

SKRIPSI

PEMODELAN STOKASTIK WAKTU DISKRET DAN
KONTINU UNTUK KASUS BI *7-DAY REPO RATE*



GIOVANNI VALENDHITO PUTRANDARU

NPM: 2015710003

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2019

FINAL PROJECT

**STOCHASTIC DISCRETE AND CONTINUOUS TIME
MODELING FOR THE CASE OF BI 7-DAY REPO RATE**



GIOVANNI VALENDHITO PUTRANDARU

NPM: 2015710003

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN STOKASTIK WAKTU DISKRET DAN KONTINU UNTUK KASUS BI 7-DAY *REPO RATE*

GIOVANNI VALENDHITO PUTRANDARU

NPM: 2015710003

Bandung, 11 Juni 2019

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Farah Kristiani, S.Si., M.Si.

Dr. Benny Yong

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Liem Chin, M.Si.

Taufik Limansyah, S.Si., M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra

PERNYATAAN

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

PEMODELAN STOKASTIK WAKTU DISKRET DAN KONTINU UNTUK KASUS BI 7-DAY *REPO* RATE

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,
Tanggal 11 Juni 2019

Meterai Rp. 6000

GIOVANNI VALENDHITO PUTRANDARU
NPM: 2015710003

ABSTRAK

Suku bunga memiliki pengaruh yang cukup besar dalam dunia perbankan. Suku bunga yang berlaku di Indonesia mengikuti suku bunga BI yaitu suku bunga yang ditetapkan oleh Bank Indonesia. Suku bunga BI dipublikasikan setiap bulan dan besaran yang dipublikasikan dapat berubah setiap bulannya karena dipengaruhi beberapa hal seperti kondisi perekonomian dan politik di Indonesia dan di dunia. Oleh karena itu, besaran suku bunga BI pada periode waktu berikutnya perlu diprediksi untuk mempermudah pengambilan keputusan terkait dengan kebijakan keuangan pribadi atau perusahaan. Pada skripsi ini akan dibahas beberapa metode untuk memprediksi besaran suku bunga BI pada periode waktu berikutnya. Metode yang akan digunakan adalah pemodelan stokastik diskret dan kontinu. Pemodelan stokastik diskret yg akan dipelajari dan diterapkan adalah model Log-Normal dan model Deret Waktu, sedangkan pemodelan stokastik kontinunya adalah model Gerak Brown dan model Gerak Brown Geometrik. Data yang digunakan adalah suku bunga BI per bulan dari Bank Indonesia pada tahun 2005-2018. Model yang dihasilkan akan digunakan untuk memprediksi nilai suku bunga BI per bulan pada tahun 2018 dan akan dibandingkan dengan data sebenarnya untuk menentukan model yang terbaik berdasarkan uji error MSE dan MAPE. Berdasarkan pemodelan pergerakan tingkat suku bunga dan perhitungan errornya, dapat disimpulkan bahwa model stokastik kontinu Gerak Brown Geometrik merupakan model yang terbaik dalam memprediksi tingkat suku bunga BI pada tahun 2018.

Kata-kata kunci: Tingkat Suku Bunga, Model Stokasik Diskret, Model Stokastik Kontinu

ABSTRACT

Interest rates have considerable influence on the financial sector. The BI interest rates that are valid in Indonesia follow the interest rates set by Bank Indonesia. BI interest rates are published every month and the magnitude can be changed every month due to several factors such as the economic and political in Indonesia and worldwide. Therefore, it is necessary to predict the magnitude of BI interest rates over the next period of time to facilitate personal and corporation financial policy decision. In this final project, there are discrete and continuous stochastic models that are discussed to predict the magnitude of BI interest rates in the next period of time. The models that are used for discrete stochastic modeling are Log-Normal and the Time Series models , whereas for continuous stochastic modeling are the Brownian Motion and the Geometric Brownian Motion models . The data used are the monthly BI interest rates from Bank Indonesia in 2005-2018. The result from these models are used to predict the value of monthly BI interest rates in 2018 and compared with the actual data to determine the best model based on MSE and MAPE error tests. Based on BI interest rates movement modelling and error tests, it can be concluded that the continuous stochastic Geometric Brownian Motion is the best model to predict monthly BI interest rates on 2018.

Keywords: Interest rates, Discrete Stochastic Modeling, Continuous Stochastic Modeling

*untuk papa, mama, papi, mami, adik-adikku, enti, engkung, dan
oma yang saya cintai*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya, tugas akhir ini dapat selesai dengan tepat waktu. Tugas akhir ini memiliki judul "Pemodelan Stokastik Waktu Diskret dan Kontinu untuk Kasus BI *7-Day Repo Rate*" adalah syarat untuk menyelesaikan strata-1 di Universitas Katolik Parahyangan. Penulis berharap tugas akhir ini dapat berguna bagi pembaca. Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan bantuan dari banyak pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

- Ibu Farah Kristiani selaku dosen pembimbing utama penulis. Terima kasih atas segala nasihat, pembelajaran, dan kesabaran dari ibu sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
- Bapak Benny Yong selaku dosen pembimbing pendamping, terima kasih atas segala nasihat dari bapak.
- Ibu Erwinna Chendra selaku Ketua Program Studi Matematika.
- Bapak Liem Chin selaku koordinator skripsi, terima kasih atas segala informasi dan bantuan yang telah diberikan.
- Papa, Mama, Adik-adikku, dan keluarga besar di Bogor, terima kasih atas dukungan kalian.
- Christabella, terima kasih atas dukungan, bantuannya, dan telah menjadi tempat penulis berkeluh kesah.
- Giovano, Dius, Aryo, Sandy, Gazza, Daud, Kijati, Vincent, Onto, Thomas, Raka, Mahe, Livia, Mega, Vania, Karina. Terima kasih atas waktunya telah membantu dan menemani penulis mengerjakan tugas akhir.
- Adit yang telah meminjamkan printer untuk mencetak tugas akhir penulis dan menjadi tempat penulis berkeluh kesah.
- Kepala TU, staff TU, dan prakarya FTIS yang telah membantu selama penulis kuliah.
- Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-satu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu mohon kritik dan nasihat dari pembaca agar tugas akhir ini menjadi lebih sempurna.

Terima kasih

Bandung, Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Pembatasan Masalah	2
1.5 Sistematika Pembahasan	2
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Teori Suku Bunga	5
2.1.1 Tingkat Suku Bunga Efektif	5
2.1.2 Nilai Akumulasi	5
2.1.3 Nilai Tunai	6
2.1.4 Laju Tingkat Suku Bunga	6
2.2 Distribusi Normal	7
2.3 Distribusi Log-Normal	8
2.4 Model Autoregressive	9
2.5 Gerak Brown	11
2.6 Perhitungan Tingkat Error	12
2.6.1 MAPE	12
2.6.2 MSE	12
3 PENDEKATAN STOKASTIK UNTUK TINGKAT SUKU BUNGA	13
3.1 Pendekatan Stokastik Waktu Diskret	13
3.1.1 Model Log-Normal	13
3.1.2 Model Deret Waktu	14
3.2 Pendekatan Stokastik Waktu Kontinu	14
3.2.1 Model Gerak Brown	15
3.2.2 Model Gerak Brown Geometrik	15
3.2.3 Estimasi untuk Parameter μ dan σ	16
4 HASIL NUMERIK DAN ANALISIS	19
4.1 Data	19
4.2 Penerapan Model Stokastik Waktu Diskret	20
4.2.1 Penerapan menggunakan Model Log-Normal	20
4.2.2 Penerapan Menggunakan Model Deret Waktu	21

4.3	Penerapan Model Stokastik Waktu Kontinu	22
4.3.1	Penerapan Menggunakan Model Gerak Brown	22
4.3.2	Penerapan Menggunakan Model Gerak Brown Geometrik	24
4.4	Analisa Hasil Estimasi	26
5	KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1	Kesimpulan	29
5.2	Saran	29
	DAFTAR REFERENSI	31

DAFTAR GAMBAR

2.1	Grafik Fungsi Kepadatan Peluang Distribusi Normal	8
2.2	Grafik Fungsi Kepadatan Peluang Distribusi Log-Normal	9
4.1	Data per Bulan Tingkat Suku Bunga BI	19
4.2	Perbandingan Data Riil dengan Hasil Estimasi pada Tahun 2018	27
4.3	Perbandingan Data Riil dengan Hasil Estimasi Model Gerak Brown pada Tahun 2018	27

DAFTAR TABEL

4.1	Parameter μ dan σ dalam Model Log-Normal	20
4.2	Perhitungan Model Log-Normal pada Tahun 2018	20
4.3	Tingkat Error Hasil Perhitungan Model Log-Normal pada Tahun 2018	21
4.4	Perhitungan Parameter k_1 dalam Model Deret Waktu	21
4.5	Perhitungan Model Deret Waktu pada Tahun 2018	22
4.6	Tingkat Error Hasil Perhitungan Model Deret Waktu pada Tahun 2018	22
4.7	Perhitungan Parameter μ dan σ dalam Model Gerak Brown	23
4.8	Perhitungan δ_t pada Model Gerak Brown	23
4.9	Perhitungan Model Gerak Brown Tahun 2018	24
4.10	Tingkat Error Hasil Perhitungan Model Gerak Brown pada Tahun 2018	24
4.11	Perhitungan Parameter μ dan σ dalam Model Gerak Brown Geometrik	25
4.12	Perhitungan δ_t model Gerak Brown Geometrik untuk Tahun 2018	25
4.13	Perhitungan Model Gerak Brown Geometrik untuk Tahun 2018	26
4.14	Tingkat Error Hasil Perhitungan Model Gerak Brown Geometrik pada Tahun 2018	26
4.15	Perbandingan Tingkat Error	27

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bunga dapat didefinisikan sebagai imbalan dari peminjam modal yang dibayarkan kepada pemilik modal atas hilangnya kegunaan modal dari pemilik modal selama peminjam meminjam modal tersebut. Pada teorinya modal dan bunga tidak harus terjadi pada komoditas yang sama [1]. Contohnya petani A memiliki traktor dan petani B memiliki lahan gandum. Petani B ingin membajak sawahnya, tetapi tidak memiliki traktor. Maka petani B meminjam traktor yang dimiliki petani A. Sebagai imbalannya, petani B akan memberikan sebagian dari hasil membajak sawahnya kepada petani A. Pada contoh tersebut traktor sebagai modal dan sebagian gandum yang diberikan adalah bunga. Namun, dalam praktiknya bunga dan modal sering terjadi pada proses pinjam meminjam uang, salah satunya adalah kredit di bank. Misal X adalah orang yang mengajukan kredit ke suatu bank untuk membayar kebutuhannya dengan jumlah tertentu. Setelah bank menyetujui kredit yang diajukan, maka X harus membayar bunga kredit kepada bank. Pada kasus ini, pemilik modal adalah bank dan peminjam modal adalah X.

Bunga kredit yang dibayarkan oleh peminjam modal sudah ditentukan oleh suatu bank. Tentu saja bank tidak asal dalam menentukan besar bunga kredit, tetapi terdapat acuannya yaitu suku bunga bank Indonesia. Tinggi rendahnya besaran bunga kredit bergantung dengan besaran suku bunga Bank Indonesia. Menurut website resmi Bank Indonesia, suku bunga Bank Indonesia ditetapkan oleh Bank Indonesia dimana besaran suku bunga yang ditetapkan selalu dipengaruhi oleh kebijakan moneter. Terhitung sejak tanggal 19 Agustus 2016, Bank Indonesia mengimplementasikan suku bunga kebijakan baru yaitu BI 7-Day (Reverse) Repo Rate. Pada skripsi ini untuk selanjutnya akan digunakan istilah suku bunga BI untuk menyatakan BI 7-Day (Reverse) Repo Rate ini. Instrumen suku bunga BI digunakan sebagai suku bunga kebijakan baru karena dapat memengaruhi pasar uang, perbankan dan sektor riil secara cepat. Dengan menggunakan instrumen suku bunga BI, terdapat tiga dampak utama yang diharapkan. Pertama, menguatnya sinyal kebijakan moneter dengan suku bunga BI sebagai acuan utama di pasar keuangan. Kedua, meningkatnya efektivitas transmisi kebijakan moneter yang dipengaruhi oleh pergerakan suku bunga pasar uang dan suku bunga perbankan. Ketiga, terbentuknya pasar keuangan yang lebih aktif khususnya transaksi dan pembentukan struktur suku bunga di pasar uang antarbank untuk tenor 3-12 bulan [10].

Tingkat suku bunga BI dipublikasikan oleh Bank Indonesia setiap minggu terakhir setiap bulan. Nilai dari tingkat suku bunga BI berkaitan dengan berbagai faktor dalam negeri dan dunia. Berbagai faktor tersebut antara lain; aktivitas perekonomian dalam negeri, aktivitas perekonomian dunia, kondisi politik dalam negeri, dan lain lain. Keterkaitan dengan berbagai faktor tersebut membuat tingkat suku bunga BI berfluktuatif dan acak. Sifat fluktuatif dan acak membuat kesulitan dalam pengambilan keputusan pada sektor moneter. Perlu adanya pendekatan agar dapat memprediksi tingkat suku bunga BI di masa yang akan datang. Hal ini mempermudah dalam pengambilan keputusan pada sektor moneter. Jika dikaitkan kembali dengan contoh orang X yang mengajukan kredit ke bank, dengan memprediksi tingkat suku bunga BI, X dapat mengetahui saat yang tepat untuk mengajukan kredit, yaitu saat bunga kredit yang rendah, karena tingkat fluktuatif bunga kredit berdasarkan tingkat suku bunga BI.

Abadi, Subanar, Widodo, dan Saleh [8] telah menerapkan model Fuzzy untuk memprediksi suku bunga BI pada tahun 2009-2011. Namun nilai error yang dihasilkan oleh model Fuzzy ternyata cukup besar yaitu 0,032 dan 0,027. Pada skripsi ini akan diterapkan dua model stokastik diskret dan dua model stokastik kontinu. Hasil prediksi pada skripsi ini diharapkan lebih akurat dibandingkan model yang sudah diterapkan sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam skripsi ini, masalah-masalah yang akan dibahas adalah

1. Bagaimana model pergerakan tingkat suku bunga BI berdasarkan data sebelumnya?
2. Bagaimana memprediksi besaran tingkat suku bunga BI pada periode selanjutnya berdasarkan data sebelumnya?
3. Model apakah yang paling tepat yang dapat digunakan untuk memodelkan tingkat suku bunga BI?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan skripsi ini adalah

1. Memodelkan pergerakan tingkat suku bunga BI dengan model stokastik diskret dan kontinu.
2. Memprediksi besaran tingkat suku bunga BI pada periode selanjutnya dengan menggunakan model stokastik diskret dan kontinu.
3. Mengetahui dan menganalisa model yang paling tepat untuk memodelkan pergerakan tingkat suku bunga BI.

1.4 Pembatasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini pembatasan masalah yang digunakan adalah

1. Data suku bunga per bulan Bank Indonesia yang digunakan dari bulan Juli 2005 - Desember 2018.
2. Memprediksi tingkat suku bunga BI hanya untuk satu periode selanjutnya.

1.5 Sistematika Pembahasan

Penulisan skripsi ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, dan sistematika pembahasan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori dasar yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini, yaitu teori-teori yang berkaitan dengan suku bunga seperti nilai akumulasi dan nilai tunai. Selain itu dibahas pula distribusi untuk variabel acak kontinu, model Autoregresif, Gerak Brown dan perhitungan error.

BAB 3 PENDEKATAN STOKASTIK UNTUK TINGKAT SUKU BUNGA

Bab ini berisi teori-teori mengenai model stokastik diskret dan kontinu. Untuk model-model pada

stokastik diskret, antara lain model Log-Normal dan model Deret Waktu. Untuk model-model pada stokastik kontinu, antara lain model Gerak Brown dan model Gerak Brown Geometrik.

BAB 4 ANALISA MODEL

Bab ini berisi pemodelan pergerakan tingkat suku bunga Bank Indonesia menggunakan model stokastik diskret dan kontinu. Model yang digunakan yaitu model Log-Normal dan model Deret Waktu, model Gerak Brown, model Gerak Brown Geometrik. Selain itu akan ditampilkan hasil-hasil perhitungan untuk memprediksi tingkat suku bunga BI menggunakan empat model tersebut beserta error dari masing-masing model.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan hasil perhitungan menggunakan model Log-Normal, model Deret Waktu, model Gerak Brown, dan model Gerak Brown Geometrik. Selain itu saran yang dapat digunakan untuk penulisan selanjutnya.