentu yang telah ditetapkan. Kriteria yang digunakan meliputi:

1. Perusahaan memiliki data harga saham harian yang lengkap selama periode 2021–2023.
2. Perusahaan aktif diperdagangkan di Bursa Efek Indonesia (BEI) selama periode penelitian.
3. Perusahaan tidak mengalami delisting selama periode penelitian.

Berdasarkan kriteria tersebut, perusahaan yang dipilih sebagai sampel penelitian ini adalah PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk (BBRI). Perusahaan ini dipilih karena memenuhi semua kriteria yang telah ditentukan dan dianggap relevan untuk tujuan penelitian.

### 2.1.1 Prosedur Analisis Data

#### 2.1.1.1 *Preprocessing* Data

Sebelum analisis, data yang diperoleh diolah untuk memastikan keakuratan dan konsistensi. Langkah-langkah *preprocessing* meliputi:

- Pembersihan data dari anomali, seperti data yang hilang atau *outliers*.
- Penghitungan return saham harian menggunakan formula:

$$R_t = ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right)$$

di mana $R_t$ adalah return saham harian, $P_t$ adalah harga saham hari ke-t, dan $P_{t-1}$ adalah harga saham hari sebelumnya.

#### 2.1.1.2 Pemodelan Volatilitas dengan GARCH

Pemodelan volatilitas menggunakan model GARCH terdiri dari beberapa tahap, yaitu

- Uji stasioneritas data dengan *Augmented Dickey-Fuller Test* (ADF Test) untuk memastikan data return saham bersifat stasioner.
- Estimasi model GARCH (p, q) dengan parameter yang optimal berdasarkan *Akaike Information Criterion* (AIC) dan Schwartz Criterion (SC)
- Evaluasi model GARCH dengan uji residual (*Ljung Box*) untuk memastikan tidak ada autokorelasi pada residual.

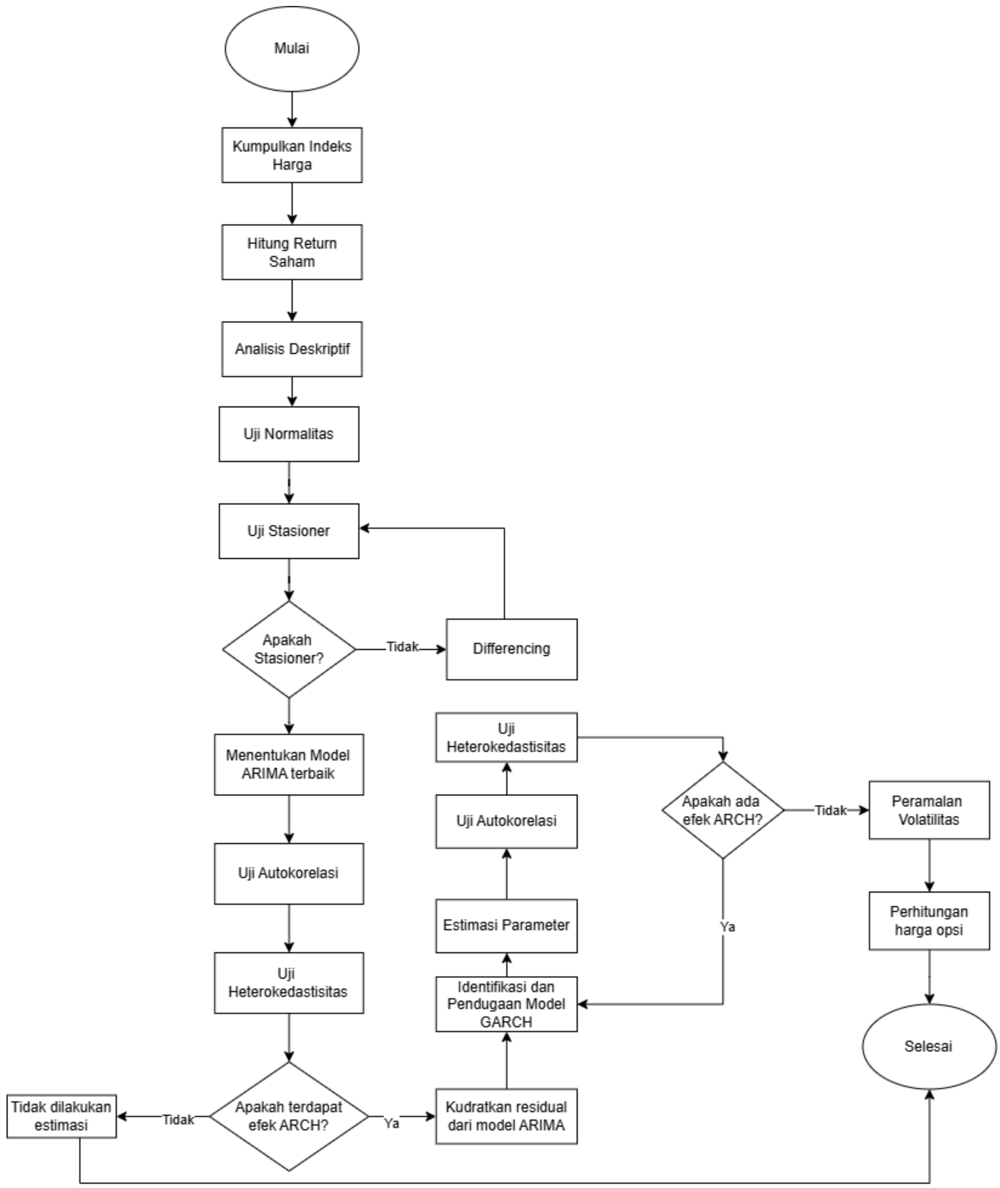
#### 2.1.1.3 Perhitungan Harga Opsi

Metode *Trinomial Kamrad-Ritchken* digunakan untuk menghitung harga opsi dengan memanfaatkan hasil estimasi volatilitas dari model GARCH sebagai input utama. Metode ini merupakan pendekatan numerik yang lebih fleksibel dibandingkan formula analitik, seperti Black-Scholes karena mampu menangani perubahan volatilitas yang dinamis. Perhitungan dimulai dengan menentukan parameter pohon trinomial, termasuk waktu antar langkah ($\Delta t$), faktor pergerakan harga (up, down, dan tetap), serta probabilitas transisi untuk setiap arah pergerakan. Faktor up ($u$) dihitung dengan $e^{\lambda\sigma\sqrt{\Delta t}}$, down ($d$) dengan $e^{-\lambda\sigma\sqrt{\Delta t}}$, dan tetap ($m = 1$), sementara probabilitasnya masing-masing adalah $p_u$, $p_d$, dan $p_m$, di mana $p_m = 1 - p_u - p_d$.

Setelah parameter ditentukan, pohon harga saham dibangun dengan menghitung nilai $S_{i,j}$ pada setiap node, di mana $i$ mewakili langkah ke-$i$ dan $j$ adalah tingkat pergerakan (up, down, atau tetap). Pada waktu jatuh tempo, payoff opsi dihitung berdasarkan jenisnya. Misalnya untuk opsi call, payoff dihitung sebagai max ($S_{i,j} - X, 0$). Selanjutnya, nilai opsi dihitung mundur (backward induction) dari waktu jatuh tempo ke node awal. Pada setiap node, nilai opsi diperoleh dengan menggunakan probabilitas transisi dan faktor diskon $e^{-r\Delta t}$.

Hasil akhir dari perhitungan ini adalah harga opsi pada node awal ($V_{0,0}$). Metode *Trinomial Kamrad-Ritchken* sangat efektif untuk menghitung harga opsi yang kompleks dan memberikan hasil yang lebih akurat dalam kondisi volatilitas pasar yang tidak stabil.

## 2.2 Alur kerja




**Gambar 2.** Alur kerja