

SKRIPSI

PENGHITUNGAN DAN ANALISIS PROFITABILITAS
TRANSAKSI *INTEREST RATE SWAP* DENGAN MODEL
HULL-WHITE



VANIA ROSALIE HADIONO

NPM: 6161901034

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2023

FINAL PROJECT

**PROFITABILITY CALCULATION AND ANALYSIS FOR
INTEREST RATE SWAP USING THE HULL-WHITE MODEL**



VANIA ROSALIE HADIONO

NPM : 6161901034

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGHITUNGAN DAN ANALISIS PROFITABILITAS
TRANSAKSI *INTEREST RATE SWAP* DENGAN MODEL
HULL-WHITE**

Vania Rosalie Hadiono

NPM: 6161901034

Bandung, 11 Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing

Felivia Kusnadi, M.Act.Sc.

Ketua Penguji

Anggota Penguji

Jonathan Hoseana, Ph.D.

Farah Kristiani, Ph.D.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Livia Owen

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PENGHITUNGAN DAN ANALISIS PROFITABILITAS TRANSAKSI *INTEREST RATE SWAP* DENGAN MODEL HULL-WHITE

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
11 Agustus 2023



Vania Rosalie Hadiono
NPM: 6161901034

ABSTRAK

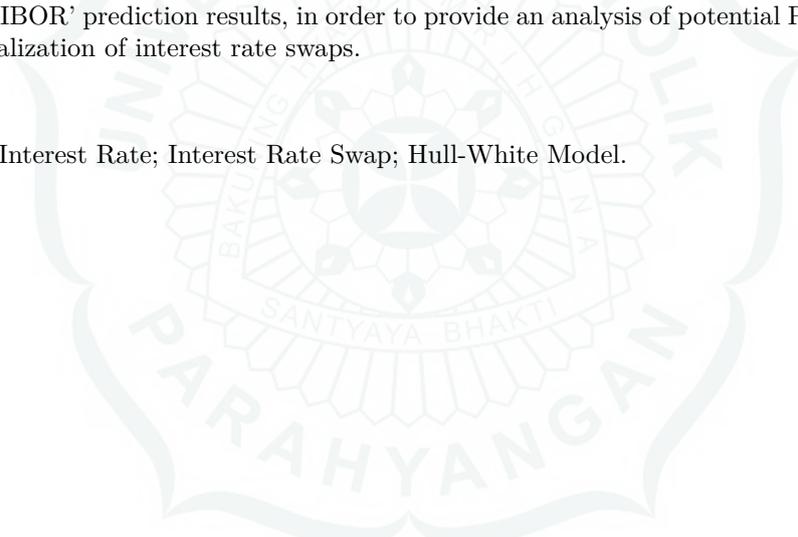
Volatilitas suku bunga *London Inter-Bank Offered Rate* (LIBOR) menyebabkan tingginya risiko perusahaan atau institusi keuangan yang asetnya bergantung pada tingkat suku bunga LIBOR tersebut, hingga akhirnya muncul berbagai macam produk finansial yang dapat digunakan sebagai metode lindung nilai, salah satunya adalah *interest rate swap*, salah satu metode terpopuler yang digunakan oleh berbagai institusi keuangan dan perusahaan besar di mana tingkat suku bunganya bergantung pada LIBOR. Pada penerapannya, ada banyak perusahaan yang mendapatkan keuntungan dari transaksi *swap* ini, namun tidak sedikit pula yang rugi. Dengan demikian, penelitian ini menggunakan model Hull-White untuk mengonstruksi tingkat suku bunga LIBOR, karena model ini memiliki tingkat akurasi yang cukup baik. Akurasi ini ditentukan dengan terlebih dahulu memperhitungkan galat model Hull-White dengan metode *Root Mean Squared Error* (RMSE). Hasil tingkat suku bunga LIBOR selanjutnya digunakan untuk menghitung *net value* dari transaksi *swap* yang terbagi menjadi tiga skenario, yaitu menggunakan nilai minimum, nilai rata-rata, serta nilai maksimum dari hasil prediksi LIBOR sehingga keuntungan atau kerugian dari penerapan transaksi *swap* pada suatu perusahaan dapat dikaji dengan baik.

Kata-kata kunci: Tingkat Suku Bunga; *Interest Rate Swap*; Model Hull-White.

ABSTRACT

The London Inter-Bank Offered Rate (LIBOR) volatility has resulted in higher interest rate risks faced by many big companies and financial institutions whose assets depend on the interest rate. Eventually, there was an appearance of a new financial product development that can be used for hedging, such as interest rate swap, one of the most popular methods, utilized by many financial institutions and big companies which use LIBOR as their benchmark. Unfortunately, many companies are gaining negative return from this swap transaction. Therefore, in this thesis we use the Hull-White model to predict the LIBOR rate, since this model has a decent level of accuracy, calculated using Root Mean Squared Error (RMSE) method. Furthermore, the prediction of LIBOR rate will be used to calculate the net value of interest rate swap transaction, in three scenarios, using, respectively, the minimum value, the average value, and the maximum value of the LIBOR' prediction results, in order to provide an analysis of potential P&L exposure due to the realization of interest rate swaps.

Keywords: Interest Rate; Interest Rate Swap; Hull-White Model.



..., but sometimes it takes pain to make a “progress” and “hit the mark”



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya-lah, saya bisa menyelesaikan penulisan skripsi ini. Setelah perjalanan panjang selama empat tahun, akhirnya pintu menuju babak baru terbuka. Tepat pada tanggal 31 Juli 2023, skripsi berjudul “Perhitungan dan Analisis Profitabilitas Transaksi *Interest Rate Swap* dengan Model Hull-White” dapat diujikan. Skripsi ini pun menjadi tugas akhir saya sebagai mahasiswa Strata-I Program Studi Matematika Universitas Katolik Parahyangan.

Namun, dibalik perjalanan panjang selama empat tahun itu, banyak kenangan manis dan tantangan yang harus saya lewati. Tetapi saya bersyukur karena saya bisa melewatinya bersama orang-orang yang saya kasihi, orang-orang yang selalu mendukung saya hingga saya bisa berdiri di titik ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini pula, ijinakan saya berterima kasih kepada orang-orang tersebut

- Kepada Papi, Mami, dan Ivan yang selalu memberikan doa dan dukungan yang tak terhingga hingga penulisan skripsi selesai.
- Kepada Ibu Felivia Kusnadi, M.Act.Sc. selaku dosen pembimbing, terima kasih atas segala ajaran dan kesabarannya selama proses penyelesaian skripsi.
- Kepada Bapak Jonathan Hoseana, Ph.D. dan Ibu Farah Kristiani, Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan untuk penulisan skripsi.
- Kepada Alicia dan Chelsea yang sudah menemani saya dalam tangis dan tawa.
- Kepada Janice, Vanjul, Anas, Joice, dan Valen yang sudah menemani perjalanan saya selama empat tahun, terima kasih atas kehadiran kalian. Semoga empat tahun ini bukanlah akhir dari perjalanan kita bersama.
- Kepada Timi, Felix, Willy, Raymond, dan Billy, terima kasih atas segala bantuan dan dukungan yang sudah diberikan.
- Kepada seluruh teman-teman Badan Pemeriksa dan Himpunan Matematika Universitas Katolik Parahyangan yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.
- Kepada seluruh keluarga besar Program Studi Matematika Universitas Katolik Parahyangan, dosen-dosen, dan teman-teman semuanya yang sudah memberikan saya pengetahuan serta memberikan tempat untuk berkreasi.

Saya juga menyadari bahwa skripsi ini belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, saya selaku penulis sangat terbuka dalam menerima kritik dan saran. Akhir kata, semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung, 11 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	1
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 <i>State of The Art</i>	3
1.5 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Tingkat Suku Bunga	5
2.1.1 <i>Spot Rate</i>	5
2.1.2 <i>Forward Rate</i>	6
2.1.3 <i>Short Rate</i>	7
2.2 Tingkat Suku Bunga Derivatif	8
2.2.1 Skenario <i>Swap</i> dengan Tingkat LIBOR yang Semakin Rendah	9
2.2.2 Skenario <i>Swap</i> dengan Tingkat LIBOR yang Semakin Tinggi	11
2.2.3 <i>Net Present Value</i> (NPV) dalam Tingkat Suku Bunga Derivatif	12
2.3 Proses Wiener	13
2.4 Model Hull-White	14
2.5 <i>Maximum Likelihood Estimator</i>	15
2.6 <i>Root Mean Squared Error</i> (RMSE)	16
3 PEMODELAN <i>Interest Rate Swap</i>	17
3.1 Estimasi Parameter Model Hull-White	17
3.2 Simulasi Parameter Model Hull-White	20
3.2.1 Data	20
3.2.2 Metode Penghitungan Galat pada Model Hull-White	20
3.2.3 Implementasi Fungsi <i>Likelihood</i> pada <i>Python</i>	21
3.2.4 Penghitungan NPV untuk Hasil Simulasi LIBOR	21
4 HASIL SIMULASI DAN ANALISIS	23
4.1 Analisis Galat pada Model Hull-White	23
4.1.1 Penggunaan Data Tingkat Suku Bunga LIBOR Selama Satu Tahun untuk Memprediksi Tingkat Suku Bunga LIBOR Selama Tiga Tahun	23

4.1.2	Penggunaan Data Tingkat Suku Bunga LIBOR Selama Dua Tahun untuk Memprediksi Tingkat Suku Bunga LIBOR Selama Enam Tahun	24
4.2	Prediksi LIBOR dengan Model Hull-White	26
4.3	Penghitungan dan Analisis <i>Net Value</i> untuk Hasil Prediksi LIBOR	27
4.3.1	<i>Net Value</i> dengan Nilai Minimum dari Hasil Peramalan LIBOR	27
4.3.2	<i>Net Value</i> dengan Nilai Rata-Rata dari Hasil Peramalan LIBOR	28
4.3.3	<i>Net Value</i> dengan Nilai Maksimum dari Hasil Peramalan LIBOR	29
4.3.4	Analisis Hasil Penghitungan <i>Net Value</i> dengan Tiga Skenario	30
5	KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1	Kesimpulan	31
5.2	Saran	31
	DAFTAR REFERENSI	33
	A DATA HASIL PREDIKSI LIBOR DENGAN MODEL HULL-WHITE	34

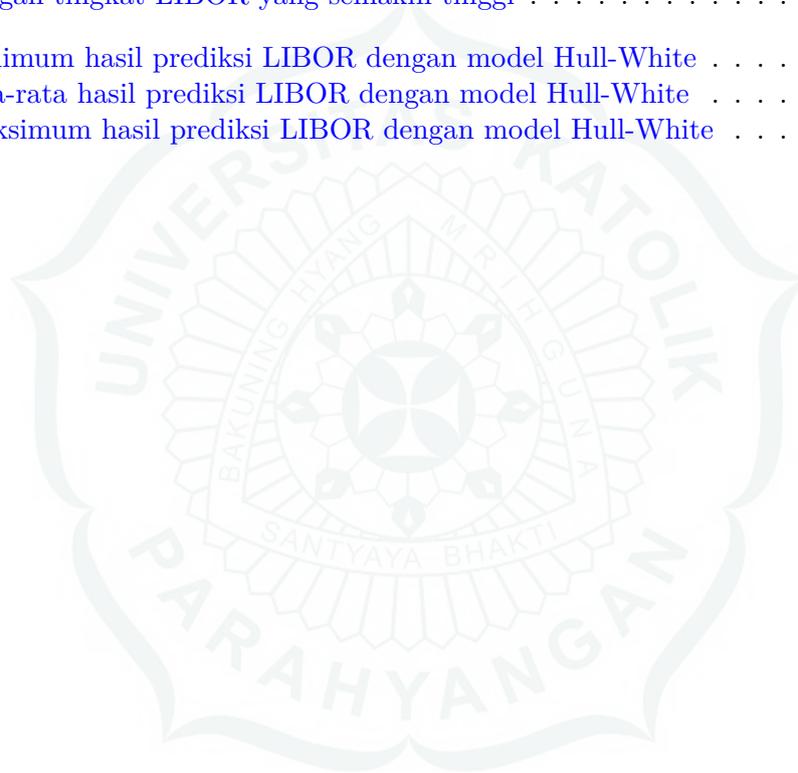


DAFTAR GAMBAR

2.1	Kurva imbal hasil investasi [1, hal. 357]	6
2.2	Hubungan penghitungan antartingkat	7
2.3	Hubungan penghitungan antara <i>spot rate</i> dan <i>forward rate</i>	7
2.4	<i>Mean reversion</i> [2, hal. 731]	8
2.5	Aliran dana perusahaan A dan perusahaan B	9
2.6	Aliran dana perusahaan A dan perusahaan B dengan adanya transaksi <i>swap</i>	10
4.1	Tingkat suku bunga LIBOR pada Januari 2011 hingga Januari 2012	23
4.2	Perbandingan hasil prediksi LIBOR dengan nilai aslinya menggunakan data bulan Januari 2011 hingga Januari 2012	24
4.3	Tingkat suku bunga LIBOR pada Januari 2011 hingga Januari 2013	25
4.4	Perbandingan hasil prediksi LIBOR dengan nilai aslinya menggunakan data bulan Januari 2011 hingga Januari 2013	25
4.5	Data historis LIBOR	26
4.6	Simulasi model Hull-White	27
4.7	<i>Net value</i> dengan nilai minimum dari hasil prediksi LIBOR	28
4.8	<i>Net value</i> dengan nilai rata-rata dari hasil prediksi LIBOR	29
4.9	<i>Net value</i> dengan nilai maksimum dari hasil prediksi LIBOR	29

DAFTAR TABEL

2.1	Perbandingan keuntungan antara kedua perusahaan sebelum melakukan transaksi <i>swap</i>	9
2.2	Perbandingan keuntungan antara kedua perusahaan setelah melakukan transaksi <i>swap</i> dengan tingkat LIBOR yang semakin rendah	10
2.3	Perbandingan keuntungan antara kedua perusahaan setelah melakukan transaksi <i>swap</i> dengan tingkat LIBOR yang semakin tinggi	11
A.1	Nilai minimum hasil prediksi LIBOR dengan model Hull-White	34
A.2	Nilai rata-rata hasil prediksi LIBOR dengan model Hull-White	35
A.3	Nilai maksimum hasil prediksi LIBOR dengan model Hull-White	36



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan signifikan, baik pada level maupun volatilitas suku bunga, sejak tahun 1970-an mengakibatkan tingginya risiko suku bunga secara substansial yang dihadapi oleh para pelaku pasar seperti institusi keuangan dan perusahaan besar [3, hal. 645]. Konsekuensi yang cenderung berat dan sangat mungkin dihadapi oleh pelaku pasar terjadi ketika durasi asetnya tidak sama dengan durasi liabilitasnya (*asset-liability mismatch*) [4, hal. 11]. Misalnya, banyak institusi keuangan dan perusahaan besar yang menggunakan liabilitas dengan suku bunga jangka pendek yang bersifat mengambang (*floating*) untuk membiayai aset jangka panjangnya yang menggunakan suku bunga tetap. Perusahaan atau lembaga seperti ini akan mengalami kerugian ketika suku bunga jangka pendek naik secara tiba-tiba. Hal ini terjadi karena biaya suku bunga jangka pendek yang harus mereka bayar jauh lebih tinggi dibandingkan dengan suku bunga tetap sebagai imbal hasil dari aset yang mereka miliki. Sebaliknya, perusahaan seperti ini akan mengalami keuntungan ketika suku bunga jangka pendek mengalami penurunan tajam. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak teori yang dibangun untuk mempelajari berbagai produk finansial seperti *interest rate future*, *interest rate option*, dan *interest rate swap* guna mengurangi risiko peningkatan suku bunga.

Sejak tahun 1980, *interest rate swap* menjadi salah satu produk finansial yang populer dan banyak digunakan oleh berbagai macam institusi keuangan dan perusahaan besar sebagai alat lindung nilai terhadap suku bunga [3, hal. 645]. Namun, dalam penerapannya, *interest rate swap* digunakan tidak hanya sebagai metode lindung nilai (*hedging*) tetapi juga sebagai alat spekulasi [4, hal. 27]. Ketika rata-rata tingkat suku bunga yang terjadi selama transaksi *swap* sesuai dengan penghitungan perusahaan, transaksi tersebut dapat dikatakan sebagai alat lindung nilai. Namun, ketika tingkat suku bunga yang terjadi selama transaksi menyimpang dari apa yang sudah diperkirakan oleh perusahaan, rata-rata penyimpangan itu haruslah sesuai dengan spekulasi perusahaan. Salah satu alasan banyaknya penggunaan *interest rate swap* adalah kemudahan dalam praktik dan eksekusinya. Dalam sebuah kontrak *interest rate swap*, terdapat dua pihak, di mana pihak yang satu akan membayarkan suku bunga tetap (*payer*), sedangkan pihak yang lain akan membayarkan suku bunga mengambang (*receiver*). Kedua pihak ini dinamakan *counterparties*, yaitu pihak-pihak yang sepakat untuk melakukan kontrak *swap*. Sallie Mae adalah perusahaan yang pertama kali menerapkan transaksi *swap*, yang kemudian diikuti oleh sebagian besar pemerintah kota Amerika Serikat dan perusahaan-perusahaan besar seperti Proctor & Gamble [5, hal. 2]. Sayangnya, pada tahun 1994, Proctor & Gamble mengklaim bahwa ia telah mengalami kerugian sekitar \$157 juta pada transaksi *interest rate swap* yang dilakukannya.

Dalam skripsi ini akan ditelaah lebih lanjut keuntungan atau kerugian dari transaksi *interest rate swap*. Untuk itu, perlu dikonstruksi sebuah model guna memprediksi pergerakan atau volatilitas tingkat suku bunga. Sekarang ini, banyak sekali model yang dapat digunakan untuk memprediksi volatilitas tingkat suku bunga tersebut. Sebuah makalah pionir mengenai model tingkat suku bunga adalah makalah mengenai model Vasicek pada tahun 1977, merupakan makalah pertama yang menggunakan karakteristik *mean reversion* [6, hal. 180]. Sayangnya, model ini tidak dapat mengimitasi *initial yield curve*, karena Vasicek menggunakan parameter yang selalu konstan. Untuk menyempurnakan model Vasicek, diperkenalkanlah model Hull-White pada tahun 1990 [7, hal. 574], sebagai ekstensi dari model Vasicek yang memungkinkan pemilihan parameter sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan imitasi dari *initial yield curve*. Sebelum adanya krisis finansial pada tahun 2007–2008 [8, hal. 1], masyarakat tidak membenarkan adanya model yang menghasilkan suku bunga negatif seperti pada model Vasicek dan Hull-White, sehingga diperkenalkanlah model Cox-Ingersol-Ross (CIR) sebagai ekstensi dari model Hull-White, sebuah model yang tidak memperbolehkan terbentuknya suku bunga negatif. Namun, dengan adanya krisis finansial tahun 2007–2008 tersebut, banyak negara yang menurunkan tingkat suku bunga untuk menstimulasi pasar guna meningkatkan pertumbuhan ekonomi serta inflasi. Dengan adanya suku bunga rendah ini, harapannya masyarakat akan berpikir bahwa “meminjam uang itu murah” sehingga daya beli masyarakat dapat meningkat. Hingga akhirnya pada bulan Juli tahun 2009, Bank Sentral Swedia pertama kalinya menerapkan tingkat suku bunga negatif untuk menstimulasi pertumbuhannya [8, hal. 2]. Dengan demikian, model tingkat suku bunga yang sebelumnya dianggap memiliki kelemahan karena menghasilkan suku bunga yang negatif telah berubah sehingga menjadikan suku bunga negatif sebagai keuntungan model tersebut, sama seperti yang terjadi pada model Hull-White.

Dalam skripsi ini akan digunakan model Hull-White untuk memprediksi tingkat suku bunga. Dalam penggunaannya, model Hull-white membutuhkan dua parameter, yaitu tingkat volatilitas dan *mean reversion*, nilai *short rate* yang akan kembali di sekitar *reversion level* setelah terjadi kenaikan atau penurunan yang cukup panjang. Guna mendapatkan kedua parameter ini, digunakan LIBOR (*London Inter-Bank Offered Rate*) sebagai suku bunga acuan atau referensi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, penulis merumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana penggunaan model Hull-White dalam memprediksi tingkat suku bunga LIBOR?
2. Apakah transaksi *interest rate swap* dapat menghasilkan keuntungan bagi *counterparties*?
3. Apakah transaksi *interest rate swap* dapat digunakan sebagai alat lindung nilai?

1.3 Tujuan

Tujuan skripsi ini adalah

1. menjelaskan penggunaan model Hull-White dalam peramalan tingkat suku bunga LIBOR beserta akurasinya,

2. menghitung dan menganalisis keuntungan atau kerugian transaksi *interest rate swap* dengan menggunakan tiga skenario berbeda yang didasarkan pada kenaikan atau penurunan tingkat suku bunga LIBOR,
3. mengkaji penggunaan *interest rate swap* sebagai alat lindung nilai bagi sebuah perusahaan.

1.4 *State of The Art*

Berbeda dengan artikel yang diterbitkan oleh *Society of Actuaries* yang berjudul *Interest Swap – an Exposure Analysis*, skripsi ini menelaah transaksi *interest rate swap* dengan menggunakan model Hull-White sebagai alat untuk mengonstruksi tingkat suku bunga LIBOR. Model Hull-White dirasa memiliki keunggulan dibanding model lainnya karena kelemahannya dalam menghasilkan suku bunga negatif berubah menjadi sebuah keunggulan setelah adanya krisis finansial tahun 2007–2008 [8, hal. 1]. Lebih lanjut, formula untuk menentukan parameter model Hull-White dihasilkan dengan metode *Maximum Likelihood Estimator* (MLE) yang kemudian diaplikasikan pada data historis tingkat suku bunga LIBOR untuk menghasilkan nilai parameternya.

Di samping itu, untuk menilai keakuratan model Hull-White, digunakan metode *Root Mean Squared Error* (RMSE) untuk menghitung nilai galat yang dihasilkan dari model tersebut. Hal ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil prediksi model Hull-White dengan nilai aslinya. Untuk itu, digunakan data tingkat suku bunga LIBOR selama satu tahun, dimulai dari bulan Januari 2011 hingga Januari 2012, untuk memprediksi tingkat suku bunga LIBOR selama tiga tahun, yaitu bulan Januari 2013 hingga Januari 2016. Selanjutnya, digunakan pula data tingkat suku bunga LIBOR selama dua tahun, dimulai dari bulan Januari 2011 hingga bulan Januari 2013, untuk memprediksi tingkat suku bunga LIBOR selama enam tahun, yaitu bulan Januari 2014 hingga Januari 2020.

Selanjutnya, ketika model Hull-White dipastikan memiliki tingkat keakuratan yang cukup baik sehingga suku bunga LIBOR berhasil dikonstruksi, *net value* dari transaksi *swap* kemudian dapat dihitung, sehingga pembaca dapat membandingkan seberapa besar keuntungan atau kerugian yang dialami oleh masing-masing *counterparties*. Periode atau jangka waktu transaksi *swap* yang digunakan pada skripsi ini adalah tiga puluh tahun, karena transaksi *swap* biasanya memiliki jangka waktu yang cukup panjang, hingga lebih dari lima belas tahun.

1.5 Sistematika Pembahasan

Skripsi ini terdiri dari lima bab berikut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, *state of the art*, dan sistematika pembahasan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi berbagai konsep dan teori yang mendasari pengerjaan skripsi, seperti tingkat suku bunga, tingkat suku bunga derivatif, proses Wiener, model Hull-White, *Maximum Likelihood Estimator*, dan *Root Mean Squared Error*.

BAB 3 PEMODELAN TINGKAT SUKU BUNGA DERIVATIF

Bab ini berisi langkah-langkah dalam memodelkan tingkat suku bunga menggunakan model Hull-White.

BAB 4 HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

Bab ini berisi hasil simulasi untuk memprediksi *USD LIBOR Interest Rate* dengan menggunakan model Hull-White, serta hasil penghitungan keuntungan atau kerugian transaksi suku bunga derivatif beserta dengan analisisnya.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan hasil simulasi untuk meramalkan *USD LIBOR Interest Rate* serta penghitungan keuntungan atau kerugian transaksi suku bunga derivatif. Selain itu, terdapat juga saran yang dapat dilakukan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

