



PENERAPAN GRAF MELALUI ALGORITMA BELLMAN FORD DALAM INVESTASI VALUTA ASING DENGAN PENGARUH SUKU BUNGA

CHANRA BILSAN ALFAET SIANIPAR



**PROGRAM STUDI AKTUARIA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penerapan Graf melalui Algoritma Bellman Ford dalam Investasi Valuta Asing dengan Pengaruh Suku Bunga” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Chanra Bilsan Alfaet Sianipar
2026

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

CHANRA BILSAN ALFAET SIANIPAR. Penerapan Graf melalui Algoritma Bellman Ford dalam Investasi Valuta Asing dengan Pengaruh Suku Bunga. Dibimbing oleh FENDY SEPTYANTO dan BERLIAN SETIAWATY.

Perdagangan valuta asing merupakan instrumen investasi yang memanfaatkan selisih nilai tukar antar mata uang untuk menghasilkan keuntungan. Penelitian ini menerapkan algoritma Bellman Ford berbasis teori graf untuk mendeteksi peluang keuntungan pada jaringan lima mata uang, yaitu IDR, AUD, JPY, THB, dan CAD, menggunakan data nilai tukar dari *www.investing.com*. Siklus negatif yang terdeteksi dalam graf berbobot logaritma negatif nilai tukar mengindikasikan adanya siklus pertukaran mata uang yang berpotensi menghasilkan keuntungan tambahan. Penelitian ini mencakup tahapan: deteksi siklus negatif pada nilai tukar uang 22 Februari 2025 yang telah di transformasi logaritma negatif, aplikasi suku bunga pada siklus terdeteksi siklus negatif dengan nilai awal ialah IDR1.000.000, peramalan nilai tukar enam bulan ke depan menggunakan model ARIMA atau SARIMA, deteksi ulang siklus negatif pada nilai tukar masa depan, lalu menghitung potensi keuntungan dengan menggabungkan nilai tukar yang telah diinvestasi ke siklus Bellman Ford tahap 2, dan kembali diubah ke dalam bentuk IDR. Strategi berbasis Bellman Ford menghasilkan keuntungan sebesar 13% dibandingkan investasi langsung yang menghasilkan kerugian sebesar -0.82%, menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif sebagai alat bantu pengambilan keputusan investasi valuta asing secara sistematis.

Kata kunci: *ARIMA*, Bellman Ford, graf, *SARIMA*, suku bunga, valuta asing

ABSTRACT

CHANRA BILSAN ALFAET SIANIPAR. Application of Graphs through Bellman Ford Algorithm in Foreign Exchange Investment with Interest Rate Influence. Supervised by FENDY SEPTYANTO and BERLIAN SETIAWATY.

Foreign exchange trading is an investment instrument that capitalizes on exchange rate differentials between currencies to generate profits. This study applies a graph theory based Bellman Ford algorithm to detect profit opportunities in a network of five currencies IDR, AUD, JPY, THB, and CAD using exchange rate data from *www.investing.com*. Negative cycles detected in the graph weighted by the negative logarithm of exchange rates indicate the presence of currency exchange cycles that have the potential to generate additional profits. This study includes the following stages: detection of a negative cycle in the exchange rates as of February 22, 2025, which have been transformed using a negative logarithm; application of interest rates to the detected negative cycle with an initial value of IDR 1,000,000; forecasting exchange rates for the next six months using an ARIMA or SARIMA model; re-detection of the negative cycle in the forecasted exchange rate, followed by calculating potential profits by incorporating the invested exchange rate into the Bellman Ford cycle in stage 2, and converting it back to IDR. The Bellman Ford based strategy yields a profit of 13% compared to a direct

investment that results in a loss of -0.82%, indicating that this approach is effective as a systematic decision-making tool for foreign exchange investments.

Keywords: ARIMA, Bellman Ford, graph, SARIMA, interest rate, foreign exchange

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PENERAPAN GRAF MELALUI ALGORITMA BELLMAN FORD DALAM INVESTASI VALUTA ASING DENGAN PENGARUH SUKU BUNGA

CHANRA BILSAN ALFAET SIANIPAR

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Aktuaria

**PROGRAM STUDI AKTUARIA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si, M.Fin.Math.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Penerapan Graf melalui Algoritma Bellman Ford dalam Investasi
Valuta Asing dengan Pengaruh Suku Bunga

Nama : Chanra Bilsan Alfaet Sianipar
NIM : G5402211043

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Fendy Septyanto, M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. Dra. Berlian Setiawaty, M.S.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.
NIP. 196512181990021001

Tanggal Ujian:
22 Mei 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2025 sampai bulan Mei 2026 ini ialah pemanfaatan graf untuk valuta asing, dengan judul “Penerapan Graf Melalui Algoritma Bellman Ford dalam Investasi Valuta Asing dengan Pengaruh Suku Bunga”

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Bapak Fendy Septyanto, M.Si. dan Ibu Dr. Dra. Berlian Setiawaty, M.S. yang telah membimbing dan banyak memberi saran dalam penelitian ini.

Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Alm. Ayah, Ibu dan ketiga kakak saya dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada teman-teman saya yang selalu memberi dukungan kepada saya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Chanra Bilsan Alfaet Sianipar



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Graf	3
2.2 Derajat Simpul	3
2.3 Lintasan dan Siklus	3
2.4 Graf Terhubung	4
2.5 Sub Graf dan Sub Graf Perentang	4
2.6 Graf Berarah	5
2.7 Graf Berbobot	5
2.8 Algoritma Bellman Ford	5
2.9 Nilai Tukar Uang	7
2.10 Graf Valuta Asing	7
2.11 Suku Bunga Sederhana	8
2.12 Stasioner	8
2.13 Autokovarian	9
2.14 <i>Differencing</i>	9
2.15 <i>Uji Augmented Dickey Fuller</i>	9
2.16 Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial	10
2.17 <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i>	11
2.18 <i>Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average</i>	11
III METODE	13
3.1 Data	13
3.2 Tahapan Penelitian	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Konstruksi Graf dengan Logaritma Negatif	15
4.2 Bellman Ford Tahap 1	16
4.3 Penerapan Suku Bunga	17
4.4 Peramalan Nilai Tukar	18
4.5 Bellman Ford Tahap 2	19
4.6 Alur Keseluruhan Bellman Ford	21
4.7 Perbandingan dengan Investasi Langsung	22
V SIMPULAN DAN SARAN	24
5.1 Simpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



LAMPIRAN	27
RIWAYAT HIDUP	47

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Suku bunga tahunan yang diambil pada 22 Februari 2025	13
2	Nilai tukar uang 22 Februari 2025	13
3	Bobot busur dari nilai tukar uang 22 Februari 2025 yang telah di transformasi dengan logaritma negatif	15
4	Siklus negatif Bellman Ford tahap 1	17
5	Penerapan suku bunga 22 Februari 2025 – 22 Agustus 2025	17
6	Hasil peramalan nilai tukar untuk $t - 6$ bulan (22 Agustus 2025)	18
7	Keseluruhan nilai tukar hasil peramalan	19
8	Log negatif untuk nilai tukar hasil peramalan	19
9	Siklus negatif tahap 2	20
10	Keuangan dengan nilai awal CAD	20
11	Keuangan dengan nilai awal THB	20
12	Keuangan dengan nilai awal AUD	21
13	Alur investasi dengan pendekatan Bellman Ford	21
14	Alur investasi langsung	22
15	Perbandingan investasi langsung dengan strategi investasi menggunakan Bellman Ford	22

DAFTAR GAMBAR

1	Dua penyajian berbeda untuk graf yang sama, dengan himpunan simpul $V = a, b, c, d$ dan himpunan busur $E = ab, bd, da, cd$	3
2	Contoh (a) graf terhubung dan (b) graf tidak terhubung	4
3	Contoh (a) suatu graf, dan (b) sebuah sub graf perentangannya	4
4	Contoh Graf Berarah	5
5	$d[s] = 0$ dan $d[v] = \infty$ untuk semua $v \neq s$	6
6	Proses relaksasi dan pengulangan relaksasi	7
7	Siklus negatif ditemukan	7
8	Alur penelitian	13
9	Graf nilai tukar mata uang	16
10	Graf nilai tukar mata uang hasil peramalan	19

DAFTAR LAMPIRAN

1	Bellman Ford tahap satu	28
2	Bellman Ford tahap dua	29
3	Evaluasi model ARIMA <i>forecast</i> vs aktual	32

4	Hasil <i>Forecast</i>	36
5	<i>RStudio code</i> untuk <i>forecasting</i>	39
6	<i>Python code</i> untuk Bellman Ford	45

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.