BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai beberapa konsep yang berrhubungan dengan *American call option* dan metode binomial.

2.1 *Option*

Option adalah suatu kontrak yang hanya memberikan hak kepada pemegang kontrak (*holder*) untuk membeli atau menjual suatu aset tertentu kepada penulis *option* (*writer*) dengan harga tertentu (*strike price*) dalam jangka waktu tertentu (*expiration date*). Apabila pada saat jatuh tempo (*expiration date*) *holder* tidak menggunakan haknya, maka haknya tersebut akan hilang dengan sendirinya (Bodie dkk., 2006). *Option* merupakan sebuah instrumen keuangan yang diantaranya memungkinkan seseorang untuk melakukan spekulasi berkaitan dengan naik atau turunnya harga dari suatu aset yang mendasari (*underlying asset*), misalnya saham perusahaan, mata uang, komoditas pertanian, dan sebagainya. Pada dasarnya *option* merupakan suatu perjanjian antara dua pihak, yaitu *writer* sebagai penyusun kontrak *option* dan *holder* sebagai pembeli *option* (Rudiger, 2002).

Berdasarkan periode waktu pelaksanaannya, *option* dibedakan menjadi dua, yaitu *option* tipe Eropa (*European option*) dan *option* tipe Amerika (*American option*). *European option* adalah *option* yang dilaksanakan hanya pada saat jatuh tempo saja, sedangkan *American option* adalah *option* yang dapat dilaksanakan kapan saja hingga waktu jatuh tempo (Fabozzi, 2000).

2.1.1 Jenis-jenis *Option*

Berdasarkan bentuk hak yang terjadi, *option* dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu opsi beli (*call option*) dan opsi jual (*put option*). *Call option* adalah *option* yang memberikan hak kepada *holder* untuk membeli saham dalam jumlah tertentu pada waktu dan harga yang telah ditentukan. *Holder* yang membeli *call option* berharap harga saham naik, sehingga meraih keuntungan dari kenaikan harga saham tersebut. Artinya, jika tiba waktu jatuh tempo dan harga saham di pasar naik di atas harga yang disepakati dalam kontrak *option*, maka *holder* yang telah memiliki *call option* akan dapat membeli saham tersebut dengan harga yang lebih murah dibanding harga pasar (sebesar harga yang disepakati dalam kontrak *option*). Sebaliknya, jika tiba waktu jatuh tempo dan harga saham di pasar turun di bawah harga yang disepakati dalam kontrak *option*, maka *holder* yang telah memiliki *call option* dapat mengabaikan saham tersebut. *Option* akan kadaluwarsa dan tidak memiliki nilai lagi jika *holder* tidak menggunakan *option*-nya sebelum waktu jatuh tempo. Oleh karena itu, *call option* menghasilkan keuntungan jika harga saham di pasar naik.

Put option adalah *option* yang memberikan hak kepada pemegangnya untuk menjual saham dalam jumlah tertentu pada waktu dan harga yang telah ditentukan. *Holder* yang membeli *put option* mempunyai harapan yang berkebalikan dengan pemilik *call option*. Pemegang *put option* berharap agar pasar saham pada saat jatuh tempo berada di bawah harga yang disepakati dalam kontrak, artinya *holder* dapat menjual saham tersebut kepada *writer* dengan harga yang lebih tinggi dari harga saham yang bersangkutan (Tandelilin, 2001).

2.1.2 Komponen dalam Kontrak *Option*

Beberapa istilah penting yang berhubungan dengan *option* perlu diketahui untuk memahami *option*. Istilah-istilah penting yang terkait dengan *option*, antara lain:

1. *strike price*, yaitu harga aset dasar yang dijadikan patokan pada saat jatuh tempo. *strike price* pada kasus *call option*, berarti harga yang harus dibayar *holder* pada saat jatuh tempo. Di lain pihak pada kasus *put option*, *strike price* berarti harga yang akan diterima oleh *holder* dari *writer*,
2. waktu jatuh tempo (*expiration date)*, yaitu batas waktu dimana *option* tersebut dapat dilaksanakan. Pada umumnya, *stock option* mengikuti satu dari 3 siklus berikut:
   a. siklus Januari : Januari / April / Juli / Oktober,
   b. siklus Februari: Februari / Mei / Agusutus / November,
   c. siklus Maret : Maret / Juni / September / Desember.

   Option umumnya didaftarkn untuk tiga kwartal selanjutnya dalam satu siklus. Sebagai contoh, siklus jatuh tempo april, juli, oktober, didaftarkan seri juli 2005, Oktober 2005, januari 2006. Ketika seri juli mencapai jatuh tempo, seri april 2006 akan didaftarkan. Ketika seri oktober 2005 mencapai jatuh tempo, seri juli 2006 didaftarkan. Demikian seterusnya (kusumaningtyas, 2007),

3. premi *option*, yaitu harga *option* yang dibayarkan oleh *holder* kepada *writer*.

(Tandelilin, 2001)

2.1.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Nilai *Option*

Menurut Bodie dkk. (2000), nilai *option* dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, antara lain: (1) *stock price*; (2) *strike price*; (3) *volatility*; (4) *expiration date*; (5) *interest rate*; (6) *dividend payoff*. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *call option* dan dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. harga saham awal (*S*)

   Besarnya harga saham saat ini mempengaruhi besarnya premi yang harus dibayarkan. Pada kasus *call option*, prinsipnya semakin tinggi harga saham saat ini, semakin tinggi pula premi yang harus dibayar dan berlaku sebaliknya untuk *put option*,

2. harga ketetapan / *strike price* (*X*)

   Tinggi rendahnya *strike price* berpengaruh pada premi yang harus dibayar *holder* kepada *writer*. Pada kasus *call option*, semakin rendah *strike price*, semakin besar premi yang harus dibayarkan dan berlaku sebaliknya untuk *put option*,

3. waktu jatuh tempo (*T*)

   Pada prinsipnya, lamanya waktu menjelang kadaluarsa *option* berbanding lurus dengan harga *option*. Dengan kata lain semakin lama waktu kadaluarsanya, semakin tinggi nilai *option*-nya,

4. volatilitas harga saham (σ)

   Volatilitas merupakan salah satu faktor terpenting dalam menentuan harga *option*. Volatilitas mengukur banyaknya fluktuasi *underlying asset* dalam satu periode waktu. Volatilitas secara signifikan berdampak pada harga premi *option* dan berkontribusi terhadap nilai waktu *option*. Semakin tinggi volatilitas, semakin besar kemungkinan naik atau turunnya harga saham. Sehingga semakin besar juga kesempatan *option* menjadi *profitable* pada saat jatuh tempo. Oleh karena itu, volatilitas merupakan faktor utama yang mempengaruhi penilaian premi *option*,

5. tingkat suku bunga bebas resiko (*r*)

   Hubungan tingkat suku bunga bebas resiko terhadap penentuan harga *option* sama halnya dengan hubungan harga saham terhadap harga *option*, yakni berbanding lurus terhadap *call option* dan berbanding terbalik terhadap *put option*.

(Bodie dkk., 2006)

2.1.4 Mekanisme Perdagangan *Option*

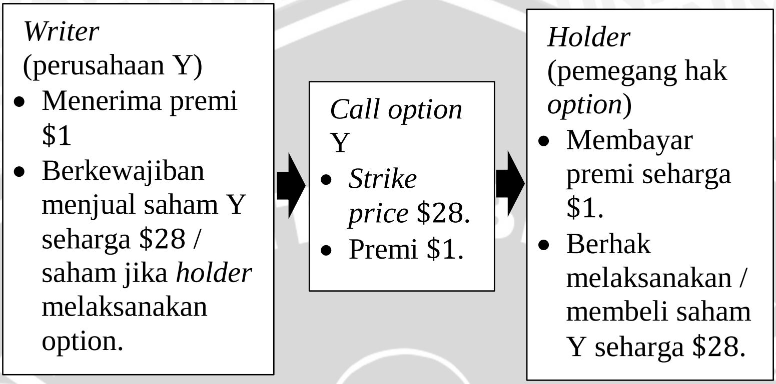
Misalkan harga saham pada perusahaan Y saat ini $30. Pengusaha membeli sebuah *American call option* untuk saham Y sebanyak 100 lembar dengan *strike price* $28. Premi yang dibayar pada perjanjian kontrak adalah $1 dan akan jatuh tempo pada dua bulan sesudahnya. Maka dalam waktu dua bulan, pengusaha tersebut mempunyai hak untuk membeli saham Y dengan harga $28 / saham. Karena *option* tersebut model Amerika, maka *option* dapat dilaksanakan sewaktu-waktu hingga tanggal jatuh tempo.

Dalam *American call option*, jika harga saham saat ini lebih besar dari *strike price* ($28) maka *option* akan dilaksanakan. Misalkan harga saham saat ini $30, dengan melaksanakan *option*, pengusaha boleh membeli 100 lembar saham Y dengan harga $28. Pengusaha akan mendapat keuntungan $\$30 - \$28 = \$2$ / lembar saham atau $\$2$ x 100 lembar$= \$200$. Dengan memasukkan biaya *option*, maka keuntungan yang didapat pengusaha tersebut menjadi $\$200 - (\$1 \text{ x } \$100) = \$200 - \$100 = \$100$.

Model Amerika memberi keleluasaan untuk memilih kapan pengusaha tersebut akan melaksanakan *option*-nya. Sehingga pengusaha tersebut akan memilih kapan waktu yang tepat untuk memperoleh keuntungan yang lebih besar. Setelah diamati, harga saham Y mempunyai kemungkinan akan naik lagi dua hari sesudahnya. Harga saham pada perusahaan Y akan naik sebesar $32, maka keuntungan yang akan didapat pihak pengusaha menjadi $(\$32 - \$28)$ x 100 lembar$-(\$1 \text{ x } \$100) = \$400 - \$100 = \$300$. Melihat besar keuntungan yang didapat, pengusaha tersebut akan lebih tertarik untuk melaksanakan *option*-nya dua hari sesudahnya yaitu ketika harga saham $32.

(Kusumaningtyas, 2007)

Lebih mudahnya hak dan kewajiban *holder* dan *writer call option* dapat dilihat dalam Gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2.1 Hak dan kewajiban *holder* dan *writer call*

2.1.5 Keuntungan dan Kerugian Pihak yang Terlibat

Harga saham di pasar bebas pada waktu tertentu tidak dapat dipastikan oleh seseorang. Harga saham dapat mengalami perubahan naik turun setiap detiknya. Padahal, harga saham sangat diperlukan *holder* dan *writer* dalam pembuatan perjanjian *option*. Harga saham tersebut dapat menentukan harga *option* yang mungkin menguntungkan bagi *holder* dan *writer* untuk memperkirakan harga saham di pasar bebas pada waktu tertentu dengan cara memodelkan gerakan fluktuasi harga saham (Azis, 2004).

Sebagaimana halnya dengan alat investasi lainnya, *option* juga dapat memberikan keuntungan atau kerugian yang harus diperhatikan investor dalam pengambilan keputusan. Keuntungan dan kerugian *option* dapat dipahami menggunakan empat posisi dasar, yaitu pada pembelian *call option*, penjualan *call option*, pembelian *put option* dan penjualan *put option*.

1. Pembelian *call option*
   Pembeli *call option* akan memperoleh keuntungan jika harga saham mengalami kenaikan. Pembelian *call option* akan memberikan keuntungan potensial yang sifatnya tidak terbatas, tetapi dengan kerugian maksimum hanya sebesar premi *option*.

2. Penjualan *call option*
   Penjual *call option* akan memperoleh keuntungan jika harga saham mengalami penurunan. Penjualan *call option* akan memberikan keuntungan maksimum sebesar premi *option* tetapi kerugian yang mungkin dialami tidak terbatas tergantung dari kenaikan harga saham yang terjadi di pasar.
3. Pembelian *put option*
   Pembeli *put option* akan memperoleh keuntungan jika harga saham mengalami penurunan. Pembelian *put option* akan memberikan keuntungan maksimum ketika harga saham turun menjadi nol dan kerugian yang mungkin dialami terbatas sampai dengan premi *option*.
4. Penjualan *put option*
   Penjual *put option* akan memperoleh keuntungan jika harga saham mengalami kenaikan. Penjual *put option* akan memberikan keuntungan sebesar premi *option* dengan kerugian maksimum ketika harga saham turun menjadi nol.

(Tandelilin, 2001)

2.1.6 *American Call Option*

Menurut Bodie dkk. (2006), sebuah *American call option* memberi hak kepada pemegangnya untuk membeli aset dasar pada atau sebelum tanggal kadaluarsanya. Akibatnya *holder* memiliki keleluasaan dalam menentukan kapan *holder* akan melaksanakan kontraknya untuk mendapatkan keuntungan yang optimal. Secara umum dalam transaksi *call option*, *holder* akan mulai mempertimbangkan pelaksanaan saat harga saham pada waktu *t* lebih tinggi dari *strike price*. Permasalahan yang muncul adalah *holder* harus menentukan di titik mana akan mendapat kemungkinan melaksanakan *option*.

2.1.7 Fungsi *Payoff* (nilai intrinsik) dari *American Call option*

American option memberi hak kepada pemegangnya untuk melaksanakan *option* pada saat *t*, dengan $t \leq T$, T adalah waktu jatuh tempo (*expiration date*), X adalah harga aset dasar (saham) yang disepakati, dan S_t adalah harga saham pada waktu t (Kusumaningtyas, 2007).

Fungsi *payoff* dari *American call option* $V(S_t, t)$ adalah

$$V(S_t, t) = max\{S_t - X, 0\} = \{S_t - X, 0\}^+ \ . \tag{2.1}$$

Persamaan (2.1) dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$V(S_t, t) = \begin{cases} S_t - X & \text{jika} \quad S_t > X \\ 0 & \text{jika} \quad S_t \leq X \ , \end{cases} \tag{2.2}$$

dengan t adalah waktu melaksanakan *option*, dengan $t \leq T$, T adalah waktu jatuh tempo, X adalah harga saham yang disepakati dan S_t adalah harga saham pada waktu T (Seydel, 2006).

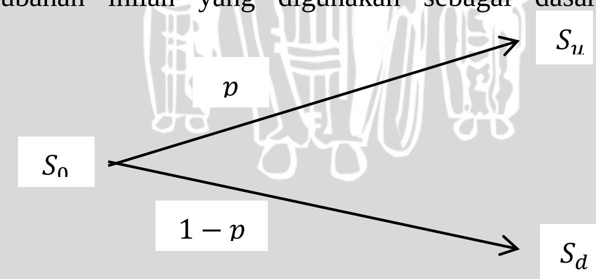
Berdasarkan nilai intrinsiknya, *option* dapat dibedakan menjadi 3 yaitu:

1. *call option* dikatakan *out of the money* jika harga saham lebih rendah dari pada *strike price*. *Put option* dikatakan *out of the money* jika harga saham lebih besar dari *strike price*,
2. *call option* dikatakan *in the money* jika harga saham lebih besar dari pada *strike price*. *Put option* dikatakan *in the money* jika harga saham lebih rendah dari *strike price*,
3. jika harga saham sama dengan *strike price*, maka *call* dan *put option* dikatakan *at the money*.

(Bodie dkk., 2006)

2.2 Metode Binomial

Harga saham di pasar bebas pada kenyataannya akan selalu berubah naik atau turun seiring perubahan waktu. Kemungkinan dua arah perubahan inilah yang digunakan sebagai dasar metode binomial.



Gambar 2.2 Grafik Perubahan

Pada Gambar 2.2 dimisalkan harga saham pada saat t = 0 saat pembuatan *option* adalah S_0, pada saat t = T akan naik dengan peluang p menjadi *Su* atau akan turun dengan peluang $1-p$ menjadi *Sd*, dengan *u* adalah faktor yang mempengaruhi pergerakan naik *S* dan *d* adalah faktor penurun *S*.

Asumsi-asumsi yang digunakan untuk metode binomial ini adalah sebagai berikut:

1. harga *S* sebagai harga awal saham selama waktu periode Δt hanya dapat berubah dalam dua kemungkinan, yaitu naik menjadi *Su* atau turun menjadi Sd dengan $0 < d < u$. Disini *u* dan *d* masing-masing merupakan faktor perubahan naik dan turun yang konstan untuk setiap Δt,
2. probabilitas perubahan naik adalah *p*, *Pr(naik)=p*, sehingga *Pr (turun) = 1- p*,
3. ekspektasi harga saham secara acak kontinu dengan suku bunga bebas resiko *r* dari S_i pada waktu t_i menjadi S_{i+1} pada waktu t_{i+1} adalah

$$E(S_{i+1}) = S_i . e^{r\Delta t}. \tag{2.3}$$

Pemodelan matematika diharapkan dapat membantu untuk memahami keadaan sekarang dan prediksinya pada waktu yang akan datang. Oleh karena itu, metode binomial ini dapat berhasil dengan lebih baik maka harus sesuai dengan keadaan dunia nyata. Masalah yang dihadapi sekarang adalah bagaimana memilih *p*, *u* dan *d* sedemikian hingga metode binomial ini mendekati pada keadaan dunia nyata (Aziz, 2004).

2.2.1 Parameter-parameter $u, d,$ dan p

Nilai parameter-parameter $u, d,$ dan p didapat dari permodelan asumsi metode binomial. Menurut Aziz (2004), untuk menentukan parameter *u*,*d*, dan p diperlukan tiga langkah, yaitu:

1. menyamakan ekspektasi harga saham model diskrit dengan model kontinu,
2. menyamakan variansi model diskrit dengan model kontinu,
3. menyamakan $u . d = 1$

Pada perhitungan peluang binomial, ekspektasi harga saham satu periode berikutnya $E(S_{i+1})$ dipengaruhi oleh peluang kenaikan yang dikalikan dengan kenaikan harga saham $S_i u$ dan peluang penurunan yang dikalikan dengan penurunan harga saham $S_i d$.

$$E(S_{i+1}) = pS_i u + (1-p)S_i d. \tag{2.4}$$

Langkah pertama yaitu menyamakan ekspektasi harga saham model diskrit dengan model kontinu. Berdasarkan persamaan (2.3) dan (2.4) maka diperoleh persamaan:

$$E(S_{i+1}) = E(S_{i+1})$$

$$S_i . e^{r\Delta t} = pS_i u + (1-p)S_i d$$

$$e^{r\Delta t} = pu + (1-p)d \tag{2.5}$$

$$e^{r\Delta t} = p(u-d) + d$$

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u-d} . \tag{2.6}$$

Karena p merupakan peluang yang harus memenuhi $0 \le p \le 1$ maka haruslah

$$e^{r\Delta t} - d \le u - d \text{ atau}$$

$$e^{r\Delta t} \le u \text{ dan}$$

$$u - d > 0 \text{ atau}$$

$$d < u \text{ dan}$$

$$e^{r\Delta t} - d \ge 0 \text{ atau}$$

$$e^{r\Delta t} \ge d ,$$

sehingga

$$d \le e^{r\Delta t} \le u$$

Pertidaksamaan-pertidaksamaan ini berhubungan dengan gerakan naik dan turunnya harga aset terhadap suku bunga bebas resiko *r*.

Langkah ke dua yaitu menyamakan variansi model diskrit dengan model kontinu. Pada bagian ini akan dimasukkan nilai volatilitas σ ke dalam model agar didapat hubungan volatilitas dengan parameter *u*,*d*, dan *p*. Nilai ini masuk kedalam model melalui persamaan varian. Volatilitas adalah nilai naik-turunnya suatu aset dasar atau biasa disebut standar deviasi suatu data. Dari model kontinu didapatkan:

$$E\left(S_{i+1}^2\right) = S_i^2 . e^{(2r+\sigma^2)\Delta t}$$

$$(E(S_{i+1}))^2 = S_i^2 . e^{2r\Delta t}$$

$$\text{Var}(S) = E(S^2) - (E(S))^2$$

$$\begin{aligned}\text{Var}(S_{i+1}) &= E(S_{i+1}^2) - (E(S_{i+1}))^2 \\ &= S_i^2 . e^{(2r+\sigma^2)\Delta t} - S_i^2 . e^{2r\Delta t} \\ &= S_i^2 . e^{2r\Delta t}(e^{\sigma^2\Delta t} - 1) \qquad (2.7)\end{aligned}$$

Di sisi lain variansi untuk model diskrit memenuhi

$$\begin{aligned}\text{Var}(S_{i+1}) &= E(S_{i+1}^2) - (E(S_{i+1}))^2 \\ &= p(S_i u)^2 + (1-p)(S_i d)^2 - \left(S_i(pu + (1-p)d)\right)^2\end{aligned}$$

dengan mensubtitusikan persamaan (2.5) maka

$$\text{Var}(S_{i+1}) = S_i^2(pu^2 + (1-p)d^2 - e^{2r\Delta t}). \qquad (2.8)$$

Dengan menyamakan hasil variansi model kontinu (2.7) dan variansi model diskrit (2.8) menghasilkan

$$\text{Var}(S_{i+1}) = \text{Var}(S_{i+1})$$

$$S_i^2 . e^{2r\Delta t}\left(e^{\sigma^2\Delta t} - 1\right) = S_i^2[pu^2 + (1-p)d^2 - e^{2r\Delta t}]$$

$$e^{2r\Delta t}\left(e^{\sigma^2\Delta t}-1\right) = pu^2+(1-p)d^2-e^{2r\Delta t}$$

$$e^{(2r+\sigma^2)\Delta t}-e^{2r\Delta t} = pu^2+(1-p)d^2-e^{2r\Delta t}$$

$$e^{(2r+\sigma^2)\Delta t} = pu^2+(1-p)d^2$$

$$e^{(2r+\sigma^2)\Delta t} = pu^2+d^2-pd^2$$

$$e^{(2r+\sigma^2)\Delta t} = p(u^2-d^2)+d^2$$

$$p(u^2-d^2) = e^{(2r+\sigma^2)\Delta t}-d^2$$

$$p = \frac{e^{(2r+\sigma^2)\Delta t}-d^2}{u^2-d^2} \tag{2.9}$$

Selanjutnya, dengan menyamakan persamaan (2.6) dan (2.9) serta menyamakan *u . d = 1* atau *d = 1 / u* akan dihasilkan

$$\frac{e^{r\Delta t}-d}{u-d} = \frac{e^{\left(2r+\sigma^2\right)\Delta t}-d^2}{u^2-d^2}$$

$$\frac{e^{r\Delta t}-d}{u-d} = \frac{e^{(2r+\sigma^2)\Delta t}-d^2}{(u-d)(u+d)}$$

$$(u-d)(u+d)\left(e^{r\Delta t}-d\right) = (u-d)e^{\left(2r+\sigma^2\right)\Delta t}-d^2$$

$$(u+d)\left(e^{r\Delta t}-d\right) = e^{\left(2r+\sigma^2\right)\Delta t}-d^2$$

$$ue^{r\Delta t}+de^{r\Delta t}-ud-d^2 = e^{\left(2r+\sigma^2\right)\Delta t}-d^2 \tag{2.10}$$

$u = \frac{1}{d}$, maka persamaan (2.10) menjadi

$$(u+d)e^{r\Delta t}-1-d^2 = e^{\left(2r+\sigma^2\right)\Delta t}-d^2$$

$$(u+d)e^{r\Delta t}-1 = e^{\left(2r+\sigma^2\right)\Delta t}$$

$$\left(u+d-e^{-r\Delta t}\right)e^{r\Delta t}=e^{\left(r+\sigma^2\right)\Delta t}e^{r\Delta t}$$

$$u+d-e^{-r\Delta t}=e^{\left(r+\sigma^2\right)\Delta t} \qquad (2.11)$$

$u.d=1$ maka $=\frac{1}{u}$, sehingga persamaan 2.12 menjadi

$$u+\frac{1}{u}-e^{-r\Delta t}=e^{\left(r+\sigma^2\right)\Delta t} \qquad (2.12)$$

Persamaan (2.12) dikalikan dengan u supaya dapat menjadi persamaan kuadrat

$$u^2+1-ue^{-r\Delta t}=ue^{\left(r+\sigma^2\right)\Delta t}$$

$$u^2+1-ue^{-r\Delta t}-ue^{\left(r+\sigma^2\right)\Delta t}=0.$$

Sehingga diperoleh

$$u^2-u\left(e^{-r\Delta t}+e^{\left(r+\sigma^2\right)\Delta t}\right)+1=0 \qquad (2.13)$$

dimisalkan $\beta=\left(e^{-r\Delta t}+e^{\left(r+\sigma^2\right)\Delta t}\right)$ maka persamaan (2.13) menjadi persamaan kuadrat yang lebih sederhana yaitu:

$$u^2-\beta u+1=0. \qquad (2.14)$$

Akar-akar persamaan kuadrat pada persamaan (2.14) yaitu:

$$u=\frac{-(-\beta)\pm\sqrt{(-\beta)^2-4.1.1}}{2.1}=\frac{\beta\pm\sqrt{\beta^2-4}}{2}$$

dari akar-akar $u=\frac{\beta\pm\sqrt{\beta^2-4}}{2}$ terdapat dua akar yaitu $u_1=\frac{\beta+\sqrt{\beta^2-4}}{2}$ dan $u_2=\frac{\beta-\sqrt{\beta^2-4}}{2}$ dengan $\sqrt{\beta^2-4}>0$ agar menjadi bilangan riil positif. Menurut asumsi (1) pada metode binomial $u>d>0$, $u\neq\beta$ karena β tidak diketahui bilangan riil positif atau riil negatif, agar hasil u positif, maka dipilih $u_1 = \frac{\beta+\sqrt{\beta^2-4}}{2}$. Sehingga diperoleh nilai untuk *u*, *d* dan *p* yaitu:

$$u = \frac{\beta + \sqrt{\beta^2 - 4}}{2},$$

$$d = \frac{1}{u},$$

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d},$$

dengan $\beta = e^{-r\Delta t} + e^{(r+\sigma^2)\Delta t}$

(Aziz, 2004).

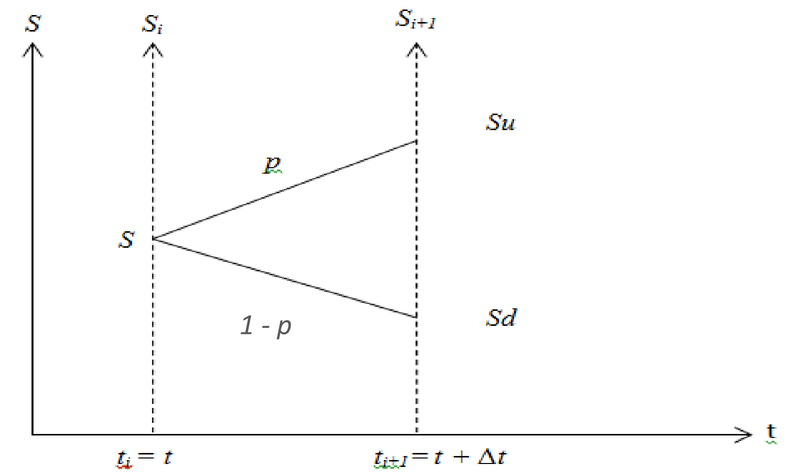
2.2.2 Menganalisasi Pohon Binomial

Metode binomial adalah model diskrit yang memulai proses dari diskritisasi waktu *T* yang kontinu. Metode binomial mengubah waktu *T* yang kontinu menjadi waktu *t* yang mengandung unsur diskrit *i*. Agar menghasilkan *i* yang mendekati kontinu, maka *T* dipartisi sejumlah *M* dengan *M* secara umum adalah jumlahan yang besar ($M \to \infty$) (Kusumaningtyas, 2007).

Notasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

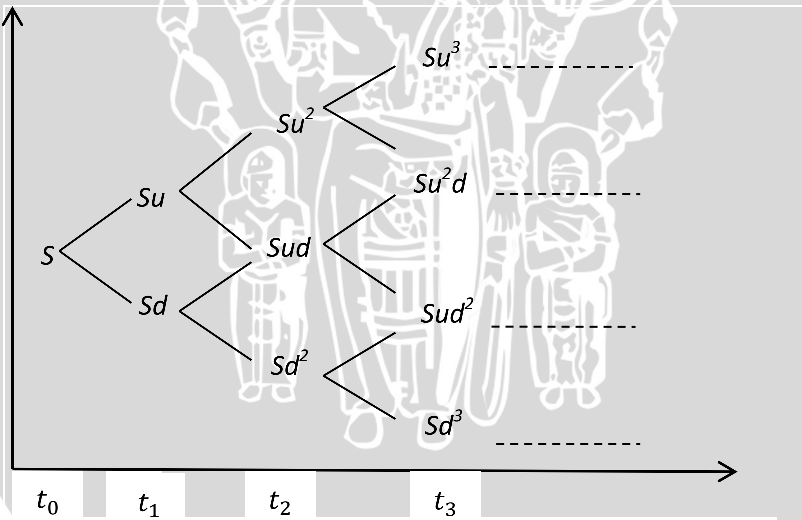
M = jumlah partisi waktu
i = indeks waktu, t_i = waktu ke *i*
j = indeks kenaikan harga saham
$\Delta t = \frac{T}{M}$ (2.15)
$i = 0,1, \ldots, M \quad j = 0,1, \ldots, i$

Bidang (S, t) diwakili oleh garis-garis lurus paralel dengan jarak Δt. Nilai-nilai kontinu S_i sepanjang paralel $t = t_i$ akan diganti dengan nilai-nilai diskrit S_{ji} untuk semua *i* dan *j* yang sesuai. Gambar 2.3 menunjukkan sebuah hubungan grid, dengan perubahan dari *t* ke $t+\Delta t$, atau dari t_i ke t_{i+1}.



Gambar 2.3 Prinsip Metode Binomial

Metode binomial dapat membangun skema untuk fluktuasi harga saham secara diskrit.



Gambar 2.4 Skema Fluktuasi Harga Saham Secara Binomial

Berdasarkan Gambar 2.4, dimisalkan harga saham pada saat $t=t_0$ adalah $S_0=S_{00}=S$, dan harga saham pada saat $t=t_1$ adalah $S_{01}=Sd$ dan $S_{11}=Su$. Secara umum harga saham pada saat $t=t_i$ terdapat $i+1$ kemungkinan dengan rumus umum:

$$S_{ji} = S_0 u^j d^{i-j} \quad, i = 0,1,\dots,M \quad j = 0,1,\dots,i \quad i \geq j \tag{2.16}$$

(Aziz, 2004).

2.2.3 Nilai *Option* dari Masing-Masing Titik

American call option memberi hak kepada pemegangnya (*holder*) untuk melaksanakan haknya sebelum jatuh tempo $t \leq T$. Oleh karena itu diperlukan untuk menghitung nilai-nilai *option* untuk $t = t_i$ dengan $i = M-1, M-2, \dots, 0$. Karena terdapat kemungkinan nilai-nilai *option* di waktu-waktu tersebut lebih baik dari pada waktu jatuh temponya.

Perhitungan nilai *option* pada masing-masing titik menggunakan *backward phase* yaitu metode menghitung mundur nilai *option* dari ujung pohon menuju akar pohon.

Payoff di ujung pohon adalah sebagai berikut

$$V_{jM} = max\left(S_{jM} - X, 0\right). \tag{2.17}$$

Ekspektasi harga saham satu periode berikutnya $E(S_{i+1})$ pada perhitungan peluang binomial berdasarkan persamaan (2.4). Nilai-nilai kontinu S_{i+1} akan diganti dengan nilai-nilai diskrit $S_{j,i+1}$ untuk semua i dan j yang sesuai. Oleh karena itu persamaan (2.4) menjadi

$$E\left(S_{j,i+1}\right) = pS_{ji}u + (1-p)S_{ji}d$$

karena u merupakan faktor pergerakan naik, d merupakan faktor pergerakan turun dan j merupakan indeks kenaikan harga saham, maka

$$E\left(S_{j,i+1}\right) = pS_{j+1,i+1} + (1-p)S_{j,i+1}. \tag{2.18}$$

Berdasarkan persamaan (2.3) pada model kontinu akan diperoleh

$$S_{ji} = e^{-r\Delta t} E(S_{j,i+1})$$

dengan mensubtitusikan persamaan (2.18) maka

$$S_{ji} = e^{-r\Delta t}(pS_{j+1,i+1} + (1-p)S_{j,i+1}).$$

Menurut bodie dkk., (2006), hubungan harga saham adalah berbanding lurus terhadap harga *call option*. Oleh karena itu dapat dibuat relasi antara persamaan S_{ji} dengan F_{ji} sebagai berikut.

$$F_{ji} = e^{-r\Delta t}(pF_{j+1,i+1} + (1-p)F_{j,i+1}) \quad (2.19)$$

Nilai-nilai *option* untuk *American call option* dibandingkan dengan nilai intrinsik V_{ji}. Nilai *American call option* adalah sebagai berikut:

$$F_{ji} = max\{max(S_{ji} - X, 0), e^{-r\Delta t}(pF_{j+1,i+1} + (1-p)F_{j,i+1})\} \quad (2.20)$$

dengan $i = 0,1,\dots,M$ dan $j = 0,1,\dots,i$

(Aziz, 2004).