BAB II
TEORI DASAR

Bab ini akan akan memaparkan berbagai landasan teori yang mendukung pelaksanaan Tugas Akhir, antara lain teori mengenai saham, opsi, serta simulasi. Landasan teori ini akan memberikan pemahaman yang lebih detil mengenai topik-topik tersebut sehingga akan memudahkan proses analisis pada bab selanjutnya.

2.1 Konsep Saham dan Opsi

Pada subbab ini akan diterangkan teori dasar mengenai saham dan opsi. Selain itu pada subbab ini juga akan dijelaskan mengenai keterhubungan antara saham dengan opsi.

2.1.1 Saham

Saham dapat didefinisikan sebagai modal yang dikeluarkan perusahaan atau perseroan terbatas ke masyarakat agar seseorang atau badan dapat memiliki sebagian hak dari perusahaan tersebut. Hal ini dilakukan karena pemilik perusahaan membutuhkan modal untuk proses produksi dan investasi lainnya dalam perusahaannya. Dengan menjual sahamnya, maka perusahaan harus berbagi kepemilikan perusahaan tersebut dengan pemegang saham (*stockholder*), yang berarti pula berbagi keuntungan yang didapat oleh perusahaan tersebut, yang biasa disebut dividen.

Terdapat beberapa karakteristik yuridis kepemilikan saham [DAR2001]:

1. *Limited risk*, artinya pemegang saham hanya bertanggung jawab sebesar jumlah yang disetorkan ke dalam perusahaan.
2. *Ultimate contro*l, artinya pemegang saham (secara kolektif) dapat menentukan arah dan tujuan perusahaan.
3. *Residual claim*, artinya pemegang saham merupakan pihak terakhir yang mendapat pembagian hasil usaha perusahaan (dalam bentuk dividen) dan sisa aset dalam proses likuidasi perusahaan.

2.1.1.1 Keuntungan dan Resiko Investasi pada Saham

Seperti jenis investasi lainnya, berinvestasi dengan saham juga memiliki keuntungan dan resiko sendiri. Pada umumnya, ada dua keuntungan utama yang diperoleh *investor* dengan memiliki saham [DAR01]:

1. *Dividen*, merupakan pembagian keuntungan yang diberikan atas keuntungan yang dihasilkan perusahaan. Biasanya *dividen* diberikan setelah mendapat persetujuan dari pemegang saham dalam RUPS (Rapat Umum Pemegang Saham).
2. *Capital gain*, merupakan selisih antara harga beli dan harga jual, yang terbentuk dengan adanya fluktuasi harga saham pada perdagangan saham di bursa saham. Umumnya *investor* dengan orientasi jangka pendek mengejar keuntungan melalui *capital gain*.

Beberapa resiko yang mungkin dihadapi *investor* dengan kepemilikan sahamnya [DAR01]:

1. Tidak mendapatkan *dividen*, jika perusahaan mengalami kerugian.
2. *Capital loss*, yaitu kerugian yang dialami *investor* dalam melakukan transaksi perdagangan saham, misalnya *investor* menjual sahamnya dengan harga yang lebih rendah daripada harga pada saat ia membelinya dengan maksud untuk mengurangi kerugian yang lebih besar.
3. Perusahaan bangkrut atau dilikuidasi. Jika suatu perusahaan bangkrut atau dilikuidasi, maka secara otomatis saham perusahaan tersebut akan dikeluarkan dari bursa.
4. Saham di-*delist* dari bursa (*Delisting*). Saham suatu perusahaan di-*delist* dari bursa biasanya dikarenakan kinerja perusahaan yang buruk, misalnya dalam kurun waktu tertentu tidak pernah diperdagangkan, mengalami kerugian beberapa tahun, tidak membagikan *dividen* secara berturut-turut dalam beberapa tahun, dan berbagai kondisi lainnya sesuai dengan peraturan pencatatan saham di pasar / bursa saham.
5. Saham di-*suspend*. Saham di-*suspend* atau dihentikan perdagangannya oleh otoritas Bursa Efek. Dengan demikian, *investor* tidak dapat menjual sahamnya sehingga *suspend*-nya dicabut.

2.1.1.2 Model Stokastik Harga Saham

Model stokastik didefinisikan sebagai sekumpulan peubah acak yang tersusun menurut waktu. Peubah acak pada waktu t, dapat dinotasikan dengan $X(t)$, jika waktu dianggap kontinu ($-\infty<t<\infty$), dan dengan X_t, jika waktu dianggap diskret ($t=0, \pm1, \pm2, \pm3,\ldots$). Pergerakan harga saham dapat dimodelkan dengan jenis-jenis model stokastik seperti model acak murni(*purely random process*), *time series*, *Brownian Motion*, dan model - model lainnya.

2.1.1.2.1 Model Acak Murni (Purely Random Process)

Model acak murni adalah model stokastik yang memiliki peubah acak $\{Z_t\}$ yang terdistribusi saling bebas dan identik. Model acak murni mempunyai ciri - ciri, yaitu : rata – rata dan variansi yang konstan. Model acak murni sering juga disebut sebagai *white noise*. Model ini banyak digunakan sebagai proses dasar untuk model - model stokastik lain.

2.1.1.2.2 Model *Time Series*

Model *time series* adalah model untuk merepresentasikan data yang terurut menurut waktu. Model - model *time series* ini terdiri dari beberapa jenis seperti : *autoregressive* (AR), *moving average* (MA), kombinasi kedua jenis tersebut *autoregressive moving average* (ARMA), dan sebagainya.

2.1.1.2.3 Model *Brownian Motion*

Misalkan $\{Z_t\}$ merupakan peubah acak diskret dan merupakan model acak murni dengan rata - rata μ dan variansi σ_z^2. Model $\{X_t\}$ disebut sebagai model *random walk*, jika $X_t = X_{t-1} + Z_t$. Jika Δt yang digunakan semakin kecil, maka limit dari *random walk* disebut sebagai *Brownian motion*. *Bronian motion* sering juga disebut sebagai proses *Wiener*. Brownian motion dapat dijelaskan menurut persamaan :

$$\Delta X_{(t)} = Z_{(t)}, \text{ dimana } Z_{(t)} \sim N(0, \sigma\sqrt{\Delta t}) \qquad \textbf{2. 1}$$

Model *Brownian motion* tersebut kemudian dikembangkan menjadi model *Brownian motion with drift* dan *geometric Brownian motion*. Model *Brownian motion with drift* didefinisikan sebagai model *Brownian motion* dengan koefisien drift μ dan variansi σ^2. Persamaan dari model *Brownian motion with drift* dapat dipaparkan sebagai berikut :

$$\Delta X_{(t)} = \mu_t + Z_{(t)} \qquad \textbf{2. 2}$$

Jika $Y_{(t)}$ adalah model *Brownian motion with drift*, menurut persamaan $Y(t) = \mu t + \sigma Z_{(t)}$ maka $X_{(t)} = e^{Y(t)}$, atau $\frac{dX(t)}{dY(t)} = \mu + \sigma Z(t)$ merupakan model *geometric Brownian motion*. Jika X(t) diganti menjadi harga saham (S), maka model di atas menghasilkan model stokastik seperti pada persamaan $dS = \mu S dt + \sigma S dz$.

2.1.1.2.4 Model - model Lain

Para peneliti juga mencari model – model lain yang cocok untuk melihat pergerakan harga instrumen keuangan. Sebagai contoh : Cox, Ingersol, dan Ross berusaha memodelkan pergerakan suku bunga dengan persamaan berikut :

$$dr = a(b-r)\,dt + \sigma\sqrt{r}\,dz, \qquad \textbf{2. 3}$$

dengan a, b, σ adalah bilangan konstan;

a : tingkat laju (speed rate) untuk mencapai target suku bunga tersebu

b : target suku bunga jangka panjang

Contoh lain adalah model stokastik yang diajukan Merton. Model ini merupakan kombinasi antara proses *Brownian motion* (kontinu) dan *jump* (diskret). Komposisi jump dianggap mewakili resiko non-sistematik yang terjadi di pasar. Model ini dikenal sebagai model *jump diffusion*, yaitu :

$$\boldsymbol{\frac{dS}{S} = (\mu - \lambda k)dt + \sigma dz + d} \qquad \textbf{2. 4}$$

Keterangan :

μ : ekspetasi return aset,

λ : frekuensi terjadinya jump selama periode tertentu

k : rata - rata besarnya jump, diukur sebagai proporsi harga aset

dz: proses wiener

dq: proses Poision yang menghasilkan *jump*

2.1.2 Opsi

Opsi adalah kontrak yang memberikan hak (bukan kewajiban) kepada pemegang kontrak itu untuk membeli (*call options*) atau menjual (*put options*) suatu aset tertentu dengan harga tertentu (*strike price/exercise price* atau harga patokan / tebus) dalam jangka waktu tertentu.

Jika aset yang melandasinya adalah saham maka opsi tersebut dapat diistilahkan sebagai opsi saham. Karena dalam hal opsi, bisa saja aset yang melandasinya adalah saham, nilai tukar mata uang atau obligasi.

Berikut ini adalah karakteristik dari opsi [FON2005]:

1. Opsi memberi Anda hak untuk membeli atau menjual suatu aktiva finansial pada suatu harga tebus terterntu.
2. Jika Anda membeli sebuah opsi maka Anda tidak berkewajiban untuk membeli aset yang melandasinya; Anda mempunyai hak untuk menggunakan opsi tersebut.
3. Jika Anda menjual opsi beli (*call options*), maka anda berkewajiban untuk menjual aset yang melandasinya sesuai dengan harga tebusnya jika pembeli menggunakan opsi-nya. Jika Anda menjual opsi jual (*put options*) maka Anda harus membeli aset yang melandasinya jika opsi tersebut digunakan.
4. Opsi berharga untuk suatu jangka waktu tertentu. Jika jangka waktunya telah berakhir maka pemiliknya kehilangan hak untuk membeli atau menjual aset yang melandasinya pada harga tebus tertentu.
5. Pembelian opsi merupakan debet bagi pembeli.
6. Penjualan opsi merupakan kredit bagi penjual.
7. Opsi tersedia pada beberapa harga terbus yakni berada pada harga aset yang melandasinya atau berada di sekitar harga aset yang melandasinya.
8. Biaya dari sebuah opsi disebut sebagai premi (*option premium*). Harga premi dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni : tingkat fluktuatif (*volatility)*, waktu kadaluarsa, harga aset yang melandasinya.
9. Terdapat dua jenis opsi : *call options* (opsi beli) dan *put options* (opsi jual). Opsi beli memberi Anda hak untuk membeli aset yang melandasinya sedangkan opsi jual memberi Anda hak untuk menjual aset yang melandasinya.
10. Seluruh opsi beli atau opsi jual dengan sekuritas yang sama disebut suatu kelas opsi. Sebagai contoh, seluruh opsi beli dari IBM membangun suatu kelas opsi.
11. Seluruh *call options* atau *put options* yang terdapat pada satu kelas dan memiliki harga tebus yang sama disebut *option series*.

    Opsi terrsedia dengan beberapa jenis aset yang melandasinya seperti saham, *futures* dan *indexes*.

2.1.2.1 Opsi Beli (*Call Option*)

Call option atau opsi beli memberikan hak kepada pemegangnya untuk membeli sejumlah aktiva finansial pada harga tertentu (yang disebut *strike price* atau *exercise* *price*) pada tanggal tertentu sampai dengan opsi beli tersebut jatuh tempo. Jika opsi tersebut dapat dilaksanakan setiap waktu sampai dengan tanggal jatuh tempo, maka opsi tersebut dinamakan *American Style*. Sebaliknya, jika opsi tersebut hanya dapat dilaksanakan pada saat jatuh tempo saja, maka opsi dinamakan *European Style*.

Pihak pembeli dari *call option* mengharapkan harga aset yang melandasinya akan meningkat di masa depan (dan lebih besar dari harga tebus yang disepakati); sebaliknya pihak penjual mengharapkan sebaliknya atau jika memang harga aset yang melandasinya meningkat tidak lebih dari harga tebus yang ditawarkan atau jika memang harga aset yang melandasinya lebih besar dari harga tebus maka paling tidak ia telah mendapatkan uang premi yang didapatkan di muka.

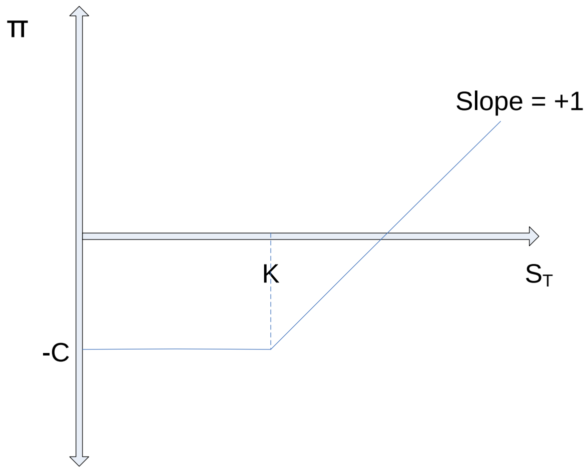
Call option menguntungkan bagi pembeli jika aset yang melandasinya merangkak naik mendekati harga tebusnya. Jika harganya telah melewati harga tebus maka opsi tersebut biasa disebut dengan *in-the-money* yang artinya opsi tersebut mempunyai nilai moneter untuk di-*exercise* sebab harga aset yang melandasinya lebih tinggi dari harga tebus yang disetujui di awal.

Pihak pembeli (the “long”) dari *call option* akan membayar sejumlah premi (*call premium*) kepada pihak penjual (the “short”). Ilustrasi berikut ini menggambarkan secara nyata keuntungan investor jika menggunakan *call option*.

Misalnya, saham ABC diperdagangkan di bursa dengan harga Rp 100 per lembar. Investor X membeli satu opsi beli (*call option*) pada satu lembar saham ABC dan jatuh tempo dalam enam bulan dengan membayar premi sebesar Rp 10. Harga tebus opsi beli tersebut adalah Rp 100. Pada saat opsi beli tersebut jatuh tempo, harga saham ABC ternyata naik menjadi Rp 150. Karena investor X memegang opsi beli saham ABC, maka dia berhak untuk membeli saham tersebut di pasar seharga Rp 100 dan kemudian dapat menjualnya dengan harga Rp 150. Dalam hal ini, investor X berhasil mengantongi laba kotor Rp 50 (Rp 150 – Rp 100) dan setelah dikurangi dengan *premium* yang telah dibayarkan dimuka, maka laba atau keuntungan bersih investor X adalah Rp 40.

Andaikan saja sampai dengan batas jatuh tempo opsi beli tersebut, harga saham ABC tetap atau bahkan turun menjadi Rp 90, investor X berhak “pergi” tanpa harus melaksanakan haknya untuk membeli saham ABC seharga Rp 100. Jika demikian maka dia akan menanggung kerugian sebesar premi yang telah dibayarkannya dimuka sebesar Rp 10. Tetapi jika investor X melaksanakan haknya untuk membeli satu lembar saham ABC seharga Rp 100 dan kemudian menjualnya seharga Rp 90, maka dia akan menderita total kerugian sebesar Rp 20 (Rp 10 + Rp 10 *premium*).

Ilustrasi tersebut menggambarkan bahwa kontrak opsi beli dapat membatasi total kerugian yang ditanggung oleh investor akibat adanya penurunan harga pada saham (dalam hal ini saham sebagai aset yang melandasinya) yaitu sebesar *call premium*-nya. Dua grafik dibawah ini menunjukkan profil keuntungan bagi pemegang dan penulis (penjual) opsi beli pada saat jatuh tempo.



Sumber Arditi (1996)

Gambar II - 1Long Call Profit Profile at Expiration

Keterangan : C = *Call Premium*

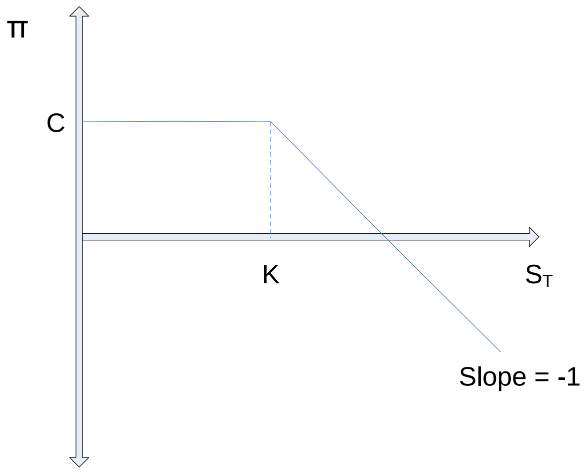
K = Harga *Exercise* / *Strike*

S_T = Harga saham pada hari tertentu

Π = Laba atau keuntungan pada waktu jatuh tempo

Pedoman : $0 \leq S_T \leq K$, $\Pi = -C$

$K \leq S_T$, $\Pi = -C + (S_T - K)$



Sumber Arditi (1996)

Gambar II - 2 Short Call Profil Profile at Expiration

Keterangan : C = *Call Premium*

K = Harga *Exercise* / *Strike*

S_T = Harga saham pada hari tertentu

Π = Laba atau keuntungan pada waktu jatuh tempo

Pedoman : $0 \leq S_T \leq K$, $\Pi = + C$

$K \leq S_T$, $\Pi = + C - (S_T - K)$

Dari contoh di atas dapat disimpulkan bahwa *call option* memiliki nilai positif moneter jika S *spot price* (harga saham di masa mendatang) diatas K *strike price* (harga tebusnya). Karena opsi tersebut tidak akan digunakan kecuali pada keadaan *in-the-money* maka, fungsi dari *call option* adalah :

$$\mathrm{Max}[(S - K);0], \text{ atau, } (S - K)^{+} \qquad \mathbf{2.\ 5}$$

$$\text{Dimana } (x)^{+} = \begin{cases} x, x \geq 0 \\ 0, x < 0 \end{cases}$$

2.1.2.2 Opsi Jual (*Put Option*)

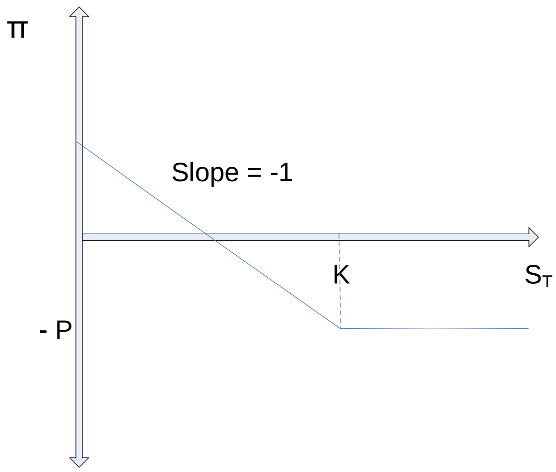
Jenis lain dari kontrak opsi adalah opsi jual (*put option*). *Put option* atau opsi jual memberikan hak kepada pemegangnya, bukan kewajiban, untuk menjual sejumlah aktiva finansial pada harga tebus tertentu (yang disebut *strike* atau *exercise price*) pada tanggal tertentu sampai dengan opsi jual tersebut jatuh tempo. Sama dengan *call option*, pihak pembeli (the “long”) dari *put option* akan membayar sejumlah *put premium* kepada pihak penjual (the “short”).

Pihak pembeli dari *put option* berpikir bahwa harga aset yang melandasinya akan menurun di masa depan di sisi lain pihak penjual mengharapkan sebaliknya.

Contoh ilustrasi berikut ini menggambarkan keuntungan dari opsi jual bagi pemegang atau pembelinya. Investor X membeli satu lembar opsi jual pada selembar saham ABC dengan jangka waktu jatuh tempo adalah enam bulan. Harga tebus opsi jual tersebut adalah Rp 100 dan premi yang dibayarkan dimuka adalah Rp 10. Misalkan pada saat jatuh tempo harga pasar saham ABC adalah Rp 75. Hal ini sangat menguntungkan investor X karena dia dapat membeli saham ABC di pasar bebas seharga Rp 75 dan kemudian menjualnya dengan harga Rp 100. Keuntungan bersih dari transaksi ini adalah Rp 15 (Rp 25 –Rp 10 premi).

Tetapi jika sebaliknya harga pasar saham ABC pada saat jatuh tempo naik menjadai Rp 125. Investor X lebih baik tidak menggunakan haknya atas opsi tersebut dan membiarkan opsi tersebut jatuh tempo. Kerugian investor X pada kasus ini adalah sebesar *put premium* saja, yaitu Rp 10. Apabila investor X tetap menggunakan haknya pada saat harga pasar saham naik, maka dia harus membeli satu lembar saham ABC dengan harga Rp 125, dan kemudian menjualnya kepada pihak pembeli dengan harga Rp 100 saja. Sehingga total kerugian yang harus diderita oleh investor X adalah sebesar Rp 35 (Rp 25 + Rp 10 premi). Ilustrasi ini menggambarkan bahwa kontrak opsi jual dapat membatasi total kerugian yang ditanggung oleh investor akibat adanya kenaikan harga saham sebesar *put premium*-nya.

Dua grafik dibawah ini menunjukkan profil keuntungan bagi pemegang dan penulis (penjual) opsi jual pada saat jatuh tempo.



Sumber Arditi (1996)

Gambar II - 3 Long Put Profit Profile at Expiration

Keterangan : P = *Put Premium*

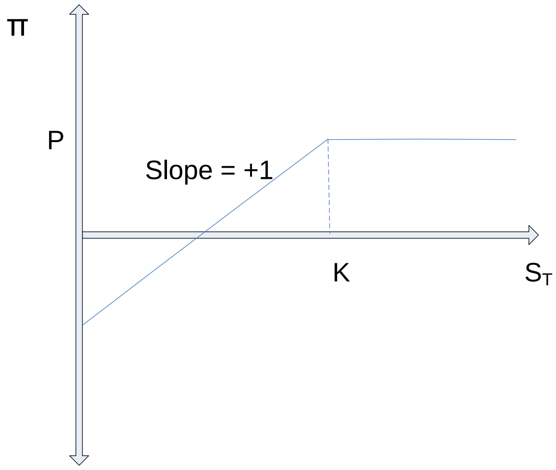
K = Harga *Exercise* / *Strike*

S_T = Harga saham pada hari tertentu

Π = Laba atau keuntungan pada waktu jatuh tempo

Pedoman : $0 \leq S_T \leq K$, $\Pi = - P - (S_T - K)$

$K \leq S_T$, $\Pi = - P$



Sumber Arditi (1996)

Gambar II - 4 Short Put Profile at Expiration

Keterangan : P = *Put Premium*

K = Harga *Exercise* / *Strike*

S_T = Harga saham pada hari tertentu

Π = Laba atau keuntungan pada waktu jatuh tempo

Pedoman : $0 \leq S_T \leq K$, $\Pi = + P + (S_T - K)$

$K \leq S_T$, $\Pi = + P$

Dari contoh di atas dapat disimpulkan bahwa *put option* memiliki nilai positif moneter jika harga spot *price* (S) dibawah harga strike *price* (K). Karena opsi tersebut tidak akan di-*exercise* kecuali pada keadaan *in-the-money* maka, fungsi dari *put option* adalah :

$$\max[(K - S)\ ;\ 0] \text{ atau },\ (K - S)^{+} \qquad \textbf{2. 6}$$

$$\text{dimana:} (x)^{+} = \begin{cases} x, x \geq 0 \\ 0,\ x < 0 \end{cases}$$

2.1.2.3 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Harga Opsi

Ketika opsi pertama kali dibuka, harganya (atau yang biasa disebut dengan premi) ditentukan oleh ditentukan oleh penawaran yang kompetitif serta ketersediaannya di pasar bebas. Harganya berfluktuasi sesuai dengan permintaan dan penawaran sampai opsi tersebut selasai diperjual belikan. Para investor saham sadar bahwa pengaruh - pengaruh yang tidak terukur serta tidak terprediksi dapat memberikan pengaruh besar terhadap harga aset.

Faktor - faktor ini datang dari berbagai area seperti psikologi pasar, *breaking news event*, dan/atau meningkatnya minat pada suatu industri khusus. Ketiga contoh ini merupakan suatu ilustrasi dimana suatu kejadian yang tidak terprediksi dapat terjadi pada pasar.

Meski faktor pasar menentukan harga pasar, harga opsi tidaklah sepenuhnya acak. Dalam perhitungan harga opsi diterapkan suatu formula matematis yang berfungsi untuk menghitung harga teoritis dari opsi tersebut dengan mengacu pada variabel - variabel di kehidupan nyata. Adapun variabel - variabel yang secara teoritis mempengaruhi harga opsi ialah :

1. Harga aset yang melandasinya

   Harga aset yang melandasinya merupakan faktor terpenting yang mempengaruhi harga opsi sebab harga aset tersebut dijadikan acuan dalam menentukan harga opsinya. Semakin tinggi harga asetnya sekarang maka semakin tinggi harga opsinya. Sebagai contoh investor akan membeli *call options* XYZ sebab mereka mengharapkan kenaikan pada harga aset XYZ.

2. Jangka waktu kadaluarsa

   Waktu kadaluarsa juga mempengaruhi harga opsi. Makin panjang jangka waktu kadaluarsa maka makin berharga opsi tersebut. Seiring berjalannya waktu maka nilai dari opsi tersebut juga turut menghilang. Fenomena ini biasa disebut dengan *time decay* dan hal ini menjadi penyebab mengapa opsi sering disebut dengan *wasting assets*. Faktanya, waktu merupakan faktor terpenting kedua yang mempengaruhi harga opsi.

3. Tingkat suku bunga

   Perubahan pada tingkat suku bunga juga memberikan dampak pada harga opsi. Semakin tinggi tingkat suku bunga maka akan menyebabkan kenaikan harga opsi begitu pula sebaliknya.

4. *Volatility*

   Volatility (tingkat fluktuatif) pada aset yang melandasinya juga mempengaruhi harga opsi. Semakin besar volatilitasnya maka semakin besar pula rentang harga opsinya. Untuk lebih jelasnya perhatikan contoh berikut ini : Misalkan terjadi pembelian *call option* pada XYZ dengan *strike price* 50 dengan waktu kadaluarsa pada bulan Juli (XYZ Juli 50 Call) pada bulan Januari. Jika saham tersebut diperdagangkan pada kisaran $40 hingga $45 pada 6 tahun belakangan ini maka peluang harga saham tersebut diatas $50 relatif kecil. Sebagai hasilnya maka opsi XYZ Juli 50 Call tidak mempunyai harga yang tinggi sebab kemungkinan harga saham tersebut berada pada kisaran di atas $50 secara statistik kecil. Misalnya saham tersebut diperdagangkan pada kisaran $40 hingga $80 pada 6 bulan belakangan ini dan terkadang dapat melonjak hingga $15 dalam waktu sehari. Pada kasus ini, XYZ mempunyai tingkat fluktuatif yang tinggi sehingga peluang harga saham tersebut berharga di atas $50 relatif besar. *Option call*, atau hak untuk membeli harga saham pada harga $50, akan berpeluang *In-the-money* pada jangka waktu yang ditentukan, hasilnya maka makin tingginya harga opsi sebab saham tersebut mempunyai tingkat fluktuatif yang tinggi.

5. *Moneyness*

   Moneyness adalah perbedaan antara harga aset saat ini dengan harga tebusnya. *Call option* akan mempunyai nilai (atau biasa dengan disebut dengan keadaan *in-the-money*) jika harga tebus lebih tinggi dari harga aset tersebut. Hal tersebut berlaku sebaliknya untuk *Put Option*.

2.1.2.4 Option Greeks

Option Greeks adalah nilai - nilai yang merepresentasikan sensitifitas opsi terhadap perubahan - perubahan yang terjadi di pasar. Setiap huruf Yunani tersebut melambangkan perubahan harga opsi terhadap suatu faktor. Huruf - huruf tersebut antara lain :

1. Delta

   Delta merupakan turunan pertama harga opsi terhadap harga aset. Delta menunjukan seberapa besar perubahan harga opsi terhadap pergerakan harga aset.

$$\delta = \frac{\partial V}{\partial S} \qquad \textbf{2. 7}$$

2. Gamma

   Gamma merupakan turunan kedua harga opsi terhadap harga aset. Gamma memperlihatkan seberapa besar perubahan delta terhadap pergerakan harga aset.

$$\gamma = \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \qquad \textbf{2. 8}$$

3. Vega

   Vega merupakan turunan pertama harga opsi terhadap volatility (tingkat pergerakan harga aset yang melandasinya). Vega menunjukan seberapa besar perubahan harga opsi terhadap volatilitas aset. Contohnya misalkan kita membeli opsi saham XYZ seharga $100 dengan vega 20 maka kita dapat mengukur bahwa tiap kenaikan 1% dari volatilitas saham tersebut maka kita dapat mengukur bahwa harga opsi juga akan merangkak naik sebesar $20.

$$v = \frac{\partial V}{\partial \sigma} \qquad \textbf{2. 9}$$

4. Tetha

   Tetha merupakan turunan pertama harga opsi terhadap waktu. Tetha menunjukan besarnya penurunan nilai opsi terhadap waktu. Misalkan suatu opsi (beli atau jual) mempunyai tetha sebesar -0.15 maka opsi tersebut akan kehilangan 15 sen per harinya.

$$\theta = \frac{\partial V}{\partial T} \qquad \textbf{2. 10}$$

5. Rho

   Rho merupakan turunan pertama harga opsi terhadap suku bunga bebas resiko.

$$\boldsymbol{\rho = \frac{\partial V}{\partial r}} \qquad \textbf{2. 11}$$

2.1.2.5 Manfaat Investasi pada Kontrak Opsi

Ada beberapa manfaat yang dapat diperoleh investor dalam berinvestasi di Kontrak Opsi Saham. Kontrak Opsi Saham memberikan fungsi lindung nilai terhadap saham acuan. Selain itu dengan dana investasi yang sama atau relatif kecil, persentasi keuntungan yang dapat diperoleh relatif lebih besar dibandingkan dengan saham namun tentu saja memiliki resiko yang lebih besar jika dibandingkan dengan berinvestasi pada saham.

Dengan adanya produk kontrak opsi saham, investor memiliki pilihan untuk menempatkan dananya dalam berbagai jenis intrumen yang pada akhirnya bertujuan untuk mengurangi tingkat risiko dengan diversifikasi. Kontrak opsi saham memberikan fleksibilitas waktu bagi investor, sehingga diharapkan dapat mengambil keputusan investasi yang tidak terburu-buru dan lebih rasional. Dengan berinvestasi di kontrak opsi saham, harga beli atau harga jual saham sudah dikunci harganya.

Investor memiliki kesempatan untuk mendapatkan keuntungan pada setiap situasi pasar bila tepat memilih strateginya. Jika investor memperkirakan harga cederung naik, dapat dipertimbangkan untuk membeli *call option*. Sebaliknya, bila investor memperkirakan harga turun, dapat mempertimbangkan untuk membeli *put option*.

Namun demikian, investasi pada opsi memiliki karakteristik *high risk high profit*. Investasi pada opsi dengan modal tertentu akan memberikan keuntungan yang lebih besar jika dibandingkan dengan berinvestasi pada saham, sebaliknya resiko kehilangan pun juga lebih besar jika dibandingkan dengan berinvestasi dengan saham. Sebagai contoh suatu seorang investor mempunyai modal Rp 9.000 untuk diinvestasikan. Misalkan harga saham XYZ sekarang bernilai Rp 9.000/lembar, kemudian dijual *call option* untuk saham XYZ tersebut dengan premi Rp500/lembar untuk jangka waktu 1 tahun dengan harga tebus Rp 10.000. Terdapat dua skenario investasi bagi sang investor yakni :

a. skenario 1 dimana ia menginvestasikan modalnya pada opsi.
   Dengan modal Rp 9.000 ia dapat membeli 18 lembar opsi.
b. skenario 2 dimana ia menginvestasikan modalnya pada saham
   Dengan modal yang sama ia dapat membeli 1 lembar saham.

Harga saham pada jatuh tempo ternyata ialah Rp 11.000, maka kedua skenario diatas akan membuahkan hasil sebagai berikut :

a. Investor tersebut akan menggunakan opsi yang ia punya dan kemudian menjualnya kembali di pasar bebas.
   Pendapatan yang didapat ialah : 18 x (Rp 11.000 - Rp 10.000) = Rp 18.000.
   $$Rasio\ keuntungan = \frac{Pendapatan - Modal}{modal}$$
   Maka rasio keuntungannya ialah : (Rp 18.000 - Rp 9.000)/Rp 9.000 = **100%**
b. Investor akan menjual saham yang dimilikinya maka pendapatan yang didapat ialah : Rp 11.000
   Maka rasio keuntungannya ialah : (Rp 11.000 - Rp 9.000)/Rp 9.000 = **22.22%**

Namun jika harga saham pada jatuh tempo ternyata sebesar Rp 10.000, maka kedua skenario diatas akan membuahkan hasil sebagai berikut :

a. Investor tidak akan menggunakan hak atas opsinya.
   Maka rasio keuntungannya ialah : (Rp 0 - Rp 9.000)/Rp 9.000 = **-100%**
b. Investor akan menjual saham yang dimilikinya maka pendapatan yang didapat ialah : Rp 10.000
   Maka rasio keuntungannya ialah : (Rp 10.000 - Rp 9.000)/Rp 9.000 = **11.11%**

Dari contoh diatas terlihat bahwa jika harga saham diatas harga tebus maka investasi pada saham memberikan untung yang lebih besar jika dibandingkan dengan saham sebaliknya jika harga saham sama atau lebih kecil dari harga tebus maka investasi pada saham dapat lebih menguntungkan daripada berinvestasi pada opsi.

2.1.3 Black Scholes Model

Berdasarkan asumsi bahwa harga saham terdistribusi secara lognormal maka proses pergerakan harga saham dapat didekati dengan proses *geometric Brownian motion*. Notasi persamaan kontinyu dari proses *geometric Brownian motion* dapat dipaparkan sebagai berikut (Black-Scholes model) :

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \qquad \textbf{2.12}$$

μ adalah tingkat perubahan *S* persatuan waktu dan σ volatility dari *S* sedangkan *dz* adalah Wiener proses $dz = \varepsilon\sqrt{dt}$ (dimana $\varepsilon \sim N(0,1)$, distribusi normal baku (distribusi peubah acak normal dengan rataan nol dan variansi satu). Dengan menggunakan *Ito's lemma* persamaan 2.12 dapat diturunkan untuk proses infinit dari *ln(S)*. Hasilnya ialah ekspresi aljabar yang dapat digunakan untuk finit interval waktu tertentu.

Untuk interval waktu dari t sampai T, maka formula untuk melakukan simulasi nilai dari *S* pada waktu T (S_t) ialah :

$$S_T = S_t \text{ x } e^{\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t) + \sigma\varepsilon\sqrt{(T-t)}} \qquad \textbf{2.13}$$

Jika suatu bilangan acak ε dari suatu distribusi normal N(0,1) dibangkitkan dan kemudian dimasukkan pada persamaan 2.13 maka akan didapat harga saham. Proses simulasi ini dilakukan berulang-ulang untuk mendapatkan harga saham yang lebih akurat.

Dengan menggunakan prinsip *partial differential equation* (PDE, persamaan diferensial sebagian), persamaan Black-Scholes model 2.12 menghasilkan formula

Black-Scholes untuk menghitung harga opsi jual dan opsi beli. Formula Black-Scholes untuk menghitung harga opsi beli :

$$C(S,T) = S\Phi(d_1) - Ke^{-rT}\Phi(d_2) \qquad \textbf{2. 14}$$

Sedangkan formula untuk menghitung harga opsi jual :

$$P(S,T) = Ke^{-rT}\Phi(-d_2) - S\Phi(-d_1) \qquad \textbf{2. 15}$$

dimana :

$$d_1 = \frac{ln\left(\frac{S}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \qquad \textbf{2. 16}$$

$$d_2 = \frac{ln\left(\frac{S}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \qquad \textbf{2. 17}$$

dengan Φ adalah standard normal fungsi distribusi komulatif.

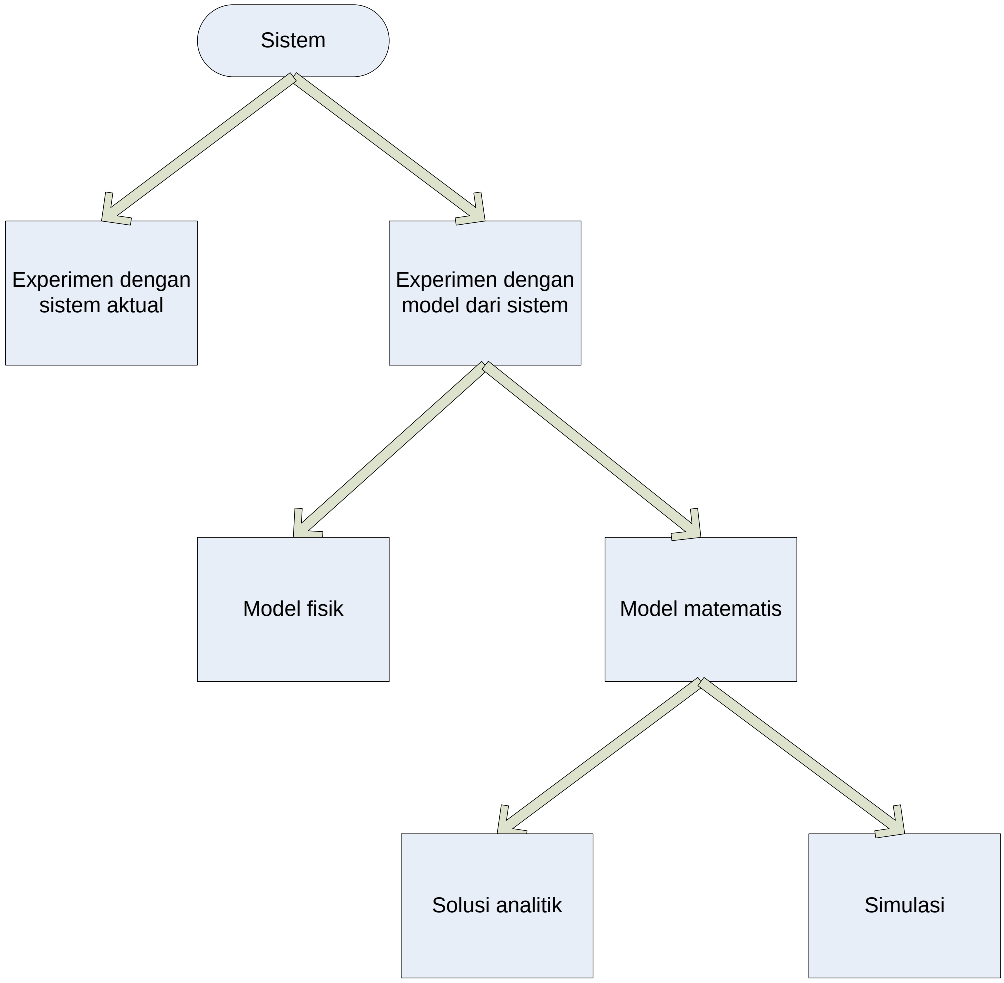
Sedangkan Option Greeks dapat dihitung dengan persamaan - persamaan di bawah ini :

	Calls	**Puts**
delta	$\Phi(d_1)$	$\Phi(d_1) - 1$
gamma	$\frac{\phi(d_1)}{S\sigma\sqrt{T}}$	
vega	$S\phi(d_1)\sqrt{T}$	
theta	$-\frac{S\phi(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} - rKe^{-rT}\Phi(d_2)$	$-\frac{S\phi(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} + rKe^{-rT}\Phi(-d_2)$
rho	$KTe^{-rT}\Phi(d_2)$	$-KTe^{-rT}\Phi(-d_2)$

Tabel II - 1 Option Greeks Black Scholes Model

2.2 Sistem, Model, dan Simulasi

Sistem didefinisikan sebagai sekumpulan koleksi entitas-entitas, seperti masyarakat atau mesin, yang bertindak dan berinteraksi bersama-sama untuk mencapai tujuan lojik tertentu [KEL00]. Sistem dikategorisasi menjadi dua jenis yakni, diskret dan kontinyu. Sistem diskret ialah sistem yang dimana *state* variabelnya berubah secara instan pada titik terpisah di suatu waktu. Sedangkan sistem kontinyu ialah sistem yang dimana state variabelnya berubah secara kontinyu pada suatu waktu.



Gambar II - 5 Cara untuk mempelajari suatu sistem

Simulasi adalah peniruan dari proses atau sistem yang terdapat pada dunia nyata (*real-world*). Simulasi melibatkan pembangkitan kejadian-kejadian buatan berdasarkan sistem yang ada di dunia nyata kemudian menginterpretasikannya untuk mendapatkan hasil [BAN98].

2.2.1 Simulasi Monte Carlo

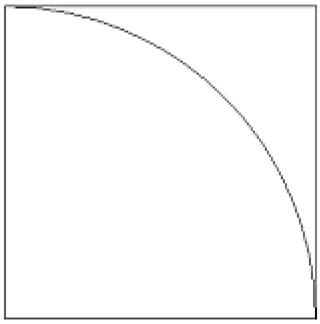
Simulasi Monte Carlo (dikenal juga dengan *Sampling Simulation* atau *Monte Carlo Sampling Technique*) pada intinya adalah simulasi yang mengikutsertakan pembangkitan bilangan acak dengan distribusi probabilitas yang dapat diketahui dan ditentukan [KAK04].

Penggunaan nama Monte Carlo, yang dipopulerkan oleh para pioner bidang tersebut (termasuk Stanislaw Marcin Ulam, Enrico Fermi, John von Neumann dan Nicholas

Metropolias), merupakan sebuah nama kasino terkemuka di Monako. Penggunaan keacakan dan sifat pengulangan proses mirip dengan aktivitas yang dilakukan pada sebuah kasino. Dalam autobiografinya *Adventures of a Mathematician*, Stanislaw Marcin Ulam menyatakan bahwa metode tersebut dinamakan untuk menghormati pamannya yang seorang penjudi, atas saran Metropolis.

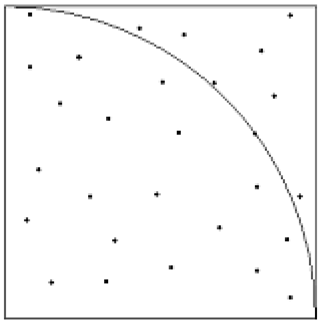
Metode ini awalnya dikembangkan dari masalah - masalah geometri. Salah satunya ialah mengaproksimasi nilai phi atau menghitung luas lingkaran yakni : $L = \pi r^2$.

Misalkan kita mempunyai suatu persegi dengan suatu seperempat lingkaran yang berada di dalamnya seperti pada gambar II – 6 :



Gambar II - 6 Persegi dengan s=1 dan seperempat lingkaran dengan r = 1

Kemudian kita akan mensimulasikan sejumlah titik acak pada persegi tersebut. Kita akan membangkitkan titik (x,y) dengan x dan y terdistribusi uniform [0,1]. Dengan membangkitkan beberapa buah titik Hasilnya tampak pada gambar II – 7 :



Gambar II - 7 Sejumlah titik yang telah dibangkitkan dalam persegi dengan s = 1

Kemudian dengan menghitung jumlah titik yang berada di dalam lingkaran dan membandingkannya seluruh titik yang berhasil dibangkitkan maka kita dapat menghitung luas lingkaran tersebut. Tampak pada gambar diatas bahwa semakin banyak titik yang dibangkitkan maka semakin besar pula daerah yang terlingkupi di dalam lingkaran sehingga menghasilkan hasil yang lebih tepat. Adapun algortima dari proses diatas ditampilkan sebagai berikut :

Tabel II - 2 Alogritma Simulasi MonteCarlo dalam Menghitung Luas Seperempat Luas Lingkaran dengan r =1

```
real N = Jumlah maksimum simulasi;
int jumlah = 0;
real x,y;
real luas;
for (i=1 to N)
      x = uniform [0,1]
      y = uniform [0,1]
      if (x^2 + y^2 <= 1)
            jumlah = jumlah + 1;
      end if
end for
luas = jumlah / N;
```

Dari algoritma tersebut didapatkan bahwa luas seperempat lingkaran tersebut ialah nilai variabel `Luas`. Jika kita mengalikan luas seperempat lingkaran tersebut dengan empat maka kita akan mendapatkan nilai π. Ketelitian nilai π tersebut bergantung pada mesin pembangkit bilangan acak. Nilai tersebut akan lebih tepat jika titik – titik yang dibangkitkan tersebut terdistribusi secara merata.

2.2.2 Pembangkitan Bilangan Acak Berdistribusi Normal

Pembangkitan bilangan acak berdistribusi normal N(0,1) dengan metode polar dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut [KEL00]:

1. Bangkitkan U_1 dan U_2 sebagai bilangan yang terdistribusi secara independen dan identik, IID (*identically and independently distributed*) U(0,1); hitung $V_i = 2U_i - 1$ untuk $i = 1,2$; kemudian hitung $W = V_1^2 + V_2^2$.

2. Jika W > 1, ulangi langkah 1. Sebaliknya, hitung $Y = \sqrt{(-2\ ln\ W)\ /\ W}$, $X_1 = V_1Y$ dan $X_2 = V_2Y$. X_1 dan X_2 adalah bilangan acak IID N(0,1).

2.2.3 Pengujian Hasil Simulasi

Suatu simulasi dikatakan baik jika hasil simulasinya mendekati dengan keadaan yang sebenarnya. Untuk menguji tingkat keakuratan simulasi hasil simulasi tersebut akan dibandingkan dengan nilai data yang sebenarnya. Ada beberapa metode yang dapat digunakan antara lain ialah metode MAPE(Mean Absolute Percentage Error).

2.2.3.1 Metode MAPE

Metode ini membandingkan kesalahan absolut data hasil simulasi dengan data sebenarnya. MAPE dapat disederhanakan dengan rumus sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{N} \frac{|S_i - D_i|}{D_i} x 100\%}{N} \qquad 2.18$$

Dimana S_i adalah data hasil simulasi pada kejadian ke-*i* dan D_i adalah data yang sebenarnya pada kejadian ke-*i*, serta N adalah jumlah data hasil simulasi.