

**METODE *STAIR TREE* DALAM PENENTUAN NILAI OPSI VANILLA
TIPE EROPA DENGAN PEMBAYARAN DIVIDEN**

SKRIPSI

**OLEH
AHMAD MUMTAZ ANWARI
NIM. 16610083**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**METODE *STAIR TREE* DALAM PENENTUAN NILAI OPSI VANILLA
TIPE EROPA DENGAN PEMBAYARAN DIVIDEN**

SKRIPSI

**Diajukan kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh
AHMAD MUMTAZ ANWARI
NIM. 16610083**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**METODE *STAIR TREE* DALAM PENENTUAN NILAI OPSI VANILLA
TIPE EROPA DENGAN PEMBAYARAN DIVIDEN**

SKRIPSI

Oleh
AHMAD MUMTAZ ANWARI
NIM.16610083

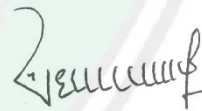
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 13 Mei 2020

Pembimbing I,



Abdul Aziz, M.Si
NIP. 19760318 200604 1 002

Pembimbing II,



Evawati Alisah, M.Pd
NIP. 19720604 199903 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

**METODE STAIR TREE DALAM PENENTUAN NILAI OPSI TIPE
VANILLA TIPE EROPA DENGAN PEMBAYARAN DIVIDEN**

SKRIPSI

Oleh
AHMAD MUMTAZ ANWARI
NIM.16610083

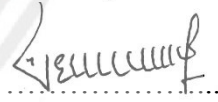
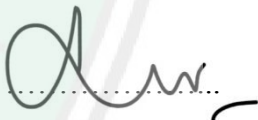
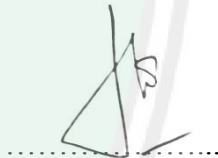
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal 13 Mei 2020

Penguji Utama : Dr Sri Harini, M.Si
NIP. 19731014 200112 2 002

Ketua Penguji : Dr. Imam Sujarwo, M.Pd
NIP. 19630502 198703 1 005

Sekretaris Penguji : Abdul Aziz, M.Si
NIP. 19760318 200604 1 002

Anggota Penguji : Evawati Alisah, M.Pd
NIP. 19720604 199903 2 001



Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Mumtaz Anwari

NIM : 16610083

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Metode *Stair Tree* Dalam Penentuan Nilai Opsi *Vanilla* Tipe Eropa dengan Pembayaran Dividen

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 13 Mei 2020

Yang membuat pernyataan,



Ahmad Mumtaz Anwari
NIM. 16610083

MOTTO

“Jangan terlalu suka terhadap sesuatu dan jangan pula terlalu benci terhadap sesuatu, biasa saja” (Pandji Pragiwaksono)



PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ayah Slamet Munawar, (alm) Ibu Nurhayati, dan Bunda Ambar
serta saudara-saudara dan teman-temanku tercinta yang selalu
berdoa untuk kesuksesan penulis juga memberikan dukungan moril maupun
materil kepada penulis.



KATA PENGANTAR

Assalamua'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Swt. atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang Matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan terutama kepada:

1. Prof. Dr. Abd. Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku ketua jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Abdul Aziz, M,Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, motivasi, dan berbagi pengalaman yang berharga bagi penulis.
5. Evawati Alisah, M.Pd, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan berbagi ilmunya kepada penulis.
6. Segenap sivitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen, terimakasih atas segala ilmu dan bimbingannya.
7. Ayahanda Slamet Munawar, (alm) Ibu Nurhayati, Bunda Ambar yang selalu

- memberikan doa, semangat, serta motivasi kepada penulis sampai saat ini.
8. Keluarga Besar Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Universitas Islam Negeri Malang yang selalu memberikan semangat, motivasi, wawasan, dan pengalaman yang tidak berharga kepada penulis hingga saat ini.
 9. Mathematics English Club yang menjadi motivasi, semangat, inovasi dan inspirasi.
 10. Teman-teman mahasiswa Jurusan Matematika angkatan 2016, khususnya untuk dua orang Meiditama dan Rifqi yang selalu memberikan semangat dan hiburan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini. Lisa dan Intan yang selalu memberikan semangat kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
 11. Teman-teman satu “Bimbingan Option Price” yang berjuang bersama-sama demi meraih cita-cita, terimakasih atas pengalaman dan kenang-kenangan indah bersama.
 12. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril maupun materiil.
- Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Malang, 13 Mei 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
المصخلص	xviii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Distribusi dan Probabilitas	8
2.1.1 Distribusi Normal.....	8
2.1.2 Distribusi Binomial	8
2.2 Opsi dan Saham	9
2.3 Dividen	13
2.4 Model <i>Black Scholes</i>	14
2.5 Model Cox-Ross-Rubinstein (CRR) Harga Saham	16
2.6 Metode <i>Stair tree</i>	19
2.7 Galat (<i>Error</i>) dan Konvergensi.....	23
2.8 Integrasi Matematika dan Al-Quran	24

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Sumber Data	26
3.2 Variabel Penelitian.....	26
3.3 Metode Analisis Data.....	26
3.3.1 Persiapan Penelitian	26
3.3.2 Analisis Data.....	28
3.4 Flowchart Analisis Data.....	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Simulasi Numerik Nilai Opsi Eropa Metode <i>Stair Tree</i> dengan Pembayaran Dividen Sebelum dan Saat Waktu Jatuh Tempo	31
4.1.1 Penentuan Parameter Metode <i>Stair Tree</i>	31
4.1.2 Perhitungan Harga Saham dengan Dividen Sebelum Waktu Jatuh Tempo.....	32
4.1.3 Perhitungan Nilai Opsi <i>Call</i> dan <i>Put</i> dengan Dividen Sebelum Waktu Jatuh Tempo.....	36
4.1.4 Perhitungan Harga Saham dengan Dividen pada Waktu Jatuh Tempo	39
4.1.5 Perhitungan Nilai Opsi <i>Call</i> dan <i>Put</i> dengan Dividen pada Waktu Jatuh Tempo.....	42
4.2 Perbandingan Numerik Nilai Opsi Eropa Metode <i>Stair Tree</i> dengan Pembayaran Dividen dengan Beberapa Partisi.....	45
4.2.1 Perhitungan Nilai Opsi <i>Call</i> dengan Banyak Partisi	45
4.2.2 Perhitungan Nilai Opsi <i>Put</i> dengan Banyak Partisi	47
4.3 Implementasi Nilai Opsi Metode <i>Stair Tree</i> Pada Trading Saham	51
4.4 Investasi dalam Islam.....	53

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55

DAFTAR RUJUKAN	57
-----------------------------	----

LAMPIRAN**RIWAYAT HIDUP**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip Metode Binomial (Aziz, 2009).....	17
Gambar 2.2	Konsep Dividen pada <i>Stair Tree</i> (Dai, 2009)	21
Gambar 2.3	Prinsip Metode <i>Branch Tree</i> dengan Perhitungan Node (Dai, 2009)	22
Gambar 2.4	Prinsip Metode <i>Stair Tree</i> (Dai, 2009)	23
Gambar 3.1	Pergerakan Harga Saham Merck & Co Inc dari Tanggal 2 Maret 2015 - 24 Februari 2020.....	27
Gambar 3.2	Perubahan <i>Log Return Rate</i>	28
Gambar 4.1	Grafik <i>Stair Tree</i> Harga Saham dengan Dividen Sebelum Waktu Jatuh Tempo	35
Gambar 4.2	Grafik <i>Stair Tree</i> Harga Saham dengan Dividen pada Waktu Jatuh Tempo	41
Gambar 4.3	Hasil Perulangan Nilai Opsi Call.....	46
Gambar 4.4	Hasil Perulangan Nilai <i>Error</i> Opsi <i>Call</i>	47
Gambar 4.5	Hasil Perulangan Nilai Opsi <i>Put</i>	49
Gambar 4.6	Hasil Perulangan Nilai <i>Error</i> Opsi <i>Put</i>	50

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil Perhitungan Harga Saham Sebelum Pembayaran Dividen ..	33
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan Harga Saham Setelah Pembayaran Dividen	34
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Nilai Opsi <i>Call</i> dengan Pembayaran Dividen sebelum Waktu Jatuh Tempo	37
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Nilai Opsi <i>Put</i> dengan Pembayaran Dividen sebelum Waktu Jatuh Tempo	38
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Harga Saham Sebelum Pembayaran Dividen pada Waktu Jatuh Tempo	39
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Harga Saham Setelah Pembayaran Dividen pada Waktu Jatuh Tempo	40
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Nilai Opsi <i>Call</i> dengan Pembayaran Dividen pada Waktu Jatuh Tempo	42
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Nilai Opsi <i>Put</i> dengan Pembayaran Dividen pada Waktu Jatuh Tempo	43
Tabel 4.9	Hasil Perulangan Nilai Opsi <i>Call</i>	45
Tabel 4.10	Hasil Perulangan Nilai Opsi <i>Put</i>	48
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Benefit Trader Saham.....	51
Tabel 4.12	Perbandingan Perhitungan Nilai Opsi.....	53

DAFTAR SIMBOL

Simbol-simbol yang digunakan pada skripsi ini mempunyai makna sebagai

berikut :

Δ_t	: Jarak setiap periode waktu
\bar{S}	: Harga saham rata-rata
S_0	: Harga saham awal
S_T	: Harga saham saat jatuh tempo
S_{ji}	: Harga saham periode i pada baris j
S_d	: Harga saham saat turun
S_u	: Harga saham saat naik
t_i	: Waktu ke- i
t_D	: Waktu Pembayaran Dividen
\bar{y}	: Rata-rata penghasilan
P	: Nilai payoff <i>put option</i>
θ	: Rasio pembayaran dividen
Φ	: Fungsi kumulatif pada distribusi normal
B	: Nilai <i>barrier</i> atau level <i>barrier</i>
C	: Nilai payoff <i>call option</i>
D	: Dividen
K	: <i>Strike price</i>
M	: Banyaknya iterasi
S	: Harga saham
T	: Waktu jatuh tempo
T_D	: Waktu pengambilan dividen
d	: Faktor turun harga saham
f	: Fungsi <i>payoff</i>
p	: peluang naik
q	: Rasio dividen

- r : Bunga bebas resiko
 u : Faktor naik harga saham
 σ : Volatilitas saham
 $\omega(t)$: Brownian satu dimensi
 V : Nilai opsi
 V_C : Nilai opsi *call*
 V_{Ci} : Nilai opsi *call* periode ke- i
 V_P : Nilai opsi *put*
 V_{Pi} : Nilai opsi *put* periode ke- i
 V_0 : Nilai opsi
 V_T : Nilai opsi pada saat jatuh tempo



ABSTRAK

Ahmad Mumtaz Anwari. 2020. **Metode *Stair Tree* dalam Penentuan Nilai Opsi *Vanilla* tipe Eropa dengan Pembayaran Dividen**. Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Abdul Aziz, M. Si. (II) Evawati Alisah, M. Pd.

Kata kunci: *Stair Tree*, Eropa, Dividen

Penelitian ini membahas tentang metode *Stair Tree* pada penentuan nilai opsi *Vanilla* tipe Eropa dengan menggunakan pembayaran dividen sebelum waktu jatuh tempo dan pada waktu jatuh tempo. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa waktu pembagian dividen dengan dividen menggunakan rasio tidak mempengaruhi nilai opsi baik *call* maupun *put* dikarenakan nilai opsi *call* maupun *put* dengan waktu pembayaran dividen yang berbeda memiliki hasil yang sama. Banyak partisi sangat berpengaruh terhadap nilai opsi, yang dimana semakin besar partisi semakin cepat menuju solusi analitik atau semakin cepat konvergen, artinya nilai *error-nya* juga semakin cepat konvergen menuju angka 0.

ABSTRACT

Ahmad Mumtaz Anwari. 2020. **Stair Tree Method in Europe Vanilla Option Pricing with Dividend Payment**. Theses. Mathematics Department Science and Tecnology Faculty, State of Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Adviser: (I) Abdul Aziz, M. Si. (II) Evawati Alisah, M. Pd.

Keywords : *Stair Tree*, Europe, Dividend

This thesis discusses the Stair Tree Method in Europe Vanilla Option Pricing with Dividend Payment before and when the due date. The results from this thesis is that the time of dividend payment with ratio does not affect the value of both call and put options because the value of call or put options with different time of dividend payment having the same results. The partition number is strongly oppose the option values, the greater the partition make the value of the option faster it approaches the analytics solution or the faster to convergence, the faster the convergence converts to 0. The more repetitions or partitions, converges faster to analytical solutions, meaning that the error value converges faster to zero.

المصخلص

انوارى ,احمد ممتاز. 2020. طريقة درج شجرة في تحديد قيمة الخيار الفانيليا نوع الأوروبية مع دفع الأرباح. اطروحه. تخصص في الرياضيات كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة الدولة الإسلامية في مولانا مالك إبراهيم مالانغ. المستشارون: (1) عبد العزيز، م. سي. (2) إيفواتي اليساه، م.

الكلمات المفتاحية: شجرة الدرج، أوروبا، المقسم

يناقش هذا البحث طريقة شجرة الدرج في تحديد قيمة خيارات الفانيليا من النوع الأوروبي باستخدام دفع الأرباح قبل وقت الاستحقاق وفي وقت الاستحقاق. من هذه الدراسة، لا تؤثر نتائج وقت توزيع الأرباح مع توزيع الأرباح باستخدام النسبة على قيمة كل من خيارات المكاملة والخيارات الموضوعية بسبب قيمة خيار المكاملة مع وقت الدفع وللأرباح المختلفة نتائج مماثلة. الأقسام الكبيرة تؤثر بشكل كبير على قيمة الخيار ، والتي كلما كان القسم أكبر كلما كان أسرع إلى الحل التحليلي أو أسرع المتقاربة ، مما يعني أن قيمة الخطأ تتلاقى أيضاً بسرعة إلى الرقم 0.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matematika adalah ilmu tentang logika, mengenai bentuk, susunan, besaran, dan konsep - konsep yang berhubungan satu dengan lainnya. (James dan James, 1976). Pada awal matematika ada hanya beberapa cabang saja, tetapi beberapa ratus tahun terakhir telah ditemukan banyak cabang, yaitu aritmatika, geometri, kalkulus, dan lain-lain, bahkan cabang aljabar memiliki sub bidang yang baru seperti teori kompleks, sistem dinamik, dan masih banyak yang benar-benar baru di bidang studi (Keith, 2012). Pada hakikatnya, ilmu-ilmu tersebut merupakan melalui sebuah proses pencarian sehingga menemukan pola-pola yang bersifat matematis.

Permasalahan-permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang ada di masyarakat sangat banyak dan beragam. Matematika merupakan ilmu universal yang sering kali digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah pada bidang keuangan (Masrurotullaily, 2013).

Bidang keuangan juga dijelaskan pada ayat al-quran sebagaimana dijelaskan pada surat Fathir ayat 29 :

إِنَّ الَّذِينَ يَتْلُونَ كِتَابَ اللَّهِ وَأَقَامُوا الصَّلَاةَ وَأَنْفَقُوا مِمَّا رَزَقْنَاهُمْ سِرًّا وَعَلَانِيَةً
يَرْجُونَ تِجْرَةً لَّان تَبُورَ (٢٩)

29. Sesungguhnya orang-orang yang selalu membaca kitab Allah dan mendirikan shalat dan menafkahkan sebahagian dari rezeki yang Kami anugerahkan kepada mereka dengan diam-diam dan terang-terangan, mereka itu mengharapkan perniagaan yang tidak akan merugi.

Menurut Fakhruddin Al-Razi dalam ayat ini menyebutkan ada berbagai macam amalan, diantaranya amalan hati, amalan lisan, amalan perbuatan, dan amalan harta. Dari semua amalan-amalan tersebut harus dilakukan dengan ikhlas bagaikan perniagaan yang tidak merugi, modal yang dimiliki semata-mata untuk mendapat keuntungan, yang dimana modal adalah perbuatan kita dan keuntungan adalah balasan yang kita dapatkan. Pada ayat ini, dijelaskan bahwa perniagaan adalah salah satu amalan yang dicintai oleh Allah tetapi dengan niat mendapat ridhonya dan tidak membuat kita menjadi ria (Al-Razi, 1981).

Bidang keuangan terdiri dari banyak cabang juga salah satunya adalah opsi atau turunan yang dimana dalam 30 tahun terakhir, derivatif menjadi semakin penting dalam keuangan karena opsi diperdagangkan secara aktif di banyak bursa di seluruh dunia. Ada 2 tipe opsi, Opsi *call* memberikan *holder* kesempatan untuk membeli aset pada suatu waktu untuk suatu harga, Opsi *put* memberikan kesempatan *holder* untuk menjual aset pada suatu waktu untuk suatu harga. Harga pada kontrak biasa dikenal sebagai *strike price*, dengan tanggal atau waktu kontrak dengan batas waktu tertentu. Opsi juga dibagi 2 menurut waktu pengambilannya, yaitu opsi Amerika yang dimana bisa dilakukan pada kapan pun dengan sampai waktu tertentu yang sudah disepakati, sedangkan opsi Eropa hanya bisa dilakukan pada waktu yang sudah ditentukan pada waktu tersebut. Opsi Eropa lebih mudah dianalisa dari pada opsi Amerika, dan bagian-bagian pada opsi Amerika diambil dari proses analisa pada perhitungan opsi Eropa. Pada perkembangannya, terdapat beberapa cara untuk menentukan nilai opsi, diantaranya adalah metode *Black Scholes* dan binomial. Metode binomial berangkat dari suatu model pergerakan harga saham yang sederhana. (Hull, 2012)

Perhitungan nilai opsi bisa dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya menyelesaikan persamaan diferensial parsial (PDP) *Black-Scholes*, metode binomial, dan metode Monte Carlo. Metode binomial telah dikembangkan menjadi berbagai bentuk model, seperti *trinomial tree*, *quartinomial tree*, *tian tree*, *stair tree*, dan lain-lain. *Stair Tree* merupakan hasil pengembangan metode binomial, dimana metode ini membatasi harga saham pada tiap langkah waktu t . Interval waktu antara langkah waktu 0 dan 1, dan antara langkah waktu 2 dan 3 pada metode ini menyerupai tapak, sehingga disebut metode *stair tree*.

Penelitian yang dilakukan oleh Dai (2009), yang menetapkan nilai opsi pada proses lognormal dari harga saham dengan pembayaran dividen yang diketahui menggunakan metode *stair tree*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan penentuan nilai opsi menggunakan metode *stair tree* dapat diselesaikan secara efisien dan tanpa bias. *Stair tree* dapat diperpanjang sehingga dividen tergantung pada harga saham yang berubah-ubah. Sehingga *stair tree* lebih realistis dan fleksibel (Dai, 2009). Pada penelitian Surya (2016) nilai opsi dihitung menggunakan metode *Black-Scholes* dan binomial. Penelitian ini menghasilkan bahwa nilai opsi Eropa tanpa pembayaran dividen mendekati solusi analitik. Selain itu semakin banyak partisi maka metode binomial semakin konvergen ke analitiknya. Perhitungan nilai opsi menggunakan perhitungan dividen (Diana, 2017) yang meneliti tentang penentuan nilai opsi Eropa dengan metode *Black-Scholes* sehingga mendapatkan solusi analitik. Menghasilkan bahwa nilai opsi Eropa dengan perhitungan dividen bahwa semakin besar partisi waktu pada metode binomial maka nilai opsinya akan konvergen ke nilai opsi metode *Black-Scholes*. Pada penelitian ini hanya meneliti tentang perhitungan nilai opsi dengan binomial dan *Black-Scholes*. Penelitian Shyr

Dai (2009) membahas mengenai keefisienan penentuan nilai opsi menggunakan model pohon yang baru yaitu *stair tree*, yang dapat mengimplementasikan model dividen dengan tepat tanpa aproksimasi. Hasil dari penelitian tersebut mengatakan bahwa *stair tree* mudah dibentuk, mudah dimengerti dan efisien. Banyak perhitungan numerik mengkonfirmasi keunggulan dari *stair tree* dalam hal akurasi, kecepatan dan / atau generalisasi.

Berdasarkan hasil dari penelitian di atas, terutama Diana (2017) yang menjelaskan hasil perhitungan nilai opsi menggunakan metode binomial dengan menggunakan pembayaran dividen. Sedangkan pada penelitian Shyr Dai (2009) menjelaskan mengenai perhitungan nilai opsi standart tipe Eropa menggunakan *stair tree*. Akan tetapi pada dua penelitian diatas belum menghitung nilai opsi dengan pembayaran dividen dengan waktu yang berbeda. Dengan demikian, peneliti tertarik untuk membahas perhitungan nilai opsi standart tipe Eropa menggunakan pembayaran dividen dengan waktu pembayaran dividen yang berbeda menggunakan metode *stair tree*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana simulasi numerik metode *Stair Tree* pada penentuan nilai opsi *vanilla* tipe Eropa dengan pembayaran dividen sebelum dan pada waktu jatuh tempo?
2. Bagaimana perbandingan simulasi numerik metode *Stair Tree* pada penentuan nilai opsi *vanilla* tipe Eropa dengan pembayaran dividen terhadap nilai analitik?

3. Bagaimana implementasi nilai opsi metode *Stair Tree* dengan Black-Scholes pada trading saham?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui simulasi numerik metode stair tree pada penentuan nilai opsi *vanilla* tipe Eropa dengan pembayaran dividen sebelum dan pada waktu jatuh tempo.
2. Untuk mengetahui perbandingan simulasi numerik metode stair tree pada penentuan nilai opsi *vanilla* tipe Eropa dengan pembayaran dividen terhadap nilai analitik.
3. Bagaimana implementasi nilai opsi metode *Stair Tree* dengan Black-Scholes pada *trading* saham?

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang nilai opsi *vanilla* tipe Eropa dan metode *Stair Tree* dengan pembayaran dividen juga sebagai metode alternatif bagi praktisi dalam perkiraan perhitungan nilai opsi pada *trading* saham.

1.5 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi perluasan masalah dalam penelitian ini, maka diperlukan adanya batasan masalah sebagai berikut :

1. Metode *stair tree* yang terbentuk pada penelitian ini adalah model yang didapat dari penggabungan 2 periode pada model binomial menjadi 1 periode pada metode *stair tree*.
2. Bunga konstan dan volatilitas konstan.
3. Pembayaran dividen menggunakan rasio.
4. Penelitian ini hanya membandingkan kekonvergenan nilai opsi dan *error*.
5. Data yang digunakan adalah data real.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini akan diuraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Pustaka

Pada bab ini akan dijelaskan teori-teori yang mendasari pembahasan diantaranya; saham dan opsi *Vanilla (call dan put)* tipe Eropa, *Black Scholes*, metode Binomial, Dividen, Metode *Stair tree*, serta penjelasan galat (*error*) dan konvergensi.

Bab III Metode Penelitian

Pada bab ini akan disajikan tentang jenis dan sumber data yang dipakai, variabelvariabel penelitian, persiapan penelitian, dan Flowchart analisa data.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini merupakan bab inti dari skripsi yang menjelaskan tentang aproksimasi numerik, simulasi numerik, perbandingan perhitungan nilai opsi *vanilla* tipe Eropa dari harga saham menggunakan metode *Stair tree* dengan metode Analitiknya, implementasi metode pada trading saham, dan investasi dalam islam.

Bab V Penutup

Pada bab ini akan disajikan kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Distribusi dan Probabilitas

Percobaan tidak hanya dilakukan satu kali dan sering kali diperlukan pengulangan yang dilakukan dalam kondisi yang sama. Kemungkinan hasil yang akan muncul akan dapat diketahui tetapi hasil pada percobaan selanjutnya tidak dapat diduga dengan tepat. Percobaan semacam ini disebut percobaan acak atau bisa disebut peluang. (Grimmett dan Stirzaker 1992).

2.1.1 Distribusi Normal

Distribusi normal merupakan distribusi peluang yang paling penting dalam bidang statistika. Kurva distribusi normal berbentuk seperti lonceng dan persamaannya pertama kali ditemukan tahun 1733 oleh Abraham DeMoivre. Persamaan distribusinormal kontinu bergantung pada dua parameter, yaitu rata-ran μ dan simpangan baku σ . Persamaan distribusi normal ini adalah sebagai berikut (Walpole, 1995):

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (2.1)$$

dimana $-\infty < x < \infty$ berdistribusi normal dilambangkan sebagai $X \sim N(\mu, \sigma^2)$.

2.1.2 Distribusi Binomial

Distribusi binomial adalah suatu distribusi probabilitas yang dapat digunakan apabila suatu proses sampling dapat diasumsikan sesuai dengan proses Bernoulli.

Misalnya, dalam pelemparan sebuah uang logam sebanyak 5 kali, hasil setiap ulangan mungkin muncul sisi gambar dan sisi angka. Begitu pula, jika kartu diambil berturut-turut, maka dapat diberi label “berhasil” bila kartu yang terambil adalah kartu merah atau “gagal” bila yang terambil adalah kartu hitam. Ulangan-ulangan tersebut bersifat independen dan peluang keberhasilan setiap ulangan tetap sama yaitu sebesar 0,5 (Kusnandar, 2004).

Peubah acak X dikatakan berdistribusi Binomial, jika dan hanya jika fungsi peluangnya berbentuk (Kusnandar, 2004):

$$p(x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x} = \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x q^{n-x} \quad (2.2)$$

dengan $x = 0, 1, 2, \dots, n$; $n! = n(n-1)(n-2) \dots 1$; $0! = 1$, dan n adalah jumlah ulangan dan p adalah peluang berhasil setiap ulangan.

2.2. Opsi dan Saham

Saham adalah surat berharga sebagai bukti penyertaan atau kepemilikan individu maupun institusi dalam suatu perusahaan. Saham adalah aset yang sangat umum dijual di pasar modal akan tetapi tidak semua perusahaan dapat menjual sahamnya di pasar modal. Ketika mengalami keuntungan nilai saham juga meningkat dan nilai perusahaan tidak berpengaruh, sedangkan jika mengalami kerugian hak perusahaan didahulukan dari pada nilai saham (Ang, 1997).

Opsi adalah kontrak resmi yang memberikan hak kepada pemegang opsi (*holder*) untuk membeli atau menjual suatu aset dasar (*underlying asset*) dari penerbit opsi (*writer*) dengan harga tertentu dan jangka waktu tertentu dimasa yang akan datang (Higham, 2004). Opsi *call* memberikan *holder* kesempatan untuk

membeli aset pada suatu waktu untuk suatu harga, Opsi *put* memberikan kesempatan *holder* untuk menjual aset pada suatu waktu untuk suatu harga. Harga pada kontrak biasa dikenal sebagai *strike price*, dengan tanggal atau waktu kontrak dengan batas waktu tertentu. Opsi juga dibagi 2 menurut waktu pengambilannya, yaitu opsi Amerika yang dimana bisa dilakukan pada kapan pun dengan sampai waktu tertentu yang sudah disepakati, sedangkan opsi Eropa hanya bisa dilakukan pada waktu yang sudah ditentukan pada waktu tersebut. Opsi Eropa lebih mudah dianalisa dari pada opsi Amerika, dan bagian-bagian pada opsi Amerika diambil dari proses analisa pada perhitungan opsi Eropa (Hull, 2012).

Opsi Eropa memberikan hak kepada pembeli opsi untuk melakukan eksekusi pada saat jatuh tempo berakhir. Pada tipe Eropa opsi terbagi dua yaitu opsi *call* dan opsi *put*. Opsi *call* tipe Eropa memberikan hak tetapi bukan suatu kewajiban untuk membeli aset dari pemiliknya pada tingkat harga dan waktu tertentu. Sedangkan opsi *put* memberikan hak untuk menjual aset tertentu pada tingkat harga dan waktu tertentu

Pemegang opsi yang melakukan eksekusi akan mendapatkan keuntungan kotor yang disebut dengan *payoff*. Jika $S_T > K$, di tanggal pada waktu eksekusi maka pemilik opsi *call* Eropa membeli *asset* K dan menjual sebesar S_T , sehingga mendapat jumlah $S_T - K$. di sisi lain, jika $K \geq S_T$ maka pemilik tidak mendapat apa-apa. Jadi, nilai opsi *call* Eropa (C):

$$V(S_T, T) = \max \{S_T - K, 0\} \quad (2.3)$$

untuk menghitung *payoff* dari opsi *put* Eropa : jika $K > S_T$ dan pemilik membeli *asset* sebesar S_T dan menjual sebesar K , maka mendapat jumlah $K - S_T$. Jika

$S_T \geq K$ maka pemilik tidak mendapatkan apa-apa dan tiap periode diambil dari periode sampai waktu jatuh tempo. Jadi, nilai opsi *put* Eropa (P) (Higham, 2004):

$$V(S_T, T) = \max \{K - S_T, 0\} \quad (2.4)$$

Pada opsi terdapat variabel-variabel yang berpengaruh dalam penentuan nilai opsi, yaitu:

1. Harga Saham Awal

Harga saham awal adalah harga saham pada saat (penjual) *writer* dan (pembeli) *holder* melakukan perjanjian kontrak.

2. Harga kesepakatan

Harga kesepakatan adalah harga yang disepakati pada saat perjanjian kontrak opsi, dimana penentuan harga kesepakatan juga bergantung dengan jenis opsi mana yang digunakan.

3. Waktu Jatuh Tempo

Waktu jatuh tempo merupakan waktu berakhirnya opsi yang disepakati pada perjanjian kontrak opsi

4. Bunga Konstan

Bunga adalah rasio pengembalian atau imbalan yang diberikan kepada kreditur. Besarnya pengaruh suku bunga sangat besar karena menyebabkan harga investasi berubah. Faktor-faktornya pun diantaranya adalah jangka waktu hingga jatuh tempo, besarnya bunga yang membuat resiko lebih besar. Nilai uang saat ini dan di masa depan sangat berbeda nilainya walaupun jumlahnya sama. Bunga Konstan adalah kondisi dimana bunga yang tidak berubah besarnya, nilainya berbeda pada saat ini tetapi berbeda pada masa depan

(Husnan, 2006). Rumus mencari bunga konstan dari data real yaitu dengan mencari ekspektasi nilai return dengan $v_i = \ln((S_i - S_{i-1}) / S_{i-1})$ tiap periodenya, lalu didapat rumus bunga konstan dengan sebagai berikut.

$$\bar{v} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \ln \frac{S_i - S_{i-1}}{S_{i-1}} \quad (2.5)$$

5. Volatilitas Harga Saham

Menurut Adisetia (2013) resiko investasi dan ketidakpastian dapat terlihat dari fluktuasi harga saham atau volatilitas harga saham. Fluktuasi harga saham menandakan bahwa resiko investasi saham yang dihadapi oleh pelaku pasar atau *dealer* akan menjadi besar. Oleh karena itu, *dealer* akan menutupi kerugian yang mungkin terjadi dengan *spread* yang lebih besar. Dengan kata lain, semakin besar volatilitas harga saham maka *bid-ask spread*nya juga akan semakin besar. Adapun untuk mengestimasi nilai volatilitas dari harga saham secara empiris dengan menggunakan definisi nilai return tanpa menggunakan dividen.

$$v_i = \ln \left(\frac{S_i - S_0}{S_{i-1}} \right) \quad (2.6)$$

Untuk perhitungan *return* saham menggunakan pembayaran dividen, D didefinisikan sebagai dividen lalu dividen ditambahkan ke saham pada waktu sebelum pembagian dividen, menjadi.

$$v_i = \ln \left(\frac{S_i - S_0 - D}{S_{i-1}} \right) \quad (2.7)$$

Lalu untuk standar deviasi dari v_i menjadi :

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2} \quad (2.8)$$

atau

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n v_i^2 - \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n v_i \right)^2} \quad (2.9)$$

Berdasarkan definisi nilai harga saham, maka volatilitas harga saham:

$$\sigma = \frac{s}{\sqrt{\tau}} \quad (2.10)$$

2.3 Dividen

Sejauh ini perhitungan tanpa dividen jauh lebih mudah untuk dianalisa, tetapi perhitungan menggunakan dividen jauh lebih realistis karena dengan mengasumsi membayar dividen pada saat yang akan datang dari pada dividen yang baru diketahui jumlahnya pada tanggal ex-dividen. Asumsi pembayaran dividen yang diketahui bermasalah. Pertama, dividennya mungkin tidak dapat diprediksi secara sempurna terutama ketika tanggal ex-dividen jauh di masa depan. Bahkan harga saham bisa menjadi nol atau negatif setelah dividen dibayarkan. Masalah ini bisa dihindari dengan menggunakan penyesuaian *ad hoc* seperti yang disebutkan sebelumnya, tetapi memberikan hasil yang bias. Kemungkinan lain adalah mengasumsikan (1) bahwa harga saham ditetapkan ke nol jika menjadi nol atau negatif atau (2) bahwa dividen tidak dibayarkan jika melebihi harga saham yang berlaku (Harvey, 1968). Namun kedua asumsi ini jelas bersifat sementara. Jelas, asumsi dividen stokastik jauh lebih umum dan realistis dari pada 11 asumsi dividen yang diketahui. Namun, opsi hanya bisa dilindungi nilai jika dividen sepenuhnya

diketahui atau sepenuhnya ditentukan oleh proses harga saham sebagaimana disebutkan dalam Cox dan Rubinstein (1985) artinya opsi tidak dapat dinilai berdasarkan *arbitrage*.

Teori penetapan harga jika dividen bergantung pada beberapa sumber acak selain dari proses harga saham. Pengaturan dividen dan kendala dari teori penetapan harga berbasis *arbitrage* mempengaruhi dividen sehingga kami mengasumsikan bahwa dividennya sepenuhnya ditentukan oleh proses harga saham. Untuk lebih spesifik, Dividen diperlakukan sebagai fungsi dari harga saham pokok hingga waktu t :

$$D_i \equiv f(S_0, S_1, S_2, \dots, S_t) \quad (2.11)$$

untuk beberapa fungsi f . Dengan menyebut jalur dividen dependen karena sepenuhnya bergantung pada proses harga saham sebelumnya hingga tanggal pembayaran dividen. Jelas, yang negatif masalah harga dapat dihindari dengan memilih f yang tepat. Pada kenyataannya, dividen ditentukan oleh berbagai faktor seperti laba bersih, dan sebagainya. Jika harga saham berfungsi sebagai proksi yang baik untuk faktor-faktor ini, maka suatu fungsi dapat memperkirakan kebijakan dividen dari perusahaan dengan baik. Selain itu, fungsi dividen dapat diturunkan dari beberapa model deret waktu yang sesuai dengan pengamatan empiris. (Dai, 2009).

2.4 Model *Black Scholes*

Model untuk menghitung nilai opsi diperkenalkan pertama kali oleh Black dan *Scholes*. Model ini dikembangkan oleh Black dan *Scholes* pada tahun 1973.

Black dan *Scholes* telah menyelesaikan masalah nilai opsi Eropa dalam bentuk tertutup dari persamaan diferensial parsial (PDP) yang dikenal dengan rumus *Black-Scholes* dengan menambahkan sejumlah asumsi yang berkaitan dengan pasar opsi dan *no-arbitrage* dalam ekonomi (Hull, 2012).

Model umum return dari aset di nyatakan dengan ds/s yang di bagi dalam dua bagian. Bagian pertama adalah bagian deterministic yang di lambangkan dengan μdt . Dimana μ rata-rata perubahan harga saham, σ adalah volatilitas harga saham, dan W_t adalah gerak Brown (proses wiener). Dengan demikian, di peroleh persamaan diferensial yang mengikuti proses stokastik sebagai berikut (Hull, 2012) :

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma d\omega(t) \quad (2.12)$$

Rumusan untuk nilai opsi *call* dan *put* standart tipe Eropa tanpa pembagian dividen sebagai berikut (Hull, 2012):

$$C = S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2) \quad (2.13)$$

dan

$$P = Ke^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (2.14)$$

dengan

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / K) + (r + \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (2.15)$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0 / K) + (r - \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (2.16)$$

Untuk perhitungan nilai opsi menggunakan pembayaran dividen hanya mengganti S_0 dengan $S_0 e^{-qT}$ dimana q merupakan besar dividen yang diambil pada saat harga saham pada saat itu. Lalu untuk rumus nilai opsi menggunakan pembayaran dividen menjadi (Hull, 2012) :

$$C = S_0 e^{-qT} N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2) \quad (2.17)$$

dan

$$P = Ke^{-rT} N(-d_2) - S_0 e^{-qT} N(-d_1) \quad (2.18)$$

dengan

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / K) + (r - q + \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (2.19)$$

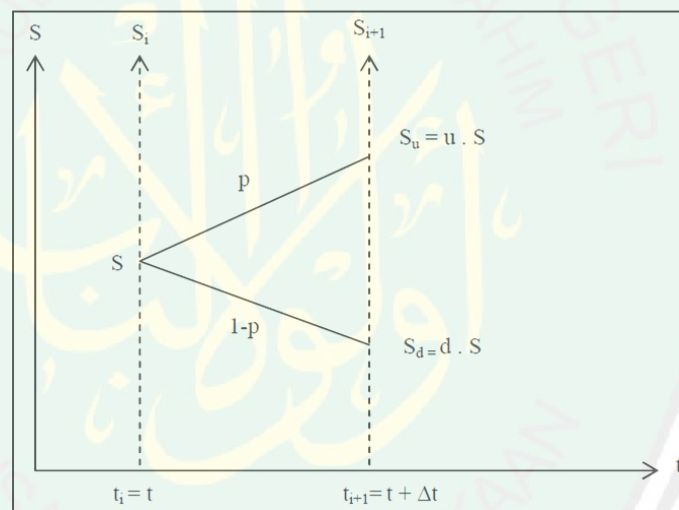
$$d_2 = \frac{\ln(S_0 / K) + (r - q - \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (2.20)$$

2.5 Model Cox-Ross-Rubinstein (CRR) Harga Saham

Harga saham di pasar bebas akan selalu berubah naik ataupun turun dengan perubahan waktu. Kemungkinan dua arah perubahan inilah yang digunakan dalam dasar model Binomial. Model CRR adalah model untuk menentukan rumus umum harga derivatif di mana harga aset di masa mendatang akan naik atau turun dengan konstan yaitu sebesar atau pada setiap step waktu. Untuk menentukan rumus umum harga derivatif dengan binomial satu langkah menggunakan model CRR, misalkan

harga saham awal adalah S_0 akan naik dengan peluang p menjadi S_u atau akan turun dengan peluang $1 - p$ menjadi S_d . Sehingga nilai opsi awal adalah V_0 , dan akan naik menjadi u atau akan turun menjadi d (Aziz, 2014).

Pemodelan matematika diharapkan dapat membantu memahami perubahan harga saham serta memprediksinya pada waktu yang akan datang. Model Binomial dimulai dengan diskritisasi. Diskritisasi dilakukan dengan mengubah waktu kontinu t menjadi diskrit dan menggantikan t oleh waktu yang sama lamanya dengan t_i .



Gambar 2.1 Prinsip Metode Binomial (Aziz, 2009)

dengan i adalah indeks waktu, t_i adalah waktu ke- i , T adalah waktu jatuh tempo, Δt adalah jarak, S_0 adalah harga saham awal, Δt adalah T/M adalah $i \times \Delta t$, dimana $i = 0, 1, \dots, M$ dan S_i adalah $S(t_i)$.

Menurut Aziz (2009), dengan menggunakan model Binomial untuk fluktuasi harga saham secara diskrit. Dari skema 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 $S_{11} = Su$. Sehingga, secara umum harga saham pada saat $t = t_i$ terdapat $i+1$ dengan rumus umum sebagai berikut:

$$S_{ji} = S_0 u^j d^{i-j}; i = 0, 1, \dots, M; j = 0, 1, \dots, i; i \geq j \quad (2.21)$$

Persamaan umum harga saham di atas (2.3) tidak rekursif, artinya perhitungan yang memerlukan waktu lama, sehingga perlu adanya rekursif yang diperoleh dengan bantuan persamaan:

$$E(S_{i+1}) = S_i e^{r\Delta t} \quad (2.22)$$

maka

$$\begin{aligned} S_{ji} e^{r\Delta t} &= E(S_{j,i+1}) \\ &= pS_{ji}u + (1-p)S_{ji}d \\ &= pS_{j+1,i+1} + (1-p)S_{j,i+1} \end{aligned} \quad (2.23)$$

Sehingga bentuk rekursif untuk nilai opsi V adalah

$$\begin{aligned} V_{ji} &= e^{-r\Delta t} E(V_{j,i+1}) \\ &= e^{-r\Delta t} (pV_{j+1,i+1} + (1-p)V_{j,i+1}) \end{aligned} \quad (2.24)$$

Sehingga diperoleh nilai-nilai opsi, pada $t = T$, untuk opsi *call* Eropa adalah

$$V_{jM} = \max \{S_{jM} - K, 0\} \quad (2.25)$$

dan

$$V_{ji} = e^{-r\Delta t} (pV_{j+1,i+1} + (1-p)V_{j,i+1}) \quad (2.26)$$

Sedangkan untuk opsi *put* Eropa adalah

$$V_{jM} = \max \{K - S_{jM}, 0\} \quad (2.27)$$

dan

$$V_{j_i} = e^{-r\Delta t} (pV_{j+1, i+1} + (1-p)V_{j, i+1}) \quad (2.28)$$

Pada penelitian Aziz (2009) didapatkan empat bentuk solusi nilai-nilai untuk parameter u , d dan p dalam model Binomial, yaitu:

$$u = \beta + \sqrt{\beta^2 - 1}, \quad d = \frac{1}{u}, \quad p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} \quad \text{dengan } \beta = \frac{1}{2}(e^{-r\Delta t} + e^{(r+\sigma^2)\Delta t}) \quad (2.29)$$

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}, \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}, \quad \text{dan } p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} \quad (2.30)$$

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}, \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}, \quad \text{dan } p = \frac{1}{2}\left(\frac{r}{\sigma}\sqrt{\Delta t} + 1\right) \quad (2.31)$$

$$u = e^{r\Delta t}(1 + 1 + \sqrt{e^{\sigma^2\Delta t} - 1}), \quad d = e^{r\Delta t}\left(1 - \sqrt{e^{\sigma^2\Delta t} - 1}\right), \quad p = \frac{1}{2} \quad (2.32)$$

untuk perhitungan saham menggunakan pembayaran dividen (q) secara kontinu, total *return* dividen dan pemberi modal (r), Pemberi modal mendapatkan *return* dengan $r-q$. Jika harga saham dimulai S_0 maka nilai ekspektasi setelah bergerak sebesar Δt menjadi $S_0 e^{(r-q)\Delta t}$ ini menyebabkan sebagai berikut (Hull, 2012) :

$$S_0 e^{(r-q)\Delta t} = pS_0 u + (1-p)S_0 d \quad (2.33)$$

oleh karena itu:

$$p = \frac{e^{(r-q)\Delta t} - d}{u - d} \quad (2.34)$$

2.6 Metode *Stair tree*

Stair tree membatasi harga saham pada setiap langkah waktu t menjadi bentuk Su . Di sini S menunjukkan harga saham dari cabang tertentu waktu t , menunjukkan faktor multiplikatif ke atas untuk harga saham di pohon binomial CRR, untuk beberapa bilangan bulat genap karena itu *stair tree* mempertahankan struktur pohon binomial CRR pada setiap langkah waktu. Harga saham *ex-dividen*

pada X dan Y masing-masing adalah $S_x - S_u - D$. Interval waktu antara langkah waktu 0 dan langkah waktu 1 (tanggal ex-dividen), dan interval waktu antara langkah waktu 2 dan langkah waktu 3 menyerupai tapak karena itu pohon ini disebut *stair tree*. Gagasan ini sangat mengurangi jumlah cabang pohon. Untuk node pada tanggal ex-dividen ukuran *stair tree* dan *bushy tree*. *Stair tree* dan *Bushy Tree* dibandingkan dalam hal jumlah node struktur *stair tree*. Di bawah ini persamaan harga saham sebelum menggunakan pembayaran dividen:

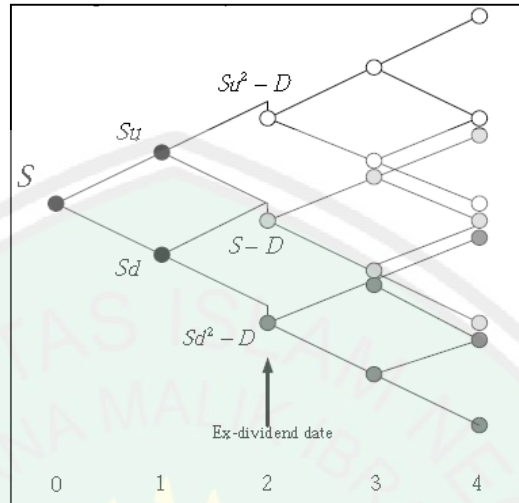
$$S_{ji} = S_0 u^j d^{i-j}; i = 0, 1, \dots, M; j = 0, 1, \dots; i \geq j \quad (2.35)$$

Seperti persamaan diatas, tetapi ketika $i = k + 1$ persamaannya berubah menjadi

$$S_{ji} = S_0 u^j d^{i-j} (1-\delta); i = 0, 1, \dots, M; j = 0, 1, \dots; i \geq j \quad (2.36)$$

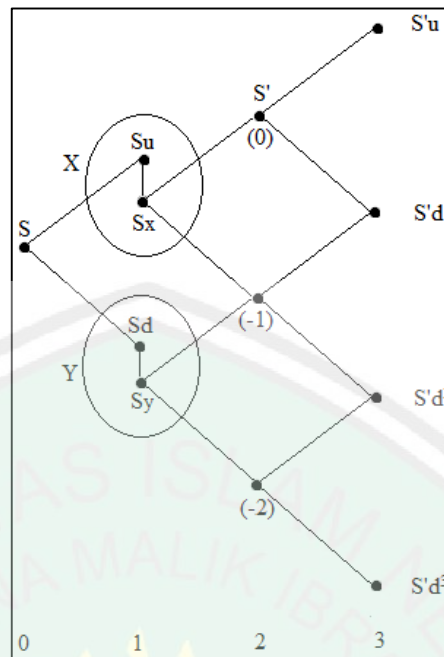
Harga saham awal adalah S dengan faktor multiplikatif ke atas dan ke bawah untuk harga saham masing-masing adalah u dan d . Persamaan (2.22) setelah dividen dibayarkan ke atas dan ke bawah faktor multiplikasi u dan d masing-masing untuk CRR dan *stair tree* yang menunjukkan harga saham pada tahun i_t (atau, ekuivalen, langkah waktu pohon). Saham diasumsikan membayar dividen $D_{t1}, D_{t2}, \dots, D_{tm}$, dimana D_{ti} dibayarkan saat langkah t_i . Selanjutnya menganggap $t_1 < t_2 < \dots < t_m$ secara berurutan. Secara umum, D_{ti} dapat ditentukan oleh fungsi harga saham atau dividen yang dibayarkan hingga langkah waktu tergantung pada harga saham saat itu. Harga saham turun bersamaan dengan jumlah t_i . Untuk lebih sederhana, diasumsikan 1, tetapi umumnya tidak menimbulkan kesulitan untuk *stair tree*. Ketika harga saham pada waktu pembagian dividen menjadi negatif, diasumsikan tetap nol sejak saat itu (Harvey, 1968). *Stair tree* dapat dengan mudah memasukkan

asumsi mereka juga (Dai, 2009). Dijelaskan pada gambar di bawah ini terkait konsep pembagian dividen pada *stair tree*.



Gambar 2.2 Konsep Dividen pada *Stair Tree* (Dai, 2009)

Selanjutnya pada Gambar 2.3 menjelaskan bahwa pada harga saham menjadi menurun pada waktu penarikan dividen, dimana harga saham pada saat $t=1$ menjadi turun karena ada pengurangan oleh dividen menjadi S_x karena nilai dividen tersebut negatif, dimana x adalah *node*.



Gambar 2.3 Prinsip Metode *Branch Tree* dengan Perhitungan Node (Dai, 2009)

Metode *stair tree* ini harus dengan mengikuti harga saham di bawah risiko netral, maka menggunakan fungsi proses difusi lognormal (Dai, 2009).

$$S(t + \tau) = S(t) e^{(r - 0.5\sigma^2)\tau + \sigma\omega_\tau} \quad (2.37)$$

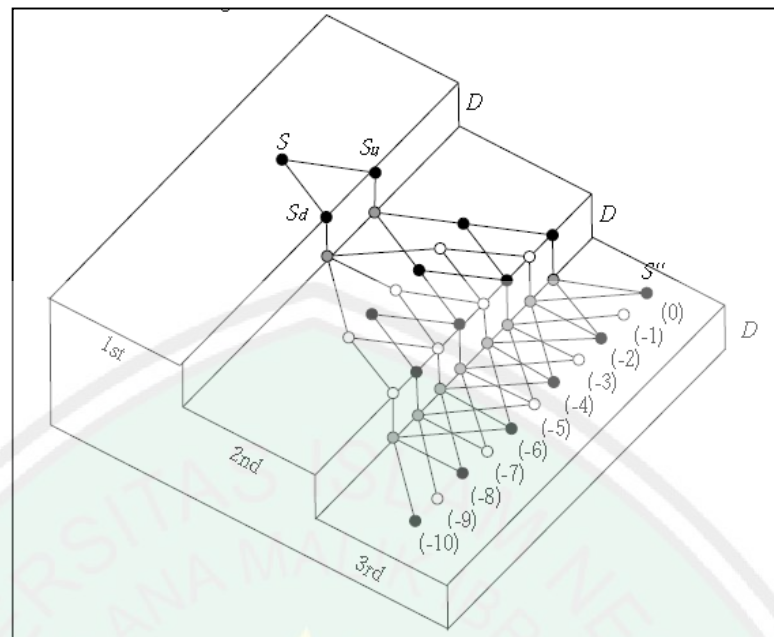
dimana:

$S(t)$ = harga saham pada waktu t

r = bunga bebas risiko

ω = proses Wiener

Gambar di bawah ini menjelaskan terkait tentang metode *stair tree*, dimana dividen yang ada membuat sebuah perbedaan terhadap harga saham nya yang menyebabkan turunnya harga saham, sehingga menjadi seperti tangga atau *stair*.



Gambar 2.4 Prinsip Metode *Stair Tree* (Dai, 2009)

2.7 Galat (*Error*) dan Konvergensi

Pada metode numerik, nilai sebenarnya akan diketahui ketika berurusan dengan fungsi yang dapat diselesaikan secara analitis. Hal ini terjadi ketika menyelidiki perilaku teoritis teknik tertentu untuk sistem yang sederhana. Namun, dalam aplikasi dunia nyata, jelas tidak tahu jawaban sebenarnya. Salah satu tantangan dari metode numerik adalah untuk menentukan estimasi galat pada saat tidak adanya ilmu mengenai nilai yang sebenarnya. Contohnya, metode numerik tertentu menggunakan pendekatan iteratif untuk menghitung jawaban. Pada pendekatan seperti ini, aproksimasi sekarang (*present approximation*) dibuat berdasarkan aproksimasi sebelumnya. Proses ini dilakukan berulang-ulang, atau secara iteratif, untuk memperoleh keberhasilan dalam penghitungan aproksimasi yang lebih baik. Untuk kasus seperti ini, galat sering diestimasi sebagai selisih

antara aproksimasi sebelumnya *dan sekarang. Sehingga, didapatkan persamaan galat relatifnya

$$\varepsilon_a = |\text{approximation value} - \text{analytical value}| \quad (2.38)$$

Ketika melakukan perhitungan, diabaikan tanda positif atau negatif pada galat. Yang di perhatikan adalah nilai mutlak lebih kecil dari pada nilai toleransi ε_s . Oleh karena itu, persamaan yang sering digunakan adalah nilai mutlaknya (Chapra dan Canale, 2010).

2.8 Integrasi Matematika dan Al-Quran

Al-Qur'an adalah pedoman hidup manusia, dalam Al-Qur'an mengatur segala apapun yang ada dari hal terkecil sampai hal besar dalam hidup manusia, masalah tentang perniagaan pun juga diatur dan diberikan landasannya pun dalam Al-Qur'an, seperti dijelaskan pada al-Qur'an surat Yusuf ayat 46-49:

يُوسُفُ أَيُّهَا الصِّدِّيقُ أَفْتِنَا فِي سَبْعِ بَقَرَاتٍ سِمَانٍ يَأْكُلُهُنَّ سَبْعٌ عِجَافٌ وَسَبْعِ سُنبُلَاتٍ خُضْرٍ وَأُخَرَ يَابِسَاتٍ لَعَلِّي أَرْجِعُ إِلَى النَّاسِ لَعَلَّهُمْ يَعْلَمُونَ (46) قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأْبًا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرَوْهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تَأْكُلُونَ (47) ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تَحْصِنُونَ (48) ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ عَامٌ فِيهِ يُغَاثُ النَّاسُ وَفِيهِ يَعْرِوُونَ (49) [يوسف: 46 – 49]

Artinya:

46. (Setelah pelayan itu berjumpa dengan Yusuf, dia berseru): “Yusuf, hai orang yang amat dipercaya, terangkanlah kepada kami tentang tujuh ekor sapi betina yang gemuk-gemuk yang dimakan oleh tujuh ekor sapi betina yang kurus-kurus dan tujuh bulir (gandum) yang hijau dan (tujuh) lainnya yang kering agar aku kembali kepada orang-orang itu, agar mereka mengetahuinya.” 47. Yusuf berkata: “Supaya kamu bertanam tujuh tahun (lamanya) sebagaimana biasa; maka apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan dibulirnya kecuali sedikit untuk kamu makan. 48. Kemudian sesudah itu akan datang tujuh tahun yang amat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari (bibit gandum) yang kamu simpan. 49. Kemudian setelah itu akan datang tahun yang padanya manusia diberi hujan (dengan cukup) dan di masa itu mereka memeras anggur.” (QS Yusuf 12:46-49.)

Ayat ini mengajarkan kepada kita untuk tidak mengonsumsi semua kekayaan yang kita miliki pada saat kita telah mendapatkannya, tetapi hendaknya sebagian kekayaan yang kita dapatkan itu juga kita tangguhkan pemanfaatannya untuk keperluan yang lebih penting. Dengan bahasa lain, ayat ini mengajarkan kepada kita untuk mengelola dan mengembangkan kekayaan demi untuk mempersiapkan masa depan. Masa depan itu bisa berarti 1, 2, 5, 10 atau 15 tahun ke depan bahkan lebih, termasuk juga masa pensiun atau hari tua. Jika konteksnya pada jaman sekarang mengelola harta itu bisa dilakukan dalam beberapa bentuk, seperti menabung sendiri di rumah, menandatangani di bank, mengembangkan bisnis, membelikan property, menanam investasi saham ataupun cara-cara lain yang halal (Abdullah, 2007).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapatkan dari www.finance.yahoo.com. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah data harga saham Merk & Co dimulai dari tanggal 2 Februari 2015 hingga 24 Februari 2020. Riwayat data yang diambil sebanyak 256 minggu.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini hanya satu yaitu harga saham penutupan mingguan dari Merk & Co mulai 2 Februari 2015 sampai 24 Februari 2020. Dari data harga saham tersebut digunakan untuk menentukan parameter-parameter yang digunakan untuk perhitungan nilai opsi, diantaranya yaitu harga saham awal (S_0), harga kesepakatan (K), tingkat suku bunga bebas risiko (r), volatilitas (σ), rasio dividen (q).

3.3 Metode Analisis Data

3.3.1 Persiapan Penelitian

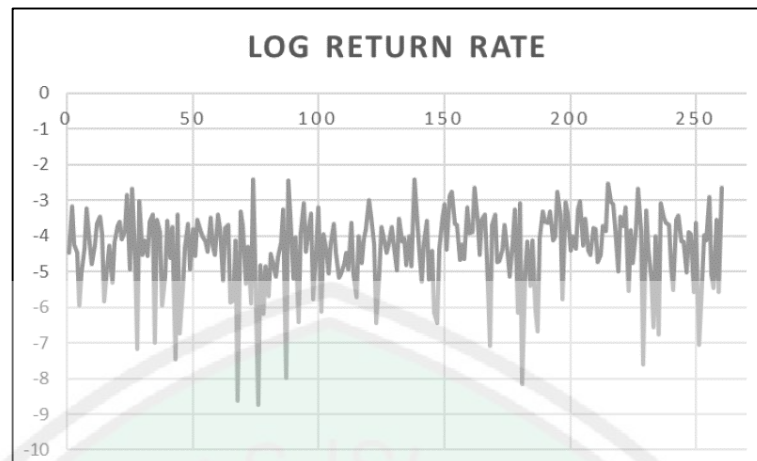
Dalam penelitian ini, peneliti melakukan pendekatan kajian literatur dan simulasi komputasi. Literatur digunakan untuk memahami teori dan konsep dari pergerakan harga saham, penentuan nilai opsi, serta perhitungan nilai-nilai parameter. Nilai parameter yang digunakan di antara lain adalah nilai *return*, nilai volatilitas, dan bunga yang dihitung dengan mengambil dari histori data riil harga

saham sedangkan harga saham awal diambil dari data harga saham terakhir. Untuk dividen diambil dari data histori dividen yang ada pada data harga saham dari data riil. Begitu juga nilai volatilitas diperoleh dari data harga saham. Sedangkan nilai harga saham awal diambil dari penutupan harga saham pada data terakhir. Pergerakan harga saham secara empirik dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.1 Pergerakan Harga Saham Merck & Co Inc dari Tanggal 2 Maret 2015 – 24 Februari 2020

Risk free interest rate (r) pada penelitian ini menggunakan nilai *log return rate*, yaitu nilai *log* dari rata-rata nilai pengembalian harga saham, yang diperoleh dengan cara nilai rata-rata *log* dari rasio antara perubahan harga saham dengan harga saham sebelumnya. Nilai digunakan karena sesuai dengan model *Black-Scholes* yang menyatakan bahwa distribusi *return rate* adalah bersifat *log normal*, artinya setelah di transformasi dalam bentuk *log* maka akan berdistribusi normal. Seperti tampak pada gambar di bawah ini yang merupakan pergerakan dari *log return rate*:



Gambar 3.2 Perubahan *Log Return Rate*

Nilai-nilai parameter yang sudah didapatkan lalu disimulasikan secara komputasi dengan metode *stair tree* untuk memperkirakan harga saham. Setelah didapatkan perkiraan harga saham yang mungkin terjadi lalu akan dihitung nilai opsi *call* dan *put* menggunakan parameter-parameter yang sudah diketahui sebelumnya.

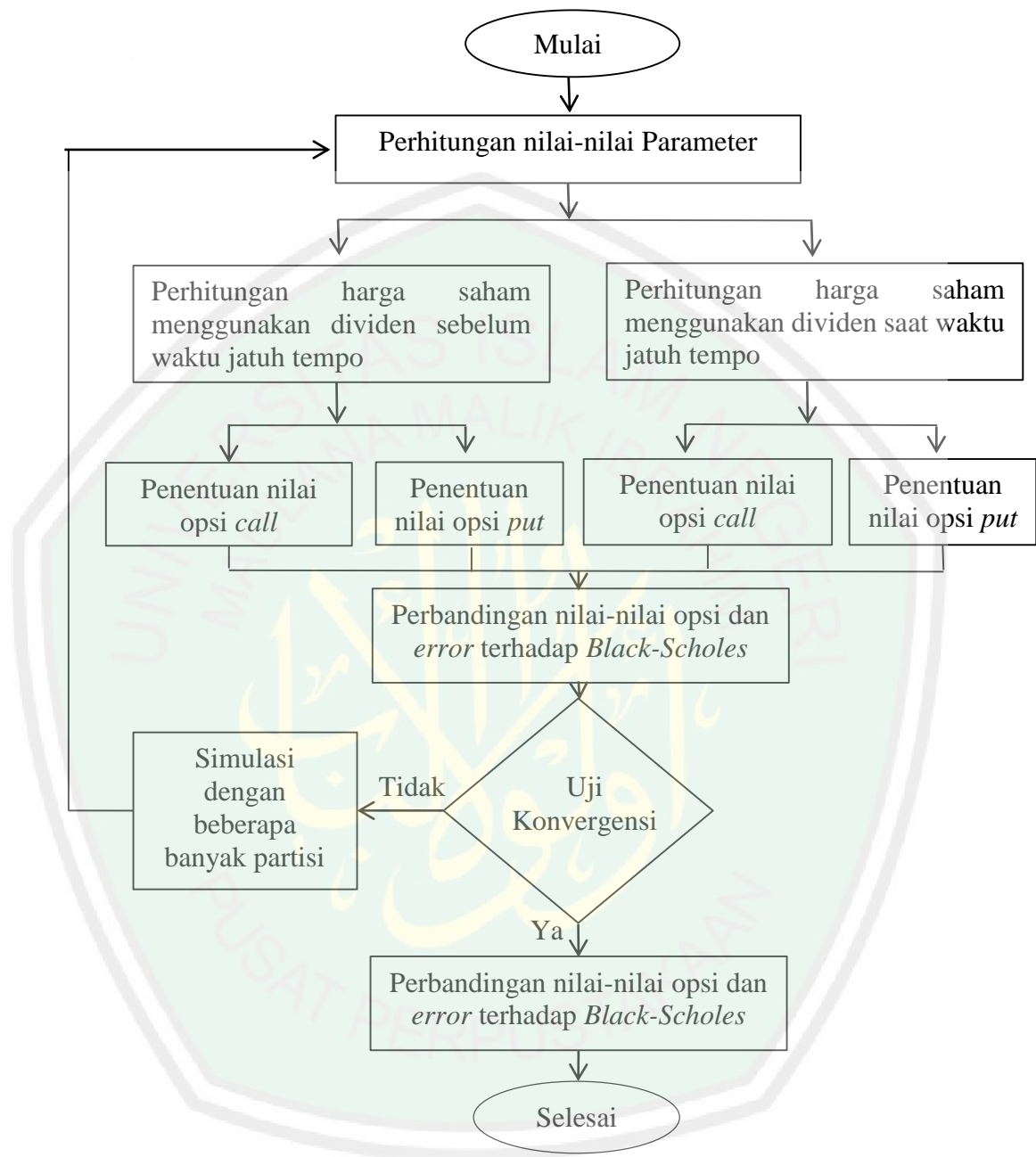
3.3.2 Analisis Data

Adapun langkah-langkah yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

1. Aproksimasi numerik nilai opsi Eropa metode *Stair tree*
 - a. Menghitung harga saham dengan menggunakan metode *Stair tree* mulai dari periode awal sampai periode jatuh tempo.
 - b. Menentukan nilai *payoff* opsi *call* dan *put* pada sebelum dan pada waktu jatuh tempo.
 - c. Menghitung nilai opsi Vanilla tipe Eropa metode *Stair tree* pada sebelum dan pada waktu jatuh tempo.

2. Simulasi Numerik nilai opsi Vanilla tipe Eropa metode *Stair tree*
 - a. Menentukan harga saham awal, waktu jatuh tempo, harga kesepakatan, banyak iterasi, volatilitas saham, bunga bebas risiko, waktu pembagian dividen, besar dividen.
 - b. Menghitung harga saham untuk setiap periode sampai waktu jatuh tempo
 - c. Menghitung nilai *payoff* opsi *call* dan *put*.
 - d. Menentukan nilai opsi *call* and *put*.
 - e. Melakukan perulangan langkah e sebanyak iterasi.
 - f. Melakukan langkah a sampai e dengan mengganti waktu pembagian dividen menjadi $M/4$.
3. Membandingkan nilai opsi (*call* dan *put*) tipe Eropa untuk beberapa banyak partisi menggunakan metode *Stair Tree* yang dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:
 - a. Membandingkan nilai opsi tipe Eropa *call* dan *put* pada banyak partisi untuk diketahui *error*-nya terhadap nilai opsi secara analitik *Black-Scholes*.
 - b. Mengulangi langkah a untuk beberapa banyak partisi yang lebih besar, untuk mengetahui konvergensi nilai opsi dan *error*-nya.

3.4 Flowchart Analisis Data



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Simulasi Numerik Nilai Opsi Eropa Metode *Stair Tree* dengan Pembayaran Dividen Sebelum dan Saat Waktu Jatuh Tempo

4.1.1 Penentuan Parameter Metode *Stair Tree*

Metode *Stair tree* terjadi dikarenakan adanya pembagian dividen (D) dimana waktu pembagian dividen sebelum atau saat jatuh tempo. Metode *Stair tree* hampir dibidang mirip dengan perhitungan binomial menggunakan pembayaran dividen akan tetapi pada *stair tree* dihitung secara diskrit dan waktu pembagian dividen bisa sebelum atau saat waktu jatuh tempo. Parameter yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan parameter pada persamaan (2.30).

Simulasi numerik metode *Stair tree* ini digunakan untuk menentukan nilai opsi Eropa dengan harga saham awal sebesar \$76,56 yang diambil dari harga saham terakhir data riil, untuk harga kesepakatan ditentukan sendiri dimana masing-masing $K_{Put} = \$80$ dan $K_{Call} = \$73,12$, lalu dengan menggunakan persamaan (2.10) untuk menghitung volatilitas yang diambil dari data riil harga saham lalu didapatkan volatilitas sebesar 0.186482793, faktor bunga bebas risiko dihitung menggunakan persamaan (2.5) yang diambil dari data riil harga saham sebesar 0.059566884.

Dengan ditentukannya parameter-parameter diatas, lalu diperlukan parameter metode *stair tree* yang lain yaitu besar dividen dengan rasio 0.01 (δ) yang diambil dari data riil harga saham menggunakan persamaan (2.11) sedangkan dengan partisi sebesar ($M = 6$). Waktu pembayaran dividen dihitung pada dua waktu yaitu

pembayaran dividen sebelum waktu jatuh tempo ($t_D < M$) tepatnya pada saat $t=2$ dan pembayaran dividen saat waktu jatuh tempo ($t_D = M$) yaitu pada saat $t=6$.

Menggunakan persamaan (2.30) untuk beberapa parameter yang perlu dihitung adalah sebagai berikut:

$$\Delta t = \frac{T}{M} = \frac{1}{6} = 0,1667$$

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{0,186482793\sqrt{0,1667}} = 1,0791$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{-0,186482793\sqrt{0,1667}} = 0,9267$$

$$p = \frac{(e^{r\Delta t} - d)}{(u - d)} = \frac{(e^{0,059566884 \times 0,186482793} - 0,9267)}{(1,0791 - 0,9267)} = 0,5464$$

4.1.2 Perhitungan Harga Saham dengan Dividen Sebelum Waktu Jatuh Tempo

Perhitungan harga saham dengan dividen sebelum waktu jatuh tempo menggunakan persamaan (2.21) yang telah dimodifikasi menyesuaikan program Matlab sebagai berikut:

$$S_{ji} = S_0 u^{i-j} d^{j-1}, i=1,2\dots t_D + 1 \text{ dan } j=1,\dots,i \quad (4.1)$$

Untuk harga saham awal ($t = 0$) menempati baris pertama ($j = 1$) pada kolom pertama ($i = 1$) menggunakan nilai harga saham awal (S_0). Sedangkan untuk periode selanjutnya, yaitu periode pertama ($t = 1$) yang terletak pada kolom kedua ($i = 2$) yang terdapat dua nilai kemungkinan harga saham, lalu untuk periode selanjutnya hingga $t=t_D$ yang berada pada kolom $i=t_D+1$ dimana t_D adalah waktu pembayaran dividen.

Untuk perhitungan harga saham setelah pembayaran dividen berlaku persamaan (2.36) yang telah dimodifikasi menyesuaikan program Matlab sebagai berikut :

$$S_{ji} = S_{j,t_D} u^{i-j} d^{j-1} (1-\delta), \quad i=t_D+1, \dots, M+1 \text{ dan } j=1, \dots, i \quad (4.2)$$

Dimana δ adalah rasio besar dividen, nilai harga saham sebelum pembayaran dividen dipakai untuk menghitung nilai harga saham setelah pembayaran dividen. Dimana t_D+1 adalah kolom waktu pembayaran dividen dengan memiliki nilai kemungkinan harga saham sebanyak t_D+1 lalu masing-masing nilai tersebut bergerak secara binomial menggunakan persamaan (4.2).

Perhitungan harga saham sebelum pembayaran dividen menggunakan persamaan (4.1) yang dimana harga saham tersebut bergerak secara binomial hingga waktu pembagian dividen dilaksanakan. Lalu untuk perhitungan harga saham sebelum pembayaran dividen untuk $t=1$ sebagai berikut:

$$S_{12} = S_0 u^1 d^0 = S_0 u = 76,56(1,0870) = 82,6162$$

$$S_{22} = S_0 u^0 d^{1-0} = S_0 d = 76,5600(0,9200) = 70,9477$$

untuk $t = 2$ dimana pada saat $t = 2$ belum dilaksanakan pembayaran dividen dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Harga Saham Sebelum Pembayaran Dividen

	$t=0$	$t=1$	$t=2$
1	76,5600	82,6162	89,1515
2		70,9477	76,5600
3			65,7469

Pada tabel 4.1 dapat dilihat yaitu pada harga saham awal \$76,5600 lalu selanjutnya pada $t=1$ bergerak naik sebesar \$82,6162 atau bergerak turun menjadi sebesar \$70,9477 lalu masing-masing nilai tersebut bergerak sesuai persamaan (4.1) hingga $t=2$.

Pada $t=2$ adalah waktu pembagian dividen karena $t_D = 2$ dan $\delta = 0,01$ oleh karena itu berlaku persamaan (4.2), menjadi:

$$\begin{aligned} S_{12} &= S_0 u^2 d^0 - (0,01 \times (S_0 u^2 d^0)) \\ &= S_0 u^2 - (0,01 \times (S_0 u^2)) \\ &= 89,1515 - (0,01) \times 89,1515 \\ &= 88,2600 \end{aligned}$$

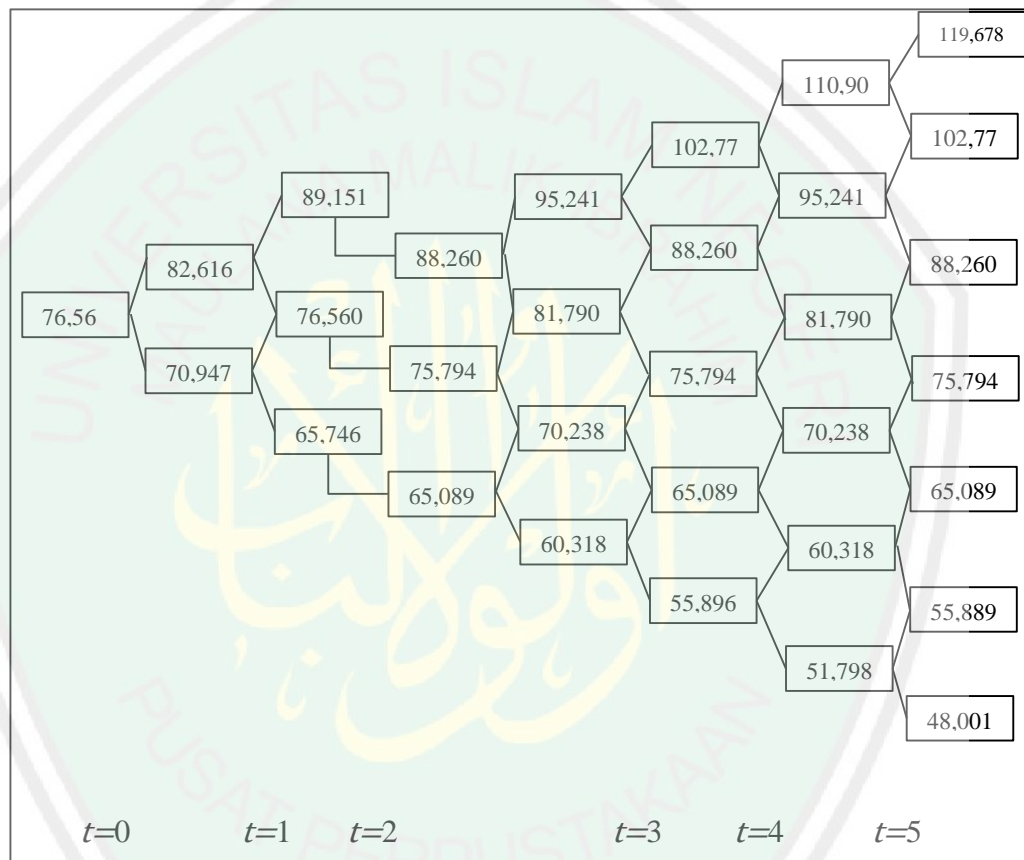
sehingga terdapat perubahan harga saham pada $t=2$ juga pergerakan harga saham setelahnya sampai $t=6$ yang selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Harga Saham Setelah Pembayaran Dividen

	$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=5$	$t=6$
1	76,5600	82,6162	88,2600	95,2417	102,7758	110,9058	119,6789
2		70,9477	75,7944	81,7901	88,2600	95,2417	102,7758
3			65,0894	70,2383	75,7944	81,7901	88,2600
4				60,3180	65,0894	70,2383	75,7944
5					55,8964	60,3180	65,0894
6						51,7989	55,8964
7							48,0017

Pada tabel 4.2 dapat dilihat yaitu pada harga saham $t=2$ nilainya menjadi turun, dapat dilihat contoh pada baris pertama, yaitu pada harga saham sebelum

pembagian dividen pada $t=2$ adalah \$89,151 lalu setelah pembayaran dividen berlaku persamaan (4.2). Lalu harga saham turun menjadi sebesar \$88,260. sehingga membentuk sebuah grafik *stair tree* sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik *Stair Tree* Harga Saham dengan Dividen Sebelum Waktu Jatuh Tempo

Gambar 4.1 menjelaskan tentang grafik *stair tree* pada harga saham yang dimana pada saat pembayaran dividen dilakukan yaitu pada saat $t=2$, nilai harga saham menjadi turun yang dapat diambil contoh pada nilai \$88,260 yang sebelumnya harga saham bernilai \$89,151 berubah menjadi \$88,260 yang dimana berlaku pada semua nilai kemungkinan pada periode $t=2$. Setelah waktu pembagian dividen

pergerakan harga saham dihitung menggunakan binomial harga saham biasa dengan nilai yang digunakan adalah nilai harga saham sesudah pembayaran dividen hingga $t=6$.

4.1.3 Perhitungan Nilai Opsi *Call* dan *Put* dengan Dividen Sebelum Waktu Jatuh Tempo

Nilai-nilai dari pergerakan harga saham pada saat jatuh tempo akan digunakan untuk mencari nilai opsi. Dimana nilai harga saham terakhir dikurangi *strike price* (K) sebesar \$73,1200 untuk mendapatkan nilai *payoff* opsi *call*. Dengan persamaan (2.25) diperoleh nilai *payoff* opsi *call* untuk periode waktu jatuh tempo sebagai berikut :

$$V_{17} = \max \{S_{17} - K, 0\} = \max \{119,6789 - 73,1200; 0\} = 46,5589$$

Hasil perhitungan nilai opsi *call* dengan pembayaran dividen pada sebelum waktu jatuh tempo, menggunakan *backward induction* dengan persamaan (2.26) yang sudah dimodifikasi menyesuaikan program Matlab menjadi :

$$V_{ji} = e^{-\Delta t} (pV_{j,i+1} + (1-p)V_{j+1,i+1}) \text{ dimana } i=M...3,2,1 \text{ dan } j=1,2,3...i \quad (4.3)$$

Untuk nilai opsi ($t = 0$) menempati baris pertama ($j = 1$) pada kolom pertama ($i = 1$). Sedangkan untuk periode selanjutnya, yaitu periode pertama ($t = 1$) yang terletak pada kolom kedua ($i = 2$) yang terdapat dua nilai opsi, lalu untuk periode selanjutnya hingga $t=M$ berada pada kolom $i=M+1$. Dengan menggunakan persamaan (4.3) perhitungan tiap node-nya secara *backward* dari $t = 6$, diperoleh :

$$\begin{aligned}
 V_{16} &= e^{-r\Delta t} (pV_{17} + (1-p)V_{27}) \\
 &= e^{-r\Delta t} (0,5464 \times 46,5589 + (1-0,5416) \times 29,6658) \\
 &= 38,5081
 \end{aligned}$$

Begitu pula untuk perhitungan nilai opsi dari $t=6$ hingga $t=0$ selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Nilai Opsi *Call* dengan Pembayaran Dividen sebelum Waktu Jatuh Tempo

	$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=5$	$t=6$
1	9,5642	13,4092	18,3134	24,2674	31,0933	38,5081	46,5589
2		5,1421	7,7957	11,5430	16,5775	22,8441	29,6658
3			2,0582	3,4525	5,7315	9,3924	15,1400
4				0,4236	0,7829	1,4470	2,6744
5					0	0	0
6						0	0
7							0

Pada tabel 4.3 diperoleh nilai opsi *call* menggunakan persamaan (4.3) yang bergerak secara *backward* dari $t=6$ yang dapat dilihat pada tabel 4.2 yang dimana nilai-nilai pada $t=5$ dikalikan dengan faktor diskon sampai menuju $t=0$, sehingga mendapatkan nilai opsi *call* sebesar \$9,5642.

Untuk mendapatkan nilai *payoff* opsi *put*-nya yaitu dengan menggunakan persamaan (2.27) yang dimana nilai *strike price* (K) sebesar \$80,00, lalu nilai *strike price* (K) dikurang dengan perkiraan harga saham terakhir. Dengan persamaan (2.27) maka perhitungan *payoff* opsi *put* pada $t=6$, salah satu nya diperoleh :

$$V_{47} = \max \{ K - S_{47}, 0 \} = \max \{ 80 - 68.904; 0 \} = 4,2056$$

Sedangkan hasil simulasi perhitungan nilai opsi *put* dengan pembayaran dividen sebelum waktu jatuh tempo, dengan menggunakan *backward induction* dengan persamaan (4.3) melalui perhitungan tiap node nya secara *backward* dari $t=6$ sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{66} &= e^{-r\Delta t} (pV_{67} + (1-p)V_{77}) \\ &= e^{-r\Delta t} (0,5464 \times 24,1036 + (1-0,5464) \times 31,9983) \\ &= 27,4109 \end{aligned}$$

Untuk selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Nilai Opsi *Put* dengan Pembayaran Dividen sebelum Waktu Jatuh Tempo

	$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=5$	$t=6$
1	5,5609	3,1958	1,4307	0,3809	0	0	0
2		8,5237	5,3925	2,7271	0,8482	0	0
3			12,5037	8,7224	5,0507	1,8886	0
4				17,3345	13,3378	8,9714	4,2056
5					22,5309	18,8917	14,9106
6						27,4109	24,1036
7							31,9983

Pada tabel 4.4 diperoleh nilai opsi *put* menggunakan persamaan (4.3) yang bergerak secara *backward* dari $t=5$ yang dapat dilihat pada tabel 4.4 yang dimana nilai-nilai pada $t=5$ dikalikan dengan faktor diskon nya hingga $t=0$, sehingga mendapatkan nilai opsi *put* \$5,5609. Setelah melalui proses perhitungan nilai opsi melalui metode ini, didapatkan nilai opsi *call* dan *put* nya yaitu \$9,5642 dan \$5,5609.

4.1.4 Perhitungan Harga Saham dengan Dividen pada Waktu Jatuh Tempo

Di bawah ini adalah hasil simulasi dari perhitungan harga saham dengan parameter yang sudah ditentukan sebelumnya, menggunakan persamaan (4.1) yang dimana perhitungan harga saham sebelum pembayaran dividen menggunakan persamaan (4.1) sebagai berikut::

$$S_{22} = S_0 u^0 d^{1-0} = S_0 d = 76,5600(0,9200) = 70,9477$$

$$S_{12} = S_0 u^1 d^{1-1} = S_0 u = 76,56(1,0870) = 82,6162$$

untuk t selanjutnya hingga $t=6$ dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Harga Saham Sebelum Pembayaran Dividen pada Waktu Jatuh Tempo

	$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=5$	$t=6$
1	76,5600	82,6162	89,1515	96.2038	103.8139	112.0260	120,8878
2		70,9477	76,5600	82.6162	89.1515	96.2038	103,8139
3			65,7469	70.9477	76.5600	82.6162	89,1515
4				60.9273	65.7469	70.9477	76,5600
5					56.4610	60.9273	65,7469
6						52.3221	56,4610
7							48,4866

Pada tabel 4.5 dapat dilihat yaitu pada harga saham awal \$76,5600 lalu selanjutnya pada $t=1$ bergerak naik sebesar \$82,6162 atau bergerak turun menjadi sebesar \$70,9477 lalu masing-masing nilai tersebut bergerak sesuai persamaan (4.1) sehingga membuat banyak kemungkinan-kemungkinan harga saham hingga $t=6$. Pada masalah yang kedua, dividen dibayarkan pada waktu jatuh tempo yaitu pada $t_D=M$ atau $t_D=6$ maka berlaku persamaan (4.2) menjadi:

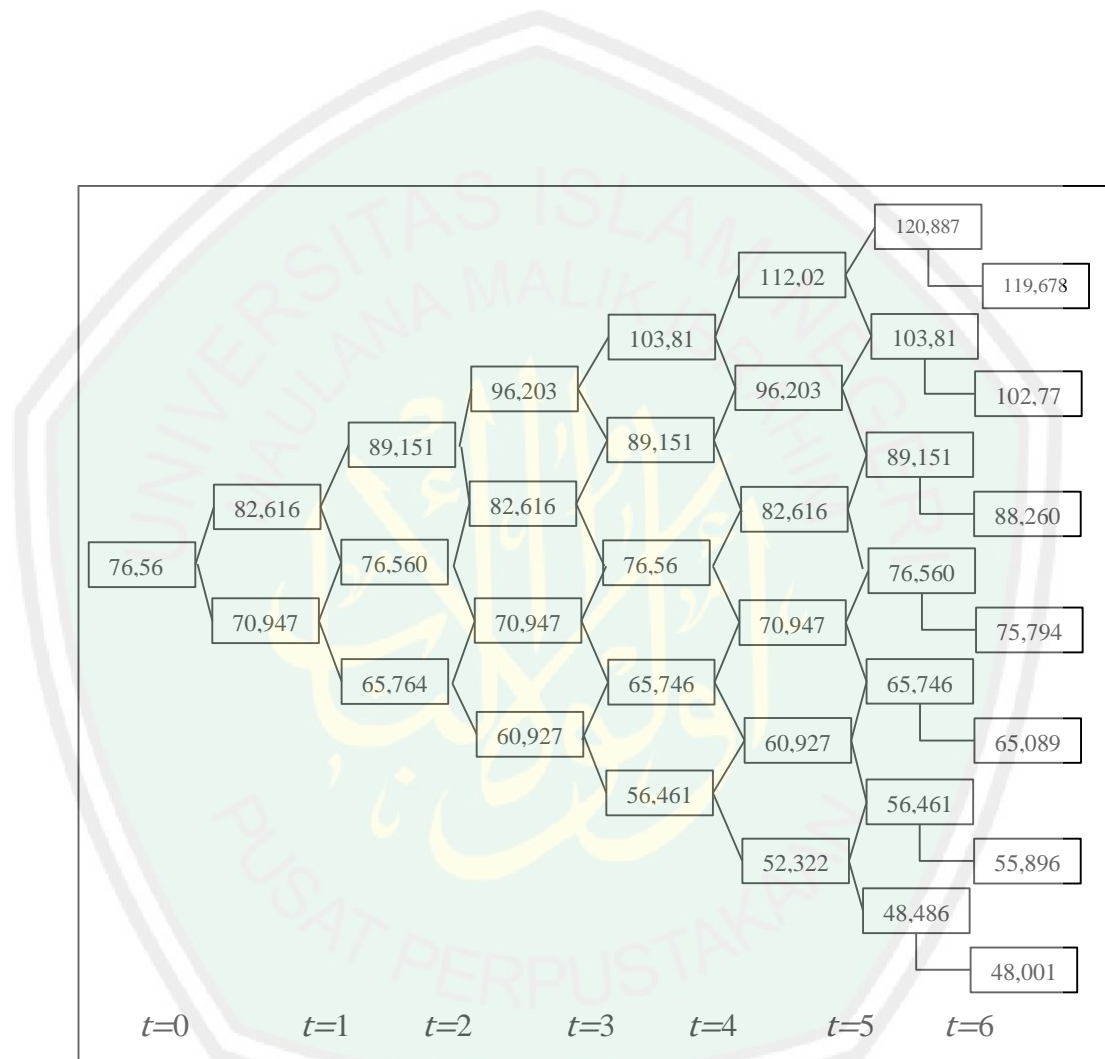
$$\begin{aligned}
 S_{i6} &= S_0 u^6 d^{0-0} - (0.1 \times (S_0 u^6 d^{0-0})) \\
 &= S_0 u^6 - (0.1 \times (S_0 u^6)) \\
 &= 120,8878 - (0,1) \times 120,8878 \\
 &= 119,6789
 \end{aligned}$$

sehingga terdapat perubahan harga saham yang dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Harga Saham Setelah Pembayaran Dividen pada Waktu Jatuh Tempo

	$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=5$	$t=6$
1	76.5600	82,6162	89.1515	96.2038	103.8139	112.0260	119,6789
2		70,9477	76.5600	82.6162	89.1515	96.2038	102,7758
3			65.7469	70.9477	76.5600	82.6162	88,2600
4				60.9273	65.7469	70.9477	75,7944
5					56.4610	60.9273	65,0894
6						52.3221	55,8964
7							48,0017

Pada tabel 4.6 dapat kita ketahui bahwa pada harga saham $t=6$ nilai nya menjadi turun, dapat dilihat contoh pada baris pertama, yaitu pada nilai harga saham sebelum pembayaran dividen pada tabel 4.6, nilai harga saham pada saat $t=6$ adalah \$120,8878 lalu setelah pembayaran dividen harga saham turun menjadi sebesar \$119,6789 sehingga membentuk sebuah grafik *stair tree* sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik *Stair Tree* Harga Saham dengan Dividen pada Waktu Jatuh Tempo

Gambar 4.2 menjelaskan tentang grafik *Stair tree* pada Harga Saham yang dimana pada saat eksekusi, harga saham menjadi turun sehingga terbentuk menjadi sebuah tangga.

4.1.5 Perhitungan Nilai Opsi *Call* dan *Put* dengan Dividen pada Waktu Jatuh Tempo

Nilai-nilai yang sudah didapat dari perhitungan harga saham pada periode terakhir dikurang *strike price* (K) sebesar \$73,12 untuk mendapatkan nilai *payoff* opsi *call*, di bawah ini hasil perhitungan menggunakan simulasi. Dengan persamaan (2.25) diperoleh nilai *payoff* opsi *call* untuk periode waktu jatuh tempo atau periode terakhir sebagai berikut :

$$V_{17} = \max \{S_{17} - K, 0\} = \max \{119,6789 - 73,12; 0\} = 46,5589$$

Hasil perhitungan nilai opsi *call* dengan pembayaran dividen pada saat jatuh tempo, dengan menggunakan *backward induction* dengan persamaan (4.3) melalui perhitungan tiap node-nya secara *backward* dari t periode terakhir, diperoleh :

$$\begin{aligned} V_{16} &= e^{-r\Delta t} (pV_{17} + (1-p)V_{27}) \\ &= e^{-r\Delta t} (0,5464 \times 46,5589 + (1-0,5416) \times 29,6558) \\ &= 38,5081 \end{aligned}$$

Begitu pula untuk perhitungan t selanjutnya, untuk hasil perhitungan $t=5$ hingga $t=1$ dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Nilai Opsi *Call* dengan Pembayaran Dividen pada Waktu Jatuh Tempo

	$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=5$	$t=6$
1	9,5642	13,4092	18,3134	24,2674	31,0933	38,5081	46,5589
2		5,1421	7,7957	11,5430	16,5775	22,8441	29,6658
3			2,0582	3,4525	5,7315	9,3924	15,1400
4				0,4236	0,7829	1,4470	2,6744
5					0	0	0
6						0	0
7							0

Pada tabel 4.7 diperoleh nilai opsi *call* menggunakan persamaan (4.3) yang bergerak secara *backward* dari $t=5$ yang dapat dilihat pada tabel 4.7 yang dimana nilai-nilai pada $t=5$ dikalikan dengan faktor diskonya hingga menuju $t=0$, sehingga mendapatkan nilai opsi *call*-nya senilai \$9,5642.

Untuk mendapatkan nilai *payoff* opsi *put*-nya dengan mencari harga saham pada periode terakhir yang berada di bawah nilai *strike price* (K) sebesar \$80,00 lalu nilai *strike price* (K) dikurang dengan harga saham tersebut. Dengan persamaan (4.3) maka perhitungan *payoff* opsi *put* diperoleh :

$$V_{77} = \max \{ K - S_{77}, 0 \} = \max \{ 80 - 48,001, 0 \} = 31,9983$$

Untuk perhitungan nilai opsi *put* dengan pembayaran dividen pada saat jatuh tempo, menggunakan *backward induction* dengan persamaan (4.3) melalui perhitungan tiap node nya secara *backward* dari t terakhir.

$$\begin{aligned} V_{66} &= e^{-r\Delta t} (pV_{67} + (1-p)V_{77}) \\ &= e^{-r\Delta t} (0,5464 \times 24,1036 + (1-0,5464) \times 31,9983) \\ &= 27,4109 \end{aligned}$$

untuk nilai selanjutnya hingga $t=0$ dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Nilai Opsi *Put* dengan Pembayaran Dividen pada Waktu Jatuh Tempo

	$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=5$	$t=6$
1	5,5609	3,1958	1,4307	0,3809	0	0	0
2		8,5237	5,3925	2,7271	0,8482	0	0
3			12,5037	8,7224	5,0507	1,8886	0
4				17,3345	13,3378	8,9714	4,2056
5					22,5309	18,8917	14,9106
6						27,4109	24,1036

7							31,9983
---	--	--	--	--	--	--	---------

Pada tabel 4.8 diperoleh nilai opsi *put* menggunakan persamaan (4.3) yang bergerak secara *backward* dari $t=5$ yang dimana nilai-nilai pada $t=5$ dikalikan dengan faktor diskon nya sampai menuju $t=0$, sehingga mendapatkan nilai \$8,9314. Setelah melalui proses perhitungan nilai opsi melalui metode ini, didapatkan nilai opsi *call* dan *put* nya yaitu \$9,5642 dan \$5,5609

Pada kasus dengan waktu pembayaran dividen sebelum waktu jatuh tempo didapatkan nilai opsi *call* sebesar \$9,5642 sedangkan pada kasus dengan waktu pembayaran dividen pada waktu jatuh tempo nilai opsi *call* sebesar \$9,5642. Nilai dari masing-masing kasus tersebut bernilai sama, sehingga dapat dikatakan bahwa waktu pembayaran dividen tidak mempengaruhi nilai opsi yang didapat.

Sedangkan pada kasus dengan waktu pembayaran dividen sebelum waktu jatuh tempo didapatkan nilai opsi *put* sebesar \$5,5609 sedangkan pada kasus dengan waktu pembayaran dividen pada waktu jatuh tempo nilai opsi *call* sebesar \$5,5609. Nilai dari masing-masing kasus tersebut bernilai sama, sehingga dapat dikatakan bahwa waktu pembayaran dividen tidak mempengaruhi nilai opsi yang didapat.

Sehingga dari dua pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa perhitungan nilai opsi menggunakan pembayaran dividen sebelum jatuh tempo maupun pada waktu jatuh tempo bernilai sama dan waktu pembayaran dividen tidak mempengaruhi besar nilai opsi yang didapat.

4.2 Perbandingan Numerik Nilai Opsi Eropa Metode *Stair Tree* dengan Pembayaran Dividen dengan Beberapa Partisi

Pada perhitungan nilai opsi Eropa dengan pembayaran dividen metode *stair tree* dalam beberapa perulangan ini menggunakan waktu pembayaran dividen pada sebelum waktu jatuh tempo lebih tepatnya pada saat $t_D = M / 4$ yang dimana jika pada M bernilai desimal akan dibulatkan ke bawah. Pada perhitungan nilai opsi kali ini dilakukan hingga 100 kali perulangan atau dari $M=2$ hingga $M=100$. Perhitungan nilai opsi ini akan dibandingkan dengan nilai analitik yang didapatkan menggunakan persamaan (2.17) untuk opsi *call* dan (2.18) untuk opsi *put*.

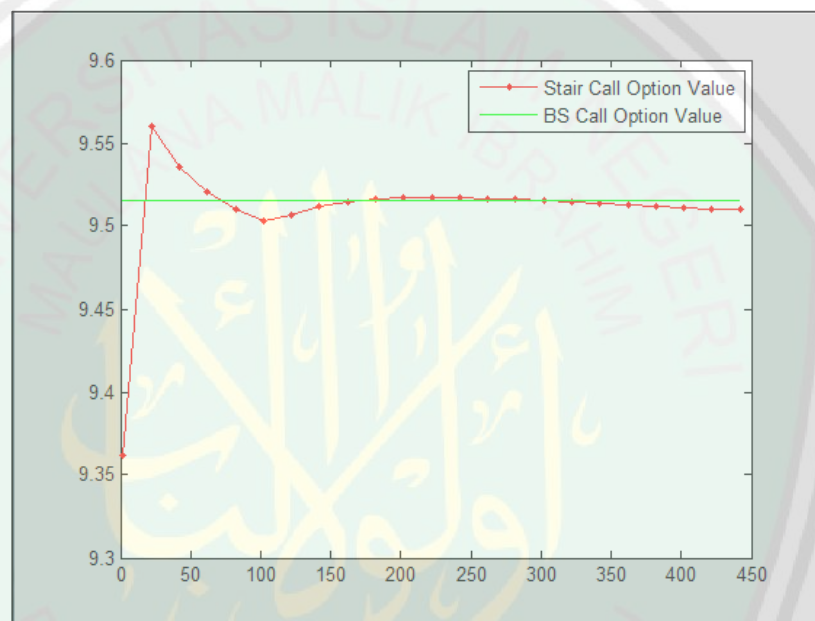
4.2.1 Perhitungan Nilai Opsi *Call* dengan Banyak Partisi

Hasil perhitungan nilai opsi *call* Eropa dengan metode *stair tree* dengan beberapa perulangan dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.9 Hasil Perulangan Nilai Opsi *Call*

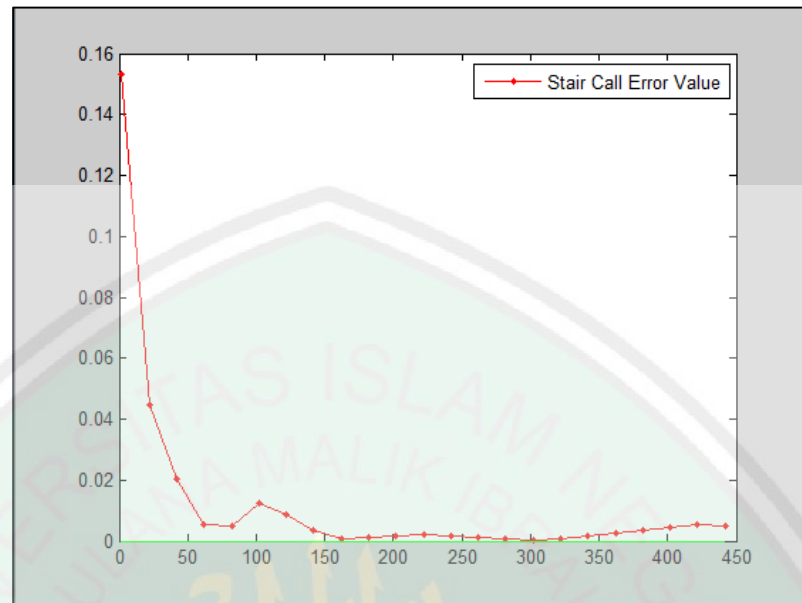
M	Nilai Opsi	M	Nilai Opsi
20	9,5634	240	9,5170
40	9,5375	260	9,5166
60	9,5218	280	9,5160
80	9,5111	300	9,5153
100	9,5033	320	9,5145
120	9,5060	340	9,5137
140	9,5114	360	9,5128
160	9,5145	380	9,5119
180	9,5162	400	9,5110
200	9,5170	420	9,5101
220	9,5172	440	9,5101
<i>Black-Scholes</i>	9,5153	<i>Black-Scholes</i>	9,5153

Dapat dilihat pada tabel 4.9 yang dimana makin besar partisi, nilai opsi *call* semakin kecil dan semakin mendekati dari nilai *Black Scholes*-nya yang dihitung menggunakan persamaan (2.17) sebesar \$9,5153 tepatnya pada $M=300$.



Gambar 4.3 Hasil Perulangan Nilai Opsi Call

Dapat dilihat pada gambar 4.3 dimana grafik nilai opsi *call* tersebut bergerak turun menuju nilai analitik, semakin besar partisi semakin kecil nilai opsi tersebut dan juga makin mendekati nilai analitik. Untuk melihat nilai *error* pada perhitungan perulangan nilai opsi *call* diatas dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini:



Gambar 4.4 Hasil Perulangan Nilai *Error Opsi Call*

Pada gambar 4.4 ini dapat dilihat bahwa garis merah yang awalnya diatas garis 0 dan makin besar partisi dan nilai *error* bergerak mendekati garis 0 tepatnya pada saat $M=300$. Hal ini mengartikan bahwa semakin besar partisi semakin kecil nilai *error* yang didapat dan makin menuju nilai 0.

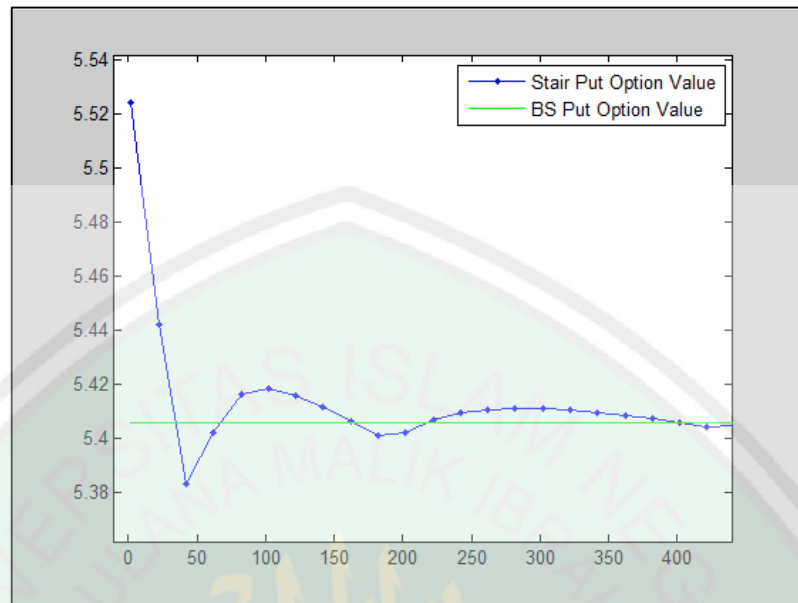
4.2.2 Perhitungan Nilai Opsi *Put* dengan Banyak Partisi

Sedangkan hasil perhitungan nilai opsi *put* Eropa dengan metode *stair tree* dengan beberapa partisi dapat dilihat pada tabel 4.10:

Tabel 4.10 Hasil Perulangan Nilai Opsi *Put*

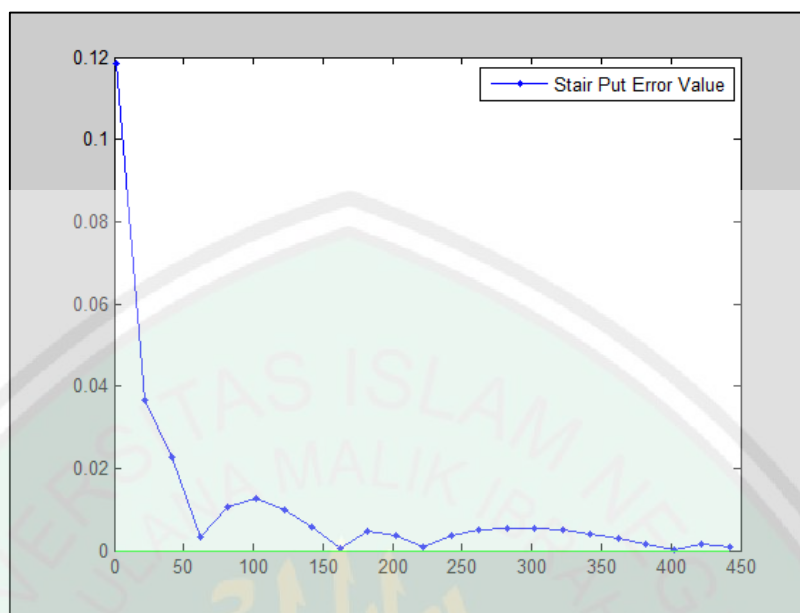
M	Nilai Opsi	M	Nilai Opsi
20	5,4420	240	5,4090
40	5,3828	260	5,4105
60	5,4020	280	5,4110
80	5,4161	300	5,4109
100	5,4181	320	5,4104
120	5,4155	340	5,4095
140	5,4111	360	5,4083
160	5,4060	380	5,4070
180	5,4007	400	5,4055
200	5,4020	420	5,4039
220	5,4064	440	5,4045
<i>Black-Scholes</i>	5,4055	<i>Black-Scholes</i>	5,4055

Dapat dilihat pada tabel 4.10 yang dimana makin besar partisi, nilai opsi *call* semakin kecil dan semakin mendekati dari nilai *Black Scholes*-nya yang dihitung menggunakan persamaan (2.17) sebesar \$5,4055. Pada $M=400$ nilai opsi yang dihitung menggunakan *stair tree* sama dengan nilai analitik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.5 Hasil Perulangan Nilai Opsi *Put*

Dapat dilihat pada gambar 4.5 dimana grafik nilai opsi *put* tersebut bergerak secara naik dan turun, dan makin besar partisi membuat jarak antara nilai opsi terhadap nilai analitik semakin mengecil. Hal ini dapat dipahami semakin besar partisi semakin kecil nilai opsi *put* tersebut dan juga makin mendekati nilai analitik. Untuk melihat nilai *error* pada perhitungan perulangan nilai opsi *call* diatas dapat dilihat pada gambar 4.6 dibawah ini:



Gambar 4.6 Hasil Perulangan Nilai *Error* Opsi *Put*

Pada gambar 4.6 ini dapat dilihat bahwa garis biru yang awalnya diatas garis 0 lalu bergerak mendekati garis 0 yang dimana punggungan pada grafik tersebut makin lama makin kecil. Hal ini mengartikan bahwa makin besar partisi dan nilai *error* bergerak mendekati garis 0. Hal ini mengartikan bahwa semakin besar partisi semakin kecil nilai *error* yang didapat.

Dari dua penjelasan pembahasan diatas, dapat kita simpulkan bahwa besar partisi berpengaruh kepada gerakan atau pola nilai opsi nya. Kekonvergenan terhadap nilai analitik (*Black-Scholes*)-nya juga berpengaruh. Dimana semakin besar partisi semakin kecil nilai opsi dan semakin menuju nilai analitik atau semakin cepat konvergen.

4.3 Implementasi Nilai Opsi Metode *Stair Tree* Pada Trading Saham

Setelah mengetahui kekonvergenan dari metode *stair tree* ini bahwa makin besar partisi mendekati nilai analitik, sehingga perlu adanya implementasi pada kasus yang nyata. Para pemilik modal atau penanam saham atau yang biasa disebut trader biasanya sudah memiliki perhitungan nilai opsi saham nya. Dalam kasus ini harga saham awal sebesar \$76,56 dengan besar harga kesepakatan untuk opsi *call* sebesar \$80 dan sebesar \$73,12 untuk opsi *put*. Misalkan trader saham tersebut menggunakan opsi Eropa dalam perjanjian harga sahamnya dan menggunakan metode *Stair Tree* untuk menentukan nilai opsi *call* dan *put*-nya tergantung perjanjian diawal antara *holder* dan *writer*. Dibawah ini contoh perhitungan penjualan dan pembelian saham oleh *trader* dengan rincian seperti pada tabel berikut.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Benefit Trader Saham

Harga Saham Awal	Jenis opsi	Harga Kesepakatan	Harga Saham pada saat Jatuh Tempo	Keuntungan
\$76,56	Call	\$80	\$119,6789	\$ 119,6789 - \$ 80 = \$ 46,5589
	Put	\$73,12	\$48,0017	\$ 73,12 - \$ 48,0017 = \$ 31,9983

Dalam tabel di atas dapat dilihat, dengan saham awal sebesar \$76,56 dan harga kesepakatan pada jatuh tempo (satu tahun) antara trader saham dengan penjamin opsi sebesar \$80 nilai opsi *call*-nya didapatkan sebesar \$9,5642. Nilai opsi tersebut harus dibayarkan kepada *writer* agar dapat menjamin keuntungan pada pembelian saham pada saat jatuh tempo. Dengan harga saham sebesar \$76,56 yang dapat

mengalami kenaikan atau penurunan, misalkan pada saat jatuh tempo diperoleh harga saham sebesar \$80 maka trader saham akan mendapat keuntungan sebesar \$46,5589. Jika trader saham ingin membeli saham tersebut maka penjamin opsi harus menjual sesuai dengan harga kesepakatan. Dalam hal tersebut sebagai penjamin opsi tidak akan mengalami kerugian karena pada awal periode trader saham sudah membayar sebesar \$9,5642. Namun, jika harga saham berada dibawah harga kesepakatan pada waktu jatuh tempo maka trader saham berhak untuk tidak membeli saham tersebut maka trader saham tidak akan mengalami kerugian maupun keuntungan.

Selanjutnya untuk kasus nilai opsi *put* misalkan trader saham akan menjual sahamnya dengan memiliki saham awal sebesar \$76,56 dan harga kesepakatan pada jatuh tempo (satu tahun) antara trader saham dengan penjamin opsi sebesar \$73,12 diperoleh nilai opsi *put*-nya sebesar \$5,5609. Dengan harga saham awal tersebut, harga saham pada waktu selanjutnya dapat bergerak naik atau turun, misalkan pada saat jatuh tempo harga saham diperoleh sebesar \$48,0017 maka trader saham akan mengalami keuntungan jika menjual harga saham tersebut sebesar \$73,12 hal tersebut terjadi karena harga saham pada waktu jatuh tempo lebih kecil dari harga kesepakatan. Sebaliknya, jika harga saham pada saat jatuh tempo diperoleh lebih besar dari harga kesepakatan maka trader saham boleh menggunakan haknya untuk tidak menjual saham tersebut, sehingga trader saham tidak mengalami kerugian dan juga penjamin opsi akan tetap untung karena pada awal perjanjian penjamin opsi sudah mendapat uang jaminan sebesar \$5,5609.

Misalkan terdapat metode yang ditawarkan kepada penjamin opsi, yaitu Metode *Stair Tree*. Seorang penjamin opsi akan mendapat jaminan yang lebih besar jika menggunakan metode *Stair Tree* karena nilai opsi yang dihasilkan dalam metode *Stair Tree* lebih besar. Berikut merupakan hasil perhitungan nilai opsi menggunakan metode *Stair Tree*:

Tabel 4.12 Perbandingan Perhitungan Nilai Opsi

Opsi	K	Nilai Opsi Tipe Eropa	
		Black Scholes	Metode <i>Stair Tree</i>
Call	\$80	9,5153	9,5642
Put	\$73,12	5,4055	5,5609

Dalam tabel dapat dilihat, jika seorang trader saham tidak memakai haknya untuk menjual atau membeli, penjamin opsi akan mendapatkan uang jaminan saham yang lebih besar juga menggunakan metode *Stair Tree* sehingga metode *Stair Tree* dapat dibidang lebih baik untuk menghitung nilai opsi saham.

4.4 Investasi dalam Islam

Investasi merupakan penanaman asset baik perseorangan maupun perusahaan dimana asset tersebut dapat bermanfaat untuk penerima asset dan penanam asset. Investasi ini mengharuskan tidak adanya pihak yang mengalami kerugian. Terdapat beberapa manfaat dari investasi, yaitu keuntungan finansial untuk penanam asset dan penerima asset, keuntungan sosial, maupun keuntungan dimasa yang akan datang. Keuntungan-keuntungan itu dapat dicontohkan seperti zakat, dalam

mekanisme pembayaran zakat asset yang dimiliki seseorang dengan jumlah tertentu (memenuhi batas nisab zakat) akan selalu dikenakan zakat, sehingga hal ini akan mendorong pemiliknya untuk mengelolanya melalui investasi agar tidak mengeluarkan hartanya untuk hal-hal yang tidak perlu. Sehingga, seseorang tersebut dapat mendapatkan manfaat untuk sekarang dan nanti. Dengan demikian melalui investasi tersebut pemilik asset memiliki potensi mempertahankan jumlah dan nilai assetnya. Investasi ini terdapat dalam surat yusuf ayat 46-49.

Ayat tersebut dalam tafsir ibnu katsir dijelaskan bahwa tetaplah menanam bulir-bulir itu hingga tujuh tahun, meskipun selama tujuh tahun itu subur dan menghasilkan bulir-bulir gandum yang hijau hendaknya untuk menyimpan beberapa hasil tanamnya nanti, dan keluarkan hanya untuk makan sedikit-sedikit saja tanpa berlebihan. Hal tersebut seperti pada investasi, yaitu gunkan seperlunya dan tanam asset agar lebih bermanfaat dikemudian hari. Seperti halnya opsi dengan pembagian dividen, jika seseorang berinvestasi dengan penjamin assetnya adalah opsi dengan pembagian dividen maka orang tersebut ketika jatuh tempo atau sebelum jatuh tempo (pada waktu yang ditentukan kedua belah pihak) dapat membagi keuntungan yang didapatkan atau biasa disebut dengan pembagian dividen.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, diperoleh kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Hasil dari simulasi numerik metode *Stair Tree* dalam perhitungan nilai opsi dengan pembayaran dividen adalah bahwa waktu pembayaran dividen tidak berpengaruh dalam penentuan nilai opsi Eropa baik *call* maupun *put*, jika besar dividen dihitung menggunakan rasio.
2. Perbandingan nilai opsi analitik terhadap nilai opsi metode *Stair Tree* diperoleh bahwa semakin banyak perulangan atau besar partisi maka semakin nilai opsi Eropa baik *call* maupun *put* metode *Stair Tree* semakin cepat konvergen menuju solusi analitik, artinya nilai *error*-nya semakin cepat konvergen menuju angka nol.
3. Implementasi metode *Stair Tree* untuk penjamin opsi akan lebih baik daripada metode analitik karena metode *Stair Tree* menghasilkan nilai yang lebih besar daripada metode analitik.

5.2 Saran

Dari kesimpulan di atas maka dapat diambil saran-saran sebagai berikut:

1. Metode *Stair Tree* dapat digunakan sebagai pendekatan dalam penentuan nilai opsi dengan menggunakan pembayaran dividen menggunakan nilai.

2. Metode *Stair Tree* dapat dikembangkan untuk menentukan nilai opsi tipe Asia, Amerika, *Barrier* atau lainnya.



DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah, M. (2007). *2007. Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i*. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Aziz, A. (2009). *Empat Model Aproksimasi Binomial Harga Saham Model Black-Scholes Vol.1*.
- Bain, L. J. (1975). *Introduction to Probability and Mathematical Statistics, Secod edition*. California: Duxbury Press.
- Baridwan, Z. (2000). *Sistem Akuntansi Penyusunan Prosedur dan Metode, Edisi ke Tujuh*. Yogyakarta: BPFE.
- Chapra, C. (2002). *Numerical Methods for Engineers: With Software and Programming Applicants 4th Edition*. New York (US): McGraw-Hill.
- Dai, T. S. (2009). *Option Pricing on Stocks with Known and Path-Dependent Dividends with Stair Tree*. Hsinchu, Taiwan, ROC: Department of Information and Finance Management and Institute of Finance, National Chiao-Tung University, 1001 Ta Hsueh Road.
- Damayanti, S. (2006). Analisis Pengaruh Investasi, Likuiditas, Profitabilitas, Pertumbuhan Perusahaan dan Ukuran Perusahaan terhadap kebijakan Dividend Payout Ratio. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan Vol 5 No 1.k*.
- Grimmet, S. (1992). *Profitability and Random Processes*. Oxford: Clarendon Press.
- Higham, D. J. (2004). *An Introduction To Financial Option Valution*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Hull, J. C. (2012). *Options, Futures, and Other Derivatives 5th Edition*. New Jersey: Prentice Hall (Pearson).
- Husnan, S. d. (2006). *Dasar-Dasar Manajemen Keuangan Edisi Kelima*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- James, R. (1992). *Mathematics Dictionary*. Amsterdam: Van Nostrand Reinhold.
- Keith, D. (2012). *Introduction to Mathematical Thinking (paperback edition)*. Stanford: Stanford University.
- Kusnandar, D. (2004). *Metode Statistik dan Aplikasinya dengan Minitab da Excel*. Yogyakarta: Madyan Press.
- Masrotullaily, d. (2013, Agustus). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Keuangan Berdasarkan Model Polya Siswa SMK Negeri 6 Jember. *Kadikma, Vol 4, No. 2, 129-138*.

- Pramuditya, S. A. (2016, Maret). Perbandingan Metode Binomial dan Metode Black-Scholes Dalam Penentuan Harga Opsi. *Jurnal Sainsmat*, Hal 1-6.
- Purwandari, D. (2016). Penentuan Nilai Opsi Call Eropa Dengan Pembayaran Dividen. *Jurnal Sainsmat*, Vol V, No 2, 143-151.
- R E & Myers, R. W. (1995). *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan Edisi ke-4*. Bandung: ITB.
- Umar, F. M., & Al-Razi. (1981). *Mafatih Al-Ghayb*. Bayrut: Dar-Al-Fikr.



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Data data harga saham Merek & Co mulai dari tanggal 3 Maret 2015 hingga 24 Februari 2020

Date	Z hitung	Close	Return
02/03/2015	-0,773627465	56,84	
09/03/2015	-0,790677291	56,650001	-0,003348298
16/03/2015	-0,617485952	58,580002	0,03350137
23/03/2015	-0,691967342	57,75	-0,014270026
30/03/2015	-0,750296181	57,099998	-0,011319268
06/04/2015	-0,736835541	57,25	0,002623561
13/04/2015	-0,770037919	56,880001	-0,006483839
20/04/2015	-0,705427981	57,599998	0,01257873
27/04/2015	-0,502623452	59,860001	0,038485986
04/05/2015	-0,423655332	60,740002	0,014593973
11/05/2015	-0,469421074	60,23	-0,008431925
18/05/2015	-0,545696923	59,380001	-0,014213081
25/05/2015	-0,410195141	60,889999	0,025111455
01/06/2015	-0,580694029	58,990002	-0,031700969
08/06/2015	-0,640817685	58,319999	-0,011422901
15/06/2015	-0,665943697	58,040001	-0,004812625
22/06/2015	-0,625562228	58,490002	0,007723388
29/06/2015	-0,699146434	57,669998	-0,014118761
06/07/2015	-0,674019973	57,950001	0,004843514
13/07/2015	-0,595949396	58,82	0,014901346
20/07/2015	-0,722477718	57,41	-0,024263429
27/07/2015	-0,58338639	58,959999	0,026640727
03/08/2015	-0,672225245	57,970001	-0,016933578
10/08/2015	-0,563644293	59,18	0,020657994
17/08/2015	-0,869645411	55,77	-0,059347557
24/08/2015	-0,90554006	55,369999	-0,007198178
31/08/2015	-1,244743556	51,59	-0,070710058
07/09/2015	-1,159493978	52,54	0,018246929
14/09/2015	-1,196285811	52,130001	-0,007834166
21/09/2015	-1,423319168	49,599998	-0,049749825
28/09/2015	-1,374861424	50,139999	0,010828279
05/10/2015	-1,302174761	50,950001	0,016025707
12/10/2015	-1,25461456	51,48	0,010348603

19/10/2015	-1,128983513	52,880001	0,026831832
26/10/2015	-0,969252813	54,66	0,033106966
02/11/2015	-0,973739543	54,610001	-0,000915146
09/11/2015	-1,115523232	53,029999	-0,029359262
16/11/2015	-1,019505376	54,099998	0,019976377
23/11/2015	-1,032068382	53,959999	-0,002591136
30/11/2015	-1,060784029	53,639999	-0,005947973
07/12/2015	-1,15321225	52,610002	-0,019388786
14/12/2015	-1,240256826	51,639999	-0,018609707
21/12/2015	-1,131675874	52,849998	0,023161128
28/12/2015	-1,134367786	52,82	-0,000567768
04/01/2016	-1,29050894	51,080002	-0,033496837
11/01/2016	-1,285125025	51,139999	0,00117388
18/01/2016	-1,266280471	51,349998	0,004097947
25/01/2016	-1,327301222	50,669998	-0,013330917
01/02/2016	-1,443060907	49,380001	-0,025788476
08/02/2016	-1,474468826	49,029999	-0,007113169
15/02/2016	-1,376656151	50,119999	0,021987775
22/02/2016	-1,329993224	50,639999	0,010321648
29/02/2016	-1,200772541	52,080002	0,028039278
07/03/2016	-1,058989122	53,660001	0,029886827
14/03/2016	-1,185517533	52,25	-0,026627973
21/03/2016	-1,111933687	53,07	0,015571906
28/03/2016	-1,055399666	53,700001	0,011801223
04/04/2016	-0,906437245	55,360001	0,030444309
11/04/2016	-0,836443033	56,139999	0,013991224
18/04/2016	-0,782600925	56,740002	0,010630912
25/04/2016	-0,953100261	54,84	-0,03405961
02/05/2016	-1,064373575	53,599998	-0,022870824
09/05/2016	-1,039247114	53,880001	0,005210339
16/05/2016	-0,928871344	55,110001	0,022571836
23/05/2016	-0,805932568	56,48	0,024555387
30/05/2016	-0,791574834	56,639999	0,002828839
06/06/2016	-0,776319467	56,810001	0,002996952
13/06/2016	-0,81759839	56,349999	-0,008130161
20/06/2016	-0,859774317	55,880001	-0,00837567
27/06/2016	-0,674917516	57,939999	0,036201423
04/07/2016	-0,548389284	59,349998	0,024044112
11/07/2016	-0,523262824	59,630001	0,004706733
18/07/2016	-0,595949396	58,82	-0,013676887

25/07/2016	-0,61030722	58,66	-0,00272387
01/08/2016	-0,143677859	63,860001	0,084935139
08/08/2016	-0,189443691	63,349998	-0,008018328
15/08/2016	-0,188546058	63,360001	0,000157888
22/08/2016	-0,23431189	62,849998	-0,00808186
29/08/2016	-0,222645979	62,98	0,002066312
05/09/2016	-0,266616635	62,490002	-0,00781064
12/09/2016	-0,244182804	62,739999	0,003992611
19/09/2016	-0,224440797	62,959999	0,003500401
26/09/2016	-0,273795726	62,41	-0,008774069
03/10/2016	-0,241490622	62,77	0,005751733
10/10/2016	-0,298024643	62,139999	-0,010087364
17/10/2016	-0,382376678	61,200001	-0,015242682
24/10/2016	-0,594154668	58,84	-0,03932531
31/10/2016	-0,595949396	58,82	-0,000339963
07/11/2016	-0,135601583	63,950001	0,083619611
14/11/2016	-0,322253471	61,869999	-0,03306615
21/11/2016	-0,291743095	62,209999	0,005480349
28/11/2016	-0,388658226	61,130001	-0,017512982
05/12/2016	-0,379684676	61,23	0,001634505
12/12/2016	-0,228927616	62,909999	0,027067852
19/12/2016	-0,529544371	59,560001	-0,054720893
26/12/2016	-0,591462666	58,869999	-0,011652619
02/01/2017	-0,465831618	60,27	0,023502861
09/01/2017	-0,280077274	62,34	0,033768807
16/01/2017	-0,263027448	62,529999	0,003043151
23/01/2017	-0,333021749	61,75	-0,01255245
30/01/2017	-0,105091207	64,290001	0,040310138
06/02/2017	-0,117654213	64,150002	-0,002179991
13/02/2017	-0,006381349	65,389999	0,019145204
20/02/2017	0,062716127	66,160004	0,011706785
27/02/2017	0,100405235	66,580002	0,006328151
06/03/2017	0,012463205	65,599998	-0,014828597
13/03/2017	-0,097912206	64,370002	-0,018927948
20/03/2017	-0,204698699	63,18	-0,018659922
27/03/2017	-0,172393506	63,540001	0,005681849
03/04/2017	-0,209185429	63,130001	-0,006473536
10/04/2017	-0,255848356	62,610001	-0,008271082
17/04/2017	-0,320458743	61,889999	-0,011566426
24/04/2017	-0,280974458	62,330002	0,007084283

01/05/2017	-0,133806855	63,970001	0,025971356
08/05/2017	-0,169701504	63,57	-0,006272578
15/05/2017	-0,15085695	63,779999	0,003297985
22/05/2017	-0,048557545	64,919998	0,017716066
29/05/2017	0,000797743	65,470001	0,008436326
05/06/2017	-0,096117747	64,389999	-0,016633712
12/06/2017	-0,181367146	63,440001	-0,014863733
19/06/2017	0,062716127	66,160004	0,041981518
26/06/2017	-0,123038936	64,089996	-0,031787828
03/07/2017	-0,206493427	63,16	-0,014617094
10/07/2017	-0,215466977	63,060001	-0,001584519
17/07/2017	-0,254053629	62,630001	-0,006842257
24/07/2017	-0,121243759	64,110001	0,023355961
31/07/2017	-0,21187779	63,099998	-0,015879636
07/08/2017	-0,276487728	62,380001	-0,011476011
14/08/2017	-0,356353033	61,490002	-0,014370135
21/08/2017	-0,226235524	62,939999	0,023307283
28/08/2017	-0,146369861	63,830002	0,014041455
04/09/2017	-0,106886294	64,269997	0,006869582
11/09/2017	0,104892234	66,630004	0,036062074
18/09/2017	-0,029712992	65,129997	-0,02276976
25/09/2017	-0,12842285	64,029999	-0,017033519
02/10/2017	-0,081759564	64,550003	0,008088456
09/10/2017	-0,185854145	63,389999	-0,018134059
16/10/2017	-0,141883131	63,880001	0,007700234
23/10/2017	-0,647996328	58,240002	-0,092433901
30/10/2017	-0,843621766	56,060001	-0,038149875
06/11/2017	-0,895668967	55,48	-0,010399968
13/11/2017	-0,920795068	55,200001	-0,005059624
20/11/2017	-0,997071276	54,349998	-0,015518395
27/11/2017	-0,860671861	55,869999	0,027582969
04/12/2017	-0,887592691	55,57	-0,005384058
11/12/2017	-0,784395653	56,720002	0,02048343
18/12/2017	-0,816700846	56,360001	-0,006367213
25/12/2017	-0,824777212	56,27	-0,001598171
01/01/2018	-0,760166826	56,990002	0,012714315
08/01/2018	-0,61030722	58,66	0,028882215
15/01/2018	-0,375197946	61,279999	0,043695446
22/01/2018	-0,306998104	62,040001	0,012325845
29/01/2018	-0,61928077	58,560001	-0,057727468

05/02/2018	-0,950408259	54,869999	-0,065085154
12/02/2018	-0,822982394	56,290001	0,025550184
19/02/2018	-0,950408259	54,869999	-0,025550184
26/02/2018	-0,996173643	54,360001	-0,009338125
05/03/2018	-0,926179432	55,139999	0,01424678
12/03/2018	-0,835545759	56,149998	0,018151258
19/03/2018	-1,081423311	53,41	-0,050028651
26/03/2018	-0,986302639	54,470001	0,019652115
02/04/2018	-1,085910041	53,360001	-0,020588689
09/04/2018	-0,744014633	57,169998	0,06896783
16/04/2018	-0,595051853	58,830002	0,028622713
23/04/2018	-0,537620647	59,470001	0,010820038
30/04/2018	-0,691967342	57,75	-0,029348651
07/05/2018	-0,517878819	59,689999	0,033041136
14/05/2018	-0,567233838	59,139999	-0,009256988
21/05/2018	-0,571720568	59,09	-0,000845792
28/05/2018	-0,439807973	60,560001	0,02457292
04/06/2018	-0,258540359	62,580002	0,032811145
11/06/2018	-0,264822176	62,509999	-0,001119242
18/06/2018	-0,358147851	61,470001	-0,016777261
25/06/2018	-0,427244877	60,700001	-0,012605553
02/07/2018	-0,29264028	62,200001	0,024411301
09/07/2018	-0,230722344	62,889999	0,011032137
16/07/2018	-0,263924722	62,52	-0,005900647
23/07/2018	-0,176880236	63,490002	0,015395939
30/07/2018	0,042076396	65,93	0,037711128
06/08/2018	0,054639492	66,07	0,002121213
13/08/2018	0,322951144	69,059998	0,044260877
20/08/2018	0,321156685	69,040001	-0,000289602
27/08/2018	0,280774857	68,589996	-0,006539368
03/09/2018	0,377690347	69,669998	0,015623087
10/09/2018	0,44858255	70,460003	0,011275435
17/09/2018	0,506013396	71,099998	0,009042093
24/09/2018	0,491655932	70,940002	-0,002252831
01/10/2018	0,499731938	71,029999	0,001267831
08/10/2018	0,390253443	69,809998	-0,017325072
15/10/2018	0,618183894	72,349998	0,035738188
22/10/2018	0,443198276	70,400002	-0,027322134
29/10/2018	0,611004893	72,269997	0,026215772
05/11/2018	0,843422523	74,860001	0,035210652

12/11/2018	0,951105932	76,059998	0,01590276
19/11/2018	0,826372339	74,669998	-0,018444098
26/11/2018	1,245441139	79,339996	0,060663986
03/12/2018	1,010332224	76,720001	-0,033579921
10/12/2018	1,038150687	77,030003	0,004032552
17/12/2018	0,667539272	72,900002	-0,055106329
24/12/2018	0,889188266	75,370003	0,033320691
31/12/2018	0,969950486	76,269997	0,011870279
07/01/2019	0,847012069	74,900002	-0,01812572
14/01/2019	0,934056465	75,870003	0,012867472
21/01/2019	0,672025644	72,949997	-0,039247155
28/01/2019	0,986103038	76,449997	0,046862659
04/02/2019	1,082120984	77,519997	0,013899036
11/02/2019	1,287617426	79,809998	0,029112856
18/02/2019	1,373764279	80,769997	0,011956787
25/02/2019	1,452732758	81,650002	0,010836272
04/03/2019	1,286720511	79,800003	-0,022918302
11/03/2019	1,494908686	82,12	0,02865805
18/03/2019	1,510163963	82,290001	0,002068014
25/03/2019	1,589131725	83,169998	0,010637076
01/04/2019	1,407864559	81,150002	-0,024587363
08/04/2019	1,253517774	79,43	-0,021423188
15/04/2019	0,693562828	73,190002	-0,081817304
22/04/2019	1,00225559	76,629997	0,045929779
29/04/2019	1,304667521	80	0,043038029
06/05/2019	1,14224482	78,190002	-0,022884847
13/05/2019	1,189805021	78,720001	0,006755478
20/05/2019	1,409658928	81,169998	0,030648431
27/05/2019	1,233775677	79,209999	-0,024443155
03/06/2019	1,525418972	82,459999	0,040210774
10/06/2019	1,603489638	83,329999	0,010495301
17/06/2019	1,714762862	84,57	0,014770977
24/06/2019	1,650152476	83,849998	-0,008550129
01/07/2019	1,807191173	85,599998	0,020655795
08/07/2019	1,280438963	79,730003	-0,071039296
15/07/2019	1,429401025	81,389999	0,020606439
22/07/2019	1,432990571	81,43	0,000491352
29/07/2019	1,705789312	84,470001	0,036652698
05/08/2019	1,800012171	85,519997	0,012353778
12/08/2019	1,758733518	85,059998	-0,005393365

19/08/2019	1,747965509	84,940002	-0,001411718
26/08/2019	1,885262108	86,470001	0,017852396
02/09/2019	1,894235659	86,57	0,001155791
09/09/2019	1,58823463	83,160001	-0,04018686
16/09/2019	1,767707696	85,160004	0,023765412
23/09/2019	1,565800799	82,910004	-0,026776157
30/09/2019	1,753349513	85	0,024895526
07/10/2019	1,694123131	84,339996	-0,007795056
14/10/2019	1,724633866	84,68	0,004023245
21/10/2019	1,507471961	82,260002	-0,028994459
28/10/2019	1,747965509	84,940002	0,032060161
04/11/2019	1,626820832	83,589996	-0,016021301
11/11/2019	1,744376053	84,900002	0,015550269
18/11/2019	1,793730623	85,449997	0,006457258
25/11/2019	1,948974862	87,18	0,020043572
02/12/2019	2,098834467	88,849998	0,018974585
09/12/2019	2,184084405	89,800002	0,010635465
16/12/2019	2,343815194	91,580002	0,019627931
23/12/2019	2,336636102	91,5	-0,000873957
30/12/2019	2,314202003	91,25	-0,00273598
06/01/2020	2,159855308	89,529999	-0,019029239
13/01/2020	2,289075901	90,970001	0,015956039
20/01/2020	1,841291453	85,980003	-0,056415047
27/01/2020	1,792833708	85,440002	-0,006300347
03/02/2020	1,760528604	85,080002	-0,004222385
10/02/2020	1,542469156	82,650002	-0,028977165
17/02/2020	1,514650335	82,339996	-0,003757881
24/02/2020	0,995974131	76,559998	-0,072782247

RIWAYAT HIDUP



Ahmad Mumtaz Anwari lahir di Jakarta pada tanggal 30 April 1999, biasa dipanggil Mumtaz tinggal dan besar di Bekasi tepatnya di Jalan Raya Kodau Kp Rawa Bogo Rt 5 Rw 7 No 39 Kel Jatimekar Kec Jatiasih.

Pendidikan pertama diawali pada TK Flamboyan mulai dari TK B lulus pada tahun 2004. Lalu menempuh pendidikan Sekolah Dasar (SD) pada Sekolah Dasar Islam Terpadu YASFIB Bekasi pada tahun 2004 dan lulus pada tahun 2010 sebagai lulusan terbaik kedua. Kemudian pendidikan selanjutnya pada Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 157 Jakarta dan lulus pada tahun 2013. Pendidikan menengah atas di Sekolah Menengah Atas (SMA) pada SMAN 113 Jakarta dan lulus pada tahun 2016 lalu selama SMA aktif di pramuka juga rohis. Lalu melanjutkan studi pada Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada jurusan Matematika.

Selama menjadi mahasiswa, dia aktif di organisasi ekstra mahasiswa IMM, menjadi ketua komunitas *Mathematics English Club* pada jurusan, juga mengikuti riset kompetitif mahasiswa (RKM) pada *The International Conference on Green Technology*.



**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MAILK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang
Telp./Fax.(0341)558933**

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Ahmad Mumtaz Anwari
 NIM : 16610083
 Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Matematika
 Judul Skripsi : Metode *Stair Tree* Dalam Penentuan Nilai Opsi *Vanilla* Tipe Eropa
 Pembimbing I : Abdul Aziz, M.Si
 Pembimbing II : Evawati Alisah. M.Pd

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	3 Oktober 2019	Setor dan Konsultasi Judul	1.
2.	21 Oktober 2019	ACC Judul dan Konsultasi BAB I	2.
3.	7 November 2019	Konsultasi BAB I	3.
4.	5 Desember 2019	Revisi BAB I dan Setor BAB II	4.
5.	6 Januari 2020	Revisi Bab II	5.
6.	7 Januari 2020	Konsultasi Keagamaan	6.
7.	13 Januari 2020	Konsultasi Program	7.
8.	29 Januari 2020	Setor Bab III	8.
9.	4 Februari 2020	Revisi Keagamaan Bab I dan II	9.
10.	5 Februari 2020	Revisi Bab III	10.
11.	9 Februari 2020	ACC Kajian Keagamaan Bab I dan II	11.
12.	9 Februari 2020	ACC BAB I, II, dan III	12.
13.	19 Maret 2020	Setor Bab 3 dan 4	13.
14.	22 Maret 2020	Revisi Bab 3 dan 4	14.
15.	23 Maret 2020	Revisi Bab 3 dan 4	15.
16.	4 April 2020	Konsultasi dan Revisi BAB IV	16.
17.	11 April 2020	Revisi Bab 4	17.

18.	13 April 2020	Revisi Kajian keagamaan	18. 
19.	14 April 2020	Revisi Kajian Keagamaan	19. 
20.	15 April 2020	Revisi Bab 4	20. 
21.	18 April 2020	Revisi Bab 4	21. 
22.	20 April 2020	Acc Bab 4, Setor Bab 5, dan Abstrak	22. 
23.	22 April 2020	ACC Kajian Keagamaan	23. 
24.	23 April 2020	ACC BAB I, II, III, dan IV	24. 
25.	5 Mei 2020	Turnitin	25. 
26.	8 Mei 2020	Revisi Bab 4 dan Bab 5 (Latihan Sidang)	26. 
27.	16 Mei 2020	Bimbingan Revisi Semua Bab Pasca Skripsi	27. 
28.	19 Mei 2020	Bimbingan Agama	28. 

Malang, 20 Mei 2020
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si.
NIP. 1965414 200312 1 001