

Perancangan Algoritma Untuk Menghitung Harga Opsi *Reset* dan Opsi *Barrier* dengan Metode Binomial

Bony Marbun¹, Vivi Y. Pakpahan², Bongguk Pangaribuan², Andri D. Simbolon²

^{1,2} Politeknik Informatika Del

Jl. Sisingamangaraja, Laguboti 22381, North Sumatera, Indonesia

E-mail:¹ bony@del.ac.id

²{if07003, if07070, if07085}@students.del.ac.id

Abstrak

Pada makalah ini dipaparkan isi sebuah tugas akhir D3 di Politeknik Informatika Del (PI Del) yang berjudul "Perancangan Algoritma untuk Menentukan Harga Opsi Reset dan Opsi Barrier". Opsi reset dan opsi barrier adalah termasuk opsi eksotik atau opsi path-dependent (**Error! Reference source not found.**, **Error! Reference source not found.**), yaitu opsi yang payoff-nya bergantung pada perilaku harga aset pokok antara waktu $t=0$ dan waktu jatuh tempo, bukan semata-mata bergantung pada harga akhir aset pokok.

Opsi reset yang dibahas di sini adalah opsi reset dengan satu waktu reset. Opsi barrier yang dibahas di sini terdiri atas beberapa jenis, yaitu opsi down and in, opsi down and out, opsi up and in, dan opsi up and out. Pada opsi barrier, harga barrier bisa lebih kecil daripada strike price, atau sebaliknya harga barrier bisa lebih besar daripada strike price (**Error! Reference source not found.**). Berdasarkan ada tidaknya fasilitas early exercise, opsi reset dan opsi barrier terdiri atas opsi Eropa dan Amerika.

Pada makalah ini diuraikan perancangan algoritma penghitungan harga opsi reset dan opsi barrier dengan metode binomial. Selanjutnya, pada makalah ini dipaparkan juga implementasi algoritma yang dilakukan dalam tugas akhir tersebut di atas. Implementasi algoritma dilakukan dengan mengembangkan aplikasi sederhana menggunakan bahasa pemrograman **Java**. Setelah melakukan implementasi dan pengujian diperoleh hasil bahwa algoritma yang dirancang cukup akurat berdasarkan perbandingan dengan hasil perhitungan sejenis menggunakan Ms. Excel (lihat **Error! Reference source not found.**).

Kata kunci: opsi reset, opsi barrier, metode binomial

1 Pendahuluan

1.1. Umum

Pertama-tama perlu disampaikan bahwa makalah ini adalah intisari dari salah satu tugas akhir D3 Politeknik Informatika Del yang berjudul "Perancangan Algoritma

untuk Menentukan Harga Opsi Reset dan Opsi Barrier". Judul atau topik ini muncul dari ketertarikan pembimbing dalam mengkaji topik-topik dalam disiplin ilmu

Matematika Keuangan. Pembimbing juga menilai bahwa topik ini cocok untuk mahasiswa D3 Politeknik Informatika karena pembimbing beranggapan bahwa topik ini dapat menambah wawasan mahasiswa yaitu ilmu yang mereka peroleh dapat diterapkan pada Matematika Keuangan.

1.2. Latar belakang dan tujuan

Harga saham dapat mengalami kenaikan ataupun penurunan seiring dengan kondisi yang ada. Opsi merupakan salah satu pilihan yang dapat digunakan untuk meminimalisasi resiko dan sekaligus memaksimalkan keuntungan dalam penjualan saham (lihat **Error! Reference source not found.**).

Opsi *reset* dan opsi *barrier* merupakan jenis opsi yang dapat ditemukan di pasar opsi. Kedua jenis opsi mempunyai keunikan tersendiri. Pada opsi *reset*, penjual dan pembeli opsi diperkenalkan dengan waktu *reset*. Sedangkan pada opsi *barrier* dikenal istilah garis *barrier*, yang menjadi salah satu patokan apakah perjanjian penjualan saham akan tetap diteruskan atau harus dihentikan, sesuai dengan jenis opsinya.

Seiring dengan berkembangnya pengetahuan manusia mengenai opsi dan saham, banyak metode penghitungan harga opsi yang muncul, di antaranya adalah metode trinomial, binomial, dan Black-Scholes. Penulis memilih untuk menggunakan metode binomial karena metode ini termasuk salah satu teknik penghitungan harga opsi yang banyak digunakan dan merupakan salah satu teknik yang sederhana.

Akan tetapi, meskipun metode binomial dapat digunakan untuk memodelkan harga saham dengan cara yang sederhana, namun belum tentu mudah untuk merancang algoritma yang efisien. Hal inilah yang menumbuhkan niat penulis untuk membuat algoritma yang efisien yang dapat digunakan sebagai salah satu acuan untuk membuat kode program atau aplikasi untuk menentukan harga opsi dengan menggunakan metode binomial.

Tujuan penelitian pada makalah ini adalah merancang algoritma metode binomial yang akurat dan efisien untuk menentukan harga opsi *reset* dan opsi *barrier*; membuktikan apakah algoritma penghitungan harga opsi yang telah dibuat oleh penulis dapat diimplementasikan menjadi sebuah aplikasi; dan untuk mengetahui efisiensi algoritma yang telah dibuat.

Adapun spesifikasi kebutuhan dari perangkat lunak aplikasi ini adalah:

1. Menerima masukan data dari pengguna berupa nilai variabel-variabel yang dibutuhkan dalam menentukan harga opsi.
2. Dapat digunakan untuk menyelesaikan penghitungan harga opsi sesuai dengan jenis opsi yang ditentukan oleh pengguna.

2 Studi Literatur

Berikut ini dijelaskan pengertian opsi *reset*, opsi *barrier*, dan metode binomial, yaitu:

1. Opsi *Reset*

Opsi *reset* merupakan salah satu opsi *path-dependent* yang *strike price*-nya dapat di-*reset* berdasarkan kriteria tertentu. Pada opsi *reset* dikenal istilah waktu *reset*. Ini merupakan waktu yang diberikan kepada pemilik opsi untuk mengubah harga *strike price* (**Error! Reference source not found.**).

2. Opsi *Barrier* (**Error! Reference source not found.**)

Opsi *barrier* merupakan opsi *path-dependent* yang hadir dalam berbagai jenis, tetapi memiliki karakteristik kunci yaitu dapat tetap diteruskan atau dihentikan. Secara umum opsi *barrier* terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

a. Opsi *up and in*

Pada opsi ini apabila pada suatu waktu harga saham naik dan melewati garis *barrier* maka perjanjian jual beli saham diteruskan.

b. Opsi *up and out*

Pada opsi ini apabila pada suatu waktu harga saham naik dan melewati garis *barrier* maka perjanjian jual beli saham dihentikan.

c. Opsi *down and in*

Pada opsi ini apabila pada suatu waktu harga saham turun dan melewati garis *barrier* maka perjanjian jual beli saham diteruskan.

d. Opsi *down and out*

Pada opsi ini apabila pada suatu waktu harga saham turun dan melewati garis *barrier* maka perjanjian jual beli saham dihentikan.

3. Metode Binomial

Metode binomial merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk menentukan harga saham. Dengan menggunakan metode binomial, harga saham dimodelkan secara sederhana dengan menggunakan pohon binomial, dan harga saham pada setiap langkahnya akan mengalami kenaikan atau penurunan harga.

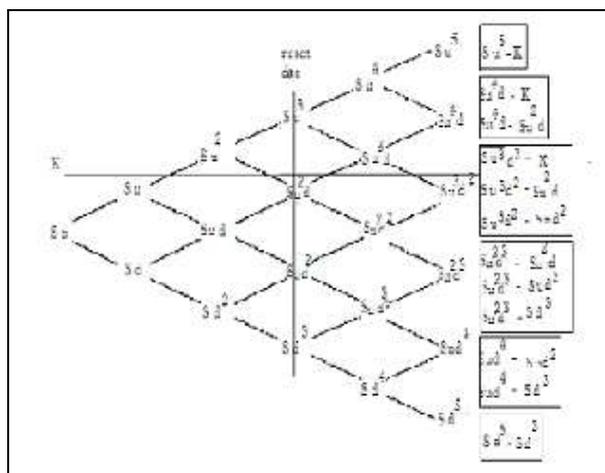
Dalam menentukan pergerakan harga saham dengan menggunakan metode binomial, harga saham (S) akan ditentukan dari hasil eksperimen acak Bernoulli berupa pelantunan koin. Bila pelantunan koin tersebut menghasilkan muka (H) maka harga saham akan naik dengan $P(H) = p$ dan jika pelantunan menghasilkan belakang (T) maka harga saham akan turun $P(T) = 1 - p = q$ (lihat **Error! Reference source not found.**).

3 Analisis Algoritma

Berikut ini dijelaskan algoritma penghitungan harga opsi *reset* dan opsi *barrier*.

3.1. Algoritma penghitungan harga opsi *reset*

Gambaran pemodelan opsi *reset* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pemodelan harga saham untuk opsi *reset* dengan metode binomial

Algoritma penghitungan harga opsi *reset* dijelaskan sebagai berikut (lihat **Error! Reference source not found.** dan **Error! Reference source not found.**). Pada opsi *reset* ada 1 waktu jatuh tempo dan 1 waktu *reset*, yaitu secara berturut-turut T dan t' . Selang waktu $[0, t']$ dibagi menjadi M subselang (banyak langkah) yang sama panjang yaitu Δt dengan titik-titik bagi (sampai dengan t') $0 = t_0 < t_1 < \dots < t_m = t'$ di mana

$$t_i = i\Delta t, \quad i = 0, 1, \dots, m$$

$$\Delta t = \frac{t'}{m}$$

$$M = \left\lceil \frac{T}{\Delta t} \right\rceil$$

dan $S_i = S(t_i)$ adalah harga saham pada waktu t_i . Asumsi-asumsi pada metode binomial adalah:

1. Dalam selang waktu Δt harga saham dapat naik atau turun menjadi S_0u atau S_0d dengan $0 < d < 1 < u$.
2. Peluang harga saham naik adalah p .
3. Ekspekasi *return* harga saham besarnya sama dengan suku bunga bebas resiko r , sehingga untuk harga saham yang bergerak secara acak dari S_i pada waktu t_i menjadi S_{i+1} pada waktu t_{i+1} berlaku $E(S_{i+1}) = S_i e^{r\Delta t}$.
4. Pada makalah ini dipilih $ud = 1$.

Solusi-solusi dari u, d , dan p adalah:

$$u = \beta + \sqrt{\beta^2 - 1},$$

$$d = \beta - \sqrt{\beta^2 - 1},$$

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

dengan $\beta = \frac{1}{2} (e^{-r\Delta t} + e^{-(r+\sigma^2)\Delta t})$.

Misalkan pada waktu $t_0 = 0$ harga saham adalah S_0 , maka menurut metode binomial harga saham pada waktu $t_1 = 1\Delta t$ diberikan oleh S_0u atau S_0d . Selanjutnya harga saham mengambil salah satu dari S_0d^2, S_0ud , atau S_0u^2 . Jika langkah ini diteruskan maka pada waktu $t_i = i\Delta t$ akan terdapat $i+1$ harga saham yang mungkin terjadi, yang diberikan oleh

$$S_j = S_0 u^j d^{i-j}, \quad j = 0, 1, \dots, i$$

dengan S_j menyatakan harga saham pada waktu t_i dan telah terjadi kenaikan sebanyak j kali serta penurunan harga saham sebanyak $i-j$ kali, dihitung dari waktu $t_0 = 0$.

Pada waktu *reset* $t' = t_m$ terdapat $m+1$ harga saham yang mungkin, yaitu $S_{0,m}, S_{1,m}, \dots, S_{m,m}$. Lalu dari masing-masing harga saham ini dibuat lagi pohon binomial sebanyak $m+1$. Untuk langkah $i=m$ dan $j = 0, \dots, m$, misalkan $\{S_{lk}^j\}_{k=0, \dots, M-m; l=0, \dots, k}$. Pada waktu jatuh tempo T , untuk tiap $j = 0, \dots, m$ terdapat $M-m+1$ harga

saham yang mungkin yaitu $\{S_{l,M-m}^j\}_{l=0, \dots, M-m}$. Misalkan $\{RC_{l,M-m}^j\}_{l=0, \dots, M-m}$ menyatakan nilai-nilai *payoff* pada waktu jatuh tempo untuk opsi call *reset* Eropa yaitu $RC_{l,M-m}^j = (S_{l,M-m}^j - K)^+ I_{(S_{l,M-m}^j \geq K)} + (S_{l,M-m}^j - K)^- I_{(S_{l,M-m}^j < K)}$. Dengan cara yang serupa, nilai-nilai *payoff* pada waktu jatuh tempo untuk opsi put Eropa diberikan oleh $RP_{l,M-m}^j = (S_{j,m} - S_{l,M-m}^j)^+ I_{(S_{j,m} \geq K)} + (K - S_{l,M-m}^j)^- I_{(S_{j,m} < K)}$

Harga-harga opsi call *reset* dan opsi put *reset* pada waktu $t_i \geq t'$, yang berkaitan dengan harga saham S_{lk}^j , diberikan secara berturutan oleh $RC_{lk}^j = e^{-r\Delta t} (pRC_{l+1,k+1}^j + (1-p)RC_{l,k+1}^j)$ dan $RP_{lk}^j = e^{-r\Delta t} (pRP_{l+1,k+1}^j + (1-p)RP_{l,k+1}^j)$ dengan $l = 0, 1, \dots, k$ dan $k = M - m - 1, \dots, m + 1, m$. Untuk $k=l=0$ diperoleh $RC_{jm} = RC_{00}^j$. Selanjutnya harga-harga opsi call *reset* dan opsi put *reset* pada waktu $t_i < t'$ diberikan secara berturutan oleh $RC_{ji} = e^{-r\Delta t} (pRC_{j+1,i+1} + (1-p)RC_{j,i+1})$... (1) dan $RP_{ji} = e^{-r\Delta t} (pRP_{j+1,i+1} + (1-p)RP_{j,i+1})$... (2) dengan $i = m - 1, \dots, 0$ dan $j = 0, \dots, i$. Persamaan-persamaan (1) dan (2) secara berturut-turut adalah rumus-rumus harga aplikasi untuk opsi call *reset* Eropa dan opsi put *reset* Eropa.

Untuk opsi *reset* Amerika, pada persamaan (1) dan (2) di atas harus ditambahkan uji perbandingan harga-harga RC_{ji} dan RP_{ji} di atas dengan nilai *payoff* yang diperoleh seandainya dilakukan *early exercise* pada waktu t_i . Jadi diperoleh

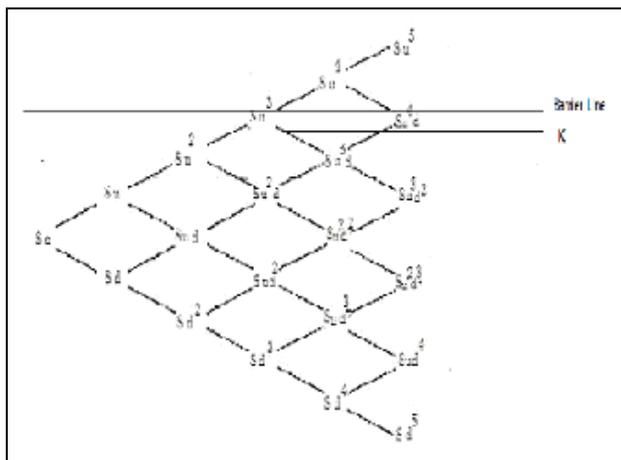
$$RC_{ji} = (S_{ji} - K, e^{-r\Delta t} (pRC_{j+1,i+1} + (1-p)RC_{j,i+1}))^+ \dots (3)$$

$$RP_{ji} = (K - S_{ji}, e^{-r\Delta t} (pRP_{j+1,i+1} + (1-p)RP_{j,i+1}))^+ \dots (4)$$

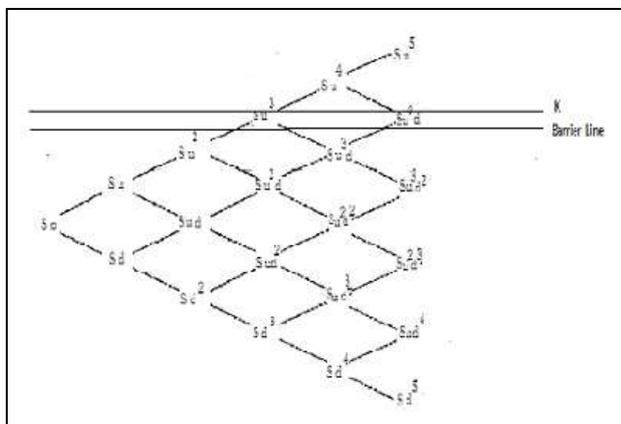
dengan $i = m - 1, \dots, 0$ dan $j = 0, \dots, i$.

3.2. Algoritma penghitungan harga opsi *barrier*

Gambaran pemodelan opsi *barrier* dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Pemodelan harga saham untuk opsi barrier untuk $K <$ garis barrier dengan metode binomial



Gambar 3. Pemodelan harga saham untuk opsi barrier untuk $K >$ garis barrier dengan metode binomial

Secara garis besar algoritma penghitungan harga opsi barrier mirip dengan algoritma pada opsi reset (**Error! Reference source not found.**). Yang membedakan ialah pada opsi barrier tidak dikenal istilah reset, namun ada istilah barrier di mana status opsi bisa dihentikan atau diteruskan apabila harga saham menyentuh atau melewati barrier tersebut.

Pada opsi down and out dan opsi up and out, jika harga saham S_{ji} pernah menyentuh barrier maka $BC_{ji} = 0$ atau $BP_{ji} = 0$. Sebaliknya pada opsi down and in dan opsi up and in, jika harga saham S_{ji} tidak pernah melewati barrier maka $BC_{ji} = 0$ atau $BP_{ji} = 0$.

Kemudian untuk menghitung harga opsi dengan langkah mundur diperoleh melalui rumus:

$$BC_{j,i} = e^{-r\Delta t} (pBC_{j+1,i+1} + qBC_{j,i+1}) \quad \dots(5)$$

$$BP_{j,i} = e^{-r\Delta t} (pBP_{j+1,i+1} + qBP_{j,i+1}) \quad \dots(6)$$

dengan $i = m - 1, \dots, 0$ dan $j = 0, \dots, i$.

Seperti halnya opsi reset Amerika, pada opsi barrier Amerika juga ditambahkan uji perbandingan harga-harga BC_{ji} dan BP_{ji} di atas dengan nilai payoff yang diperoleh seandainya dilakukan early exercise pada waktu t_i . Jadi diperoleh

$$BC_{ji} = (S_{ji} - K, e^{-r\Delta t} (pBC_{j+1,i+1} + (1-p)BC_{j,i+1}))^+ \quad \dots(7)$$

$$BP_{ji} = (K - S_{ji}, e^{-r\Delta t} (pBP_{j+1,i+1} + (1-p)BP_{j,i+1}))^+ \quad \dots(8)$$

dengan $i = m - 1, \dots, 0$ dan $j = 0, \dots, i$.

4 Implementasi

Kedua algoritma di atas diimplementasikan ke dalam sebuah aplikasi yang dibangun untuk menentukan harga opsi. Hasil kalkulasi dari aplikasi, yang disebut harga aplikasi, dibandingkan dengan hasil penghitungan harga opsi menggunakan Ms. excel, yang disebut harga excel.

Adapun spesifikasi perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Prosesor : Pentium 4 Intel 3.00 GHz
- RAM : 1 GB
- Hard disk : 80 GB

Sedangkan spesifikasi perangkat lunak yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Sistem Operasi : Microsoft Windows XP Professional
- Bahasa Pemrograman : Java Standard Edition (JSE)
- Development Tools : JCreator, Edit plus 3

5 Hasil

Berikut diberikan beberapa contoh hasil dalam pengujian penghitungan harga opsi dengan membandingkan harga aplikasi dengan harga excel. Input data yang dimasukkan dapat berbeda dalam setiap pengujian.

5.1. Pengujian untuk menghitung opsi barrier

Secara keseluruhan ada 16 jenis opsi barrier, yaitu:

1. untuk opsi call Eropa
 - a. call Eropa up and out,
 - b. call Eropa up and in,
 - c. call Eropa down and out,
 - d. call Eropa down and in.
2. untuk opsi call Amerika
 - a. call Amerika up and out,

- b. call Amerika *up and in*,
- c. call Amerika *down and out*,
- d. call Amerika *down and in*.

3. untuk opsi put Eropa

- a. put Eropa *up and out*,
- b. put Eropa *up and in*,
- c. put Eropa *down and out*,
- d. put Eropa *down and in*.

4. untuk opsi put Amerika

- a. put Amerika *up and out*,
- b. put Amerika *up and in*,
- c. put Amerika *down and out*,
- d. put Amerika *down and in*.

Pada makalah ini, karena pembatasan jumlah halaman tidaklah mungkin ditampilkan semua hasil pengujian untuk ke-16 jenis opsi *reset*. Oleh karena itu di sini hanya ditampilkan hasil pengujian untuk opsi call *barrier* Eropa. Hasil-hasil pengujian untuk opsi call *barrier* Amerika, opsi put *barrier* Eropa, dan opsi put *barrier* Amerika dapat dilihat di **Error! Reference source not found.**

Data masukan yang digunakan untuk menguji algoritma adalah:

- suku bunga (r) = 0.1,
- volatilitas (σ) = 0.2,
- waktu jatuh tempo (T) = 1.6,
- *strike price* (K) = 100,
- banyak langkah (M) = 8.

Pada pengujian untuk menghitung opsi call *up and out* Eropa dan opsi call *up and in* Eropa dimisalkan harga *barrier* (B) sebesar 260, sehingga diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1 Harga binomial opsi call Eropa *up and out*

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
210	4.422648837267350	4.422648837267120
220	5.293073335233620	5.293073335233370
230	6.163497833199880	6.163497833199620
240	7.033922331166150	7.033922331165870
250	7.904346829132420	7.904346829132130
260	8.774771327098680	8.774771327098390
270	0	0
280	0	0

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
290	0	0
300	0	0

Tabel 2 Harga binomial opsi call Eropa *up and in*

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
210	0	0
220	0	0
230	0	0
240	0	0
250	0	0
260	0	0
270	22.647024400357200	22.647024400356600
280	23.704767036714400	23.704767036713700
290	24.762509673071600	24.762509670000000
300	25.820252309428800	25.820252309428100

Pada pengujian untuk menghitung opsi call *down and out* Eropa dimisalkan harga *barrier* (B) sebesar 270, sehingga diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3 Harga binomial opsi call Eropa *down and out*

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
210	0	0
220	0	0
230	0	0
240	0	0
250	0	0
260	0	0
270	0	0
280	23.704767036714400	23.705023712052200
290	24.762509673071600	24.762777801652000
300	25.820252309428800	25.820531891251900

Pada pengujian untuk menghitung opsi call *down and in* Eropa dimisalkan harga *barrier* (B) sebesar 240, sehingga diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4 Harga binomial opsi call Eropa *down and in*

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
210	4.422648837267350	4.422648837267120
220	5.293073335233620	5.293073335233370
230	6.163497833199880	6.163497833199620
240	7.033922331166150	7.033922331165870
250	0	0
260	0	0
270	0	0
280	0	0
290	0	0

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
300	0	0

5.2. Pengujian untuk menghitung opsi reset

Secara keseluruhan ada 4 jenis opsi *reset*, yaitu:

1. call *reset* Eropa,
2. call *reset* Amerika,
3. put *reset* Eropa,
4. put *reset* Amerika.

Data masukan yang digunakan untuk menguji algoritma untuk keempat jenis opsi *reset* di atas adalah:

- suku bunga (r) = 0.1,
- volatilitas (σ) = 0.2,
- waktu jatuh tempo (T) = 1.6,
- waktu *reset* (t') = 1,
- *strike price* (K) = 300,
- banyak langkah (M) = 8.

Pengujian dilakukan untuk harga-harga saham awal yang bernilai 160, 170, ..., 240, 250 dan diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 5 sampai tabel 8.

Tabel 5 Harga binomial opsi call *reset* Eropa

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
160	16.41472806502810	16.41473
170	18.072637603410600	18.07264
180	19.972777788734000	19.97278
190	21.882408912493300	21.88241
200	23.792040036252500	23.79204
210	25.701671160011700	25.70167
220	27.686472529365700	27.68647
230	30.526656159486700	30.52666
240	33.915896045929000	33.91590
250	37.331826240208000	37.33183

Tabel 6 Harga binomial opsi call *reset* Amerika

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
160	12.819207186301100	12.81921
170	13.965100580018700	13.96510
180	15.180155902906000	15.18016
190	16.395211225793200	16.39521
200	17.610266548680500	17.61027
210	18.825321871567800	18.82532

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
220	20.040377194455000	20.04038
230	21.618499848356800	21.61850
240	23.235158061278800	23.23516
250	24.851816274200900	24.85180

Tabel 7 Harga binomial opsi put *reset* Eropa

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
160	26.925051819572600	26.92505
170	28.360575031131200	28.36058
180	29.865260171859400	29.86526
190	31.369945312587600	31.36995
200	32.874630453315800	32.87463
210	34.379315594043900	34.37932
220	35.884000734772100	35.88400
230	36.212367040422600	36.21237
240	36.415880185175300	36.41588
250	36.619393329928000	36.61939

Tabel 8 Harga binomial opsi put *reset* Amerika

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
160	16.414728065028100	16.41473
170	18.072637603410600	18.07264
180	19.972777788734000	19.97278
190	21.882408912493300	21.88241
200	23.792040036252500	23.79204
210	25.701671160011700	25.70167
220	27.686472529365700	27.68647
230	30.526656159486700	30.52666
240	33.915896045929000	33.91590
250	37.331826240208000	37.33183

5.3. Pengujian batas banyak langkah penghitungan opsi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui banyak langkah yang masih valid untuk menghitung harga opsi. Dalam hal ini pengujian dilakukan untuk opsi *reset*. Pengujian dilakukan untuk data masukan:

- suku bunga (r) = 0.1,
- volatilitas (σ) = 0.2,
- waktu jatuh tempo (T) = 1.6,
- waktu *reset* (t') = 1,
- harga saham awal (S_0) = 250,

- *strike price* (K) = 300,
- banyak langkah (M) = 92 dan 93.

Untuk $M = 92$ diperoleh hasil bahwa aplikasi tidak mengalami *hang*, namun untuk $M = 93$ diperoleh hasil bahwa aplikasi mengalami *hang*.

6 Pembahasan

Pada tabel 1 sampai tabel 8 penghitungan harga opsi dilakukan untuk $M = 8$ agar bisa dibandingkan dengan harga opsi yang diperoleh dari Ms. Excel. Pada tabel 1, tabel 2, tabel 4 sampai tabel 8 diperoleh selisih yang relatif kecil antara harga aplikasi dan harga excel, yaitu lebih kecil dari 10^{-3} . Bahkan pada tabel-tabel 1, 2, dan 4 selisih antara harga aplikasi dan harga excel lebih kecil dari 10^{-8} . Ini berarti aplikasi yang dibangun cukup akurat untuk menghitung harga opsi *reset* dan opsi *barrier*.

Pada aplikasi yang dibangun dilakukan pengujian untuk beberapa M . Ketika $M = 92$ aplikasi masih dapat melakukan penghitungan harga opsi, namun ketika $M = 93$ aplikasi mengalami *hang*. Hal ini mungkin disebabkan algoritma yang digunakan kurang efisien untuk perhitungan matematis yang rumit. Perhitungan matematis menggunakan metode binomial ini melibatkan ukuran matriks yang besar apabila banyaknya langkah besar.

7 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penulis telah membuat algoritma untuk menentukan harga opsi untuk jenis opsi *reset* dan opsi *barrier* dengan menggunakan metode binomial.
2. Dengan menggunakan aplikasi yang dikembangkan oleh penulis, penghitungan harga opsi yang dapat dilakukan adalah sampai $M=92$ langkah dan ketika menggunakan data dengan $M=93$ aplikasi mengalami *hang*. Hal ini mungkin disebabkan algoritma yang digunakan kurang efisien untuk perhitungan matematis yang rumit.
3. Setelah melakukan pengujian penghitungan harga opsi dengan menggunakan kode program dan membandingkannya dengan penghitungan harga opsi dengan menggunakan excel, selisihnya diperoleh lebih kecil dari 10^{-4} . Ini menunjukkan aplikasi yang dibangun cukup akurat.

8 Penutup

Aspek riset dalam tugas akhir yang disarikan pada makalah ini sebenarnya tidak terlalu dalam, namun melalui tugas akhir ini mahasiswa dapat mempelajari beberapa hal yang tidak diajarkan di perkuliahan, yaitu mempelajari opsi dan istilah-istilah dalam Matematika

Kuangan. Selain itu juga mahasiswa mempelajari salah satu contoh metode numerik yaitu metode binomial.

Kendala yang dihadapi mahasiswa antara lain mereka kurang dapat memahami dan memilih *tools* apa yang tepat untuk membangun aplikasi yang menggunakan metode binomial karena metode binomial membutuhkan jumlah subelang yang besar agar hasil penghitungannya akurat.

Pengerjaan tugas akhir ini diharapkan menjadi dasar bagi mahasiswa-mahasiswa PI Del selanjutnya yang ingin meneliti topik-topik mengenai opsi atau Matematika Keuangan pada umumnya. Semoga isi makalah ini juga menarik minat para dosen dan mahasiswa politeknik informatika untuk mendalami pembuatan aplikasi yang berhubungan dengan Matematika Keuangan.

9 Daftar Pustaka

- [1] Cheng, K, "An Overview of *Barrier* Options" (paper draft), *Global Derivatives Working Paper*, pp. 1-18, 2003.
- [2] Shparber, M. and S. Resheff, "Valuation of Cliquet Options", *The Leon Recanati Graduate School of Business Administration*, Tel Aviv University, Israel, pp. 1-46, 2004.
- [3] Pakpahan, V., et. al., "Perancangan Algoritma untuk Menentukan Harga Opsi *Reset* dan Opsi *Barrier*", *Diploma 3 Final Project*, Del Polytechnic of Informatics, North Sumatera, Indonesia, 2010.
- [4] Wikipedia, Opsi(keuangan), [http://id.wikipedia.org/wiki/Opsi_\(keuangan\)](http://id.wikipedia.org/wiki/Opsi_(keuangan)), 11/9/2009, diakses 06/10/2009.
- [5] Marbun, B., "Penghitungan Harga Opsi Compound Menggunakan Metode Martingale dan Metode Binomial", *Master Thesis*, Bandung Institute of Technology, Bandung, Indonesia, 2008.