

Pemodelan Sistem Dinamika antara Suku Bunga Bank Indonesia dengan Kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika

Hario Adi Ghufon

Jurusan S1 Ilmu Komputasi, Fakultas Informatika, Universitas Telkom
Jalan Telekomunikasi No. 1 Terusan Buah Batu, Bandung 40257
Email: huponk7@gmail.com

Abstrak

Pembuatan tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara suku bunga Bank Indonesia dengan kurs rupiah terhadap Dollar Amerika . Model yang digunakan berupa model sistem dinamika orde satu yang mirip dengan model persaingan populasi . Parameter model sistem dinamika dihitung berdasarkan data historis dan dipilih parameter model yang paling mendekati dengan data. Nilai parameter ini didapatkan dengan menggunakan algoritma genetika dan runge kutta . Hasil dari model ini bisa menangkap trend untuk jangka menengah . Hasil prediksi tahun 2014 sampai 2016 dari model ini, suku bunga Bank Indonesia mengalami kenaikan sedangkan untuk kurs rupiah terhadap Dollar Amerika mengalami penurunan.

Kata kunci: algoritma genetika, kurs dollar, suku bunga, model sistem dinamika

Abstract

Final project aims to determine the relationship between the interest rate of Bank Indonesia at the exchange rate of the rupiah against the US dollar. The model used in the form of first order dynamics system model that is similar to the population competition model. System dynamics model parameters calculated berdasarkan historical data and selected parameters of the model that comes closest to the data. This parameter value is obtained by using a genetic algorithm and Runge Kutta. Results from this model can capture the trend in the medium term. The prediction results 2014 to 2016 of this model, the interest rate of Bank Indonesia rose while the rupiah against the US dollar has decreased.

Key words: genetic algorithm , US Dollar, Interest Rate, dynamic system model

I. Pendahuluan

Suku bunga Bank Indonesia merupakan suku bunga kebijakan yang mencerminkan sikap kebijakan moneter yang ditetapkan oleh bank Indonesia. Bank Indonesia menaikkan atau menurunkan suku bunga berdasarkan rapat dewan gubernur yang diadakan setiap satu bulan sekali , jika inflasi kedepan nya melebihi dengan batas yang ditetapkan maka suku bunga akan dinaikan begitu pula sebaliknya jika dibawah sasaran yang telah di tetapkan maka suku bunga akan di turunkan.

Salah satu penyebab naik nya inflasi adalah nilai tukar Rupiah terhadap kurs Dollar Amerika melemah. Ketika inflasi mengalami kenaikan untuk menjaga kestabilan perekonomian salah satu cara nya dengan menaikkan suku bunga Bank Indonesia.

Model sistem dinamika merupakan model yang dapat menggambarkan antara dua variabel yang saling mempengaruhi. Di dalam kasus ini dua variabel yang saling mempengaruhi digambarkan antara suku Bunga dan kurs Dollar. Metode algoritma genetika merupakan salah satu metode yang cukup terkenal dalam memecahkan masalah optimasi. Sedangkan metode

runge kutta dikenal sebagai metode yang dapat menyelesaikan persamaan diferensial secara numerik , sehingga mendapatkan penyelesaian yang lebih signifikan dari pada penyelesaian secara eksak atau analitik .

Pada penelitian ini algoritma genetika dan runge kutta digunakan untuk mencari parameter terbaik dari model . Model sistem dinamika yang ada diharapkan dapat menggambarkan hubungan antara suku bunga Bank Indonesia dengan rupiah terhadap dollar Amerika, sehingga data yang dihasilkan model bisa menangkap trend dari data historis .

II. Tinjauan Pustaka

2.1. Suku Bunga Bank Indonesia

Suku bunga Bank Indonesia atau biasa dikenal dengan sebutan BI Rate merupakan suku bunga kebijakan yang mencerminkan sikap kebijakan moneter yang ditetapkan oleh bank Indonesia dan diumumkan kepada publik

Setiap bulan nya Dewan Gubernur Bank Indonesia mengumumkan ke public melalui rapat Dewan Gubernur dan diimplementasikan pada operasi moneter yang dilakukan Bank Indonesia melalui pengelolaan likuiditas (liquidity management) di pasar uang untuk mencapai sasaran operasional kebijakan moneter

2.2 Sistem Dinamika

Dinamika Sistem merupakan perilaku sistem secara dinamis yang digambarkan melalui mekanisme umpan balik yang bersifat tertutup (interlock feedback system). Dalam pendekatan dinamika sistem, peristiwa pada satu komponen sistem akan mempengaruhi komponen yang lain, seterusnya mempengaruhi komponen yang lain, sedemikian hingga pengaruh tersebut kembali lagi kepada komponen pertama. Dalam dinamika sistem terdapat pola antar komponen yang menyebabkan terjadinya sebab akibat. Salah satu pola interaksi yang terjadi di dalam suatu sistem, sehingga kondisi sistem bersifat dinamis, sehingga mencapai satu kondisi kesetimbangan tertentu

2.2.1 Model Sistem Dinamika

Model sistem dinamika adalah suatu model matematis yang dapat menggambarkan antara komponen satu dengan komponen lain nya . Didalam model sistem dinamika terdapat variabel yang saling mempengaruhi . Misal di dalam model sistem dinamika terdapat dua variabel yang saling mempengaruhi yaitu suku bunga Bank Indonesia dan kurs Dollar Amerika

$$\frac{dx}{dt} = a + bxy$$

$$\frac{dy}{dt} = cxy + dy$$

Dimana :

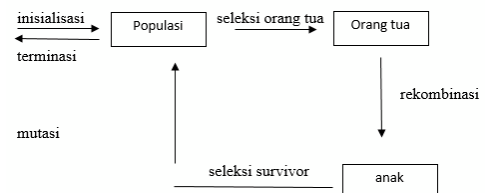
- x : kurs dollar Amerika
- y : suku bunga Bank Indonesia
- a,b,c,d : parameter bernilai bebas

Dalam model matematis diatas antara variabel x dan y kedua nya memiliki hubungan, dimana nilai variabel x pada waktu (t) dipengaruhi oleh nilai variabel x itu sendiri dan juga nilai dari variabel y dan begitu juga variabel y pada waktu (t) dipengaruhi oleh nilai variabel y dan juga nilai variabel x

2.3 Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan suatu algoritma pencarian dengan mekanisme seleksi dan genetika alamiah. Algoritma Genetika memanfaatkan proses seleksi alamiah yang dikenal dengan proses evolusi . Dalam proses evolusi, individu secara terus-menerus

mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungan hidupnya. Algoritma genetika ini ditemukan oleh John Holland dan dikembangkan oleh muridnya David Goldberg. Skema umum dari genetika algoritma



2.3.1 Representasi Individu

Dalam merepresentasikan individu dapat dilakukan dengan real number encoding , binary encoding, dan discrete decimal encoding. Di real number encoding nilai gen merupakan bilangan positif dengan interval [0,R] , sedangkan di binary encoding nilai gen hanya berisikan 0 atau 1 , dan untuk discrete decimal encoding setiap gen yang ada bisa berisikan suatu bilangan bulat dengan interval [0,9] . contoh representasi individu dengan biner dengan 10 gen.

Contoh representasi dengan biner :

1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

2.3.2 Nilai Fitness

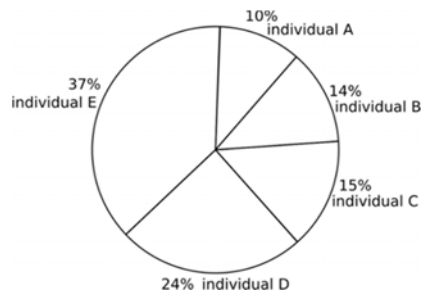
Dalam mengevaluasi suatu individu bisa dilihat berdasarkan fungsinya, individu yang nilai fitness nya tinggi akan tetap bertahan hidup sedangkan individu dengan nilai fitness rendah akan mati.

2.3.3 Elitisme

Metode elitisme merupakan proses menggandakan suatu individu saat terjadi proses seleksi yang dilakukan secara random, elitisme dilakukan agar individu tersebut tidak hilang selama proses evolusi.

2.3.4 Seleksi Orang tua

Di dalam metode ini, kromosom yang memiliki nilai fitness lebih besar akan dipilih sebagai orang tua atau bisa diartikan memiliki luas yang lebih besar. Metode ini biasa disebut juga dengan metode roulette-wheel selection, berikut contoh roulette wheel



Dimana individu yang memiliki nilai fitness lebih tinggi akan memiliki daerah yang lebih luas

2.3.5 Pindah Silang

Metode pindah silang memiliki tiga cara diantaranya pindah silang satu titik potong dilakukan dengan cara memotong kromosom di bagian orang tua dan menggabungkan nya dengan kromosom orang tua lain nya, kemudian pindah silang lebih dari satu titik potong

dimana n titik potong nya dipilih secara random dengan mengambil dari salah satu orang tua dan yang terakhir uniform crossover banyak nya kromosom sama dengan jumlah gen dikurangi satu.

1011010 individu baru 1010010
 1000101 1000001

Pada bagian kiri adalah orang tua sedangkan sebelah kanan individu baru dari pindah silang orang tua, bilangan berwarna merah merupa hasil dari pindah silang.

2.3.6 Mutasi

Didalam metode mutasi ini semua gen yang ada akan dibangkitkan oleh bilangan random dengan syarat bilangan random tersebut memiliki nilai yang lebih rendah dari probabilitas mutasi. Nilai yang di bangkitkan merupakan nilai kebalikan dari nilai gen sebelumnya. Misal nilai gen sebelumnya bernilai 0 ketika dibangkitkan dan memenuhi syarat maka nilai akan diubah menjadi 1.

1011010 individu baru 1010010

Gen di dalam individu akan di ubah jika nilai gen tersebut lebih rendah dari probabilitas mutasi

2.3.7 Penggantian Populasi

Individu yang ada akan di gantikan oleh individu yang baru setelah melewati berbagai proses. Penggantian suatu individu dikarenakan memiliki nilai fitness paling rendah, penggantian bisa dilakukan terhadap semua individu yang ada dalam suatu populasi atau hanya individu orang tua saja.

2.4 Metode Kuadrat Terkecil

Metode kuadrat terkecil merupakan suatu metode yang digunakan dalam menaksir nilai koefisien, metode ini biasa digunakan di dalam regresi linier.

Di misalkan terdapat dua variabel x dan y yang menyatakan kurs dollar dan suku bunga. dimana $\hat{y}$, $\hat{x}$ merupakan nilai dari data sebenarnya, sedangkan $\hat{y}$, $\hat{x}$ merupakan hasil dari model. Fungsi yang digunakan di dalam metode kuadrat terkecil adalah

$$F = \sum_{i=1}^N (\hat{y}_i - y_i)^2 + \sum_{i=1}^N (\hat{x}_i - x_i)^2$$

Dimana :

F : selisih antara data yang sebenarnya dengan hasil dari model
 $\hat{y}$, $\hat{x}$: nilai dari data sebenarnya
 $\hat{y}$, $\hat{x}$: nilai dari model
 i : indeks data
 N : banyak nya data

2.5 MAPE

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase absolut tersebut. Pendekatan ini berguna dalam mengevaluasi nilai taksiran yang didapat. MAPE mengindikasikan seberapa besar kesalahan antara nilai taksiran dengan data sebenarnya.

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\hat{y}_i - y_i}{y_i} \right| \times 100\%$$

Dimana :

n : banyak nya data
 $\hat{y}$: data sebenarnya
 $\hat{y}$: nilai taksiran dari model

2.6 Runge Kutta Sistem

Metode Runge Kutta merupakan suatu metode yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial secara numerik sehingga mendapatkan penyelesaian yang lebih signifikan dari pada penyelesaian secara eksak atau analitik. Metode ini menggunakan prinsip deret Taylor, keakuratan yang dihasilkan oleh metode Runge Kutta lebih baik dan juga lebih mudah karena tidak memerlukan turunan turunan tingkat tinggi.

Didalam Runge Kutta sistem, sistem persamaan yang diterapkan sama seperti Runge Kutta orde 4 hanya saja didalam persamaan nya terdapat dua persamaan yang saling berhubungan.

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= f(t, x, y) \\ \frac{dy}{dt} &= g(t, x, y) \end{aligned}$$

Untuk menyelesaikan persamaan diatas, persamaan Runge Kutta sistem seperti dibawah ini :

$$\begin{aligned} k_1 &= f(t, x, y) \\ l_1 &= g(t, x, y) \\ k_2 &= f\left(t + \frac{1}{2}h, x + \frac{1}{2}hf_1, y + \frac{1}{2}hl_1\right) \\ l_2 &= g\left(t + \frac{1}{2}h, x + \frac{1}{2}hf_1, y + \frac{1}{2}hl_1\right) \\ k_3 &= f\left(t + \frac{1}{2}h, x + \frac{1}{2}hf_2, y + \frac{1}{2}hl_2\right) \\ l_3 &= g\left(t + \frac{1}{2}h, x + \frac{1}{2}hf_2, y + \frac{1}{2}hl_2\right) \\ k_4 &= f(t + h, x + hf_3, y + hl_3) \\ l_4 &= g(t + h, x + hf_3, y + hl_3) \\ x_{n+1} &= x_n + hf_4 \\ y_{n+1} &= y_n + hl_4 \end{aligned}$$

Dimana :

h : panjang langkah

t, x, y : fungsi pada persamaan Runge Kutta

k, l : orde pada Runge Kutta

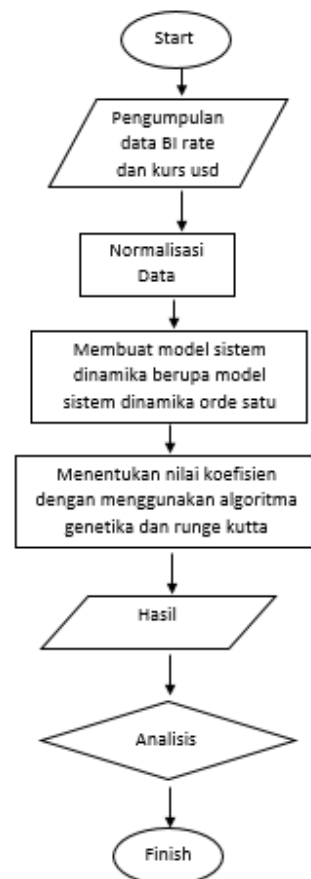
Di dalam pengerjaan nya sama seperti Runge Kutta orde 4, untuk mendapatkan hasil dari Runge Kutta sistem harus dikerjakan secara bertahap di masing masing orde.

IV. Perancangan Sistem

Dalam membuat penelitian ini, di lakukan sebuah perancangan sistem agar dapat mengetahui langkah langkah yang harus diselesaikan dalam menyelesaikan penelitian ini. berikut perancangan sistem dari model

interaksi antara hubungan kurs dollar Amerika terhadap suku bunga Bank Indonesia.

Flowchart



3.1 Pengumpulan data

Dalam memulai penelitian ini, langkah awal yang harus dilakukan adalah mencari data sesuai dengan masalah yang akan di bahas. Dalam kasus ini data yang di cari adalah data kurs dollar terhadap rupiah selama beberapa tahun serta suku bunga Bank Indonesia. Data bisa di dapatkan di website Bank Indonesia.

3.2 Normalisasi Data

Data yang telah di dapatkan, sebelum digunakan dilakukan normalisasi data. agar interval nilai dari data tersebut tidak terlalu jauh.

3.3 Model

Pada tahap selanjutnya membuat sebuah model sistem dinamika orde satu. Di dalam model ini terdapat dua variabel yang saling mempengaruhi, dalam kasus ini variabel yang saling mempengaruhi adalah kurs dollar

dan suku bunga Bank Indonesia. Berikut model sistem dinamika untuk kasus ini

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= a - bx - cy \\ \frac{dy}{dt} &= c - dy \end{aligned}$$

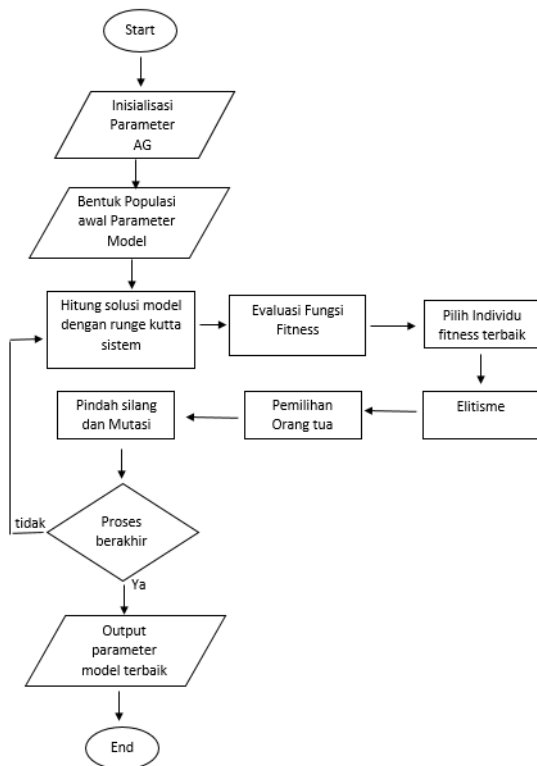
Dimana :

- x adalah kurs dollar Amerika
- y adalah suku bunga Bank Indonesia
- a, b, c, d adalah parameter bernilai bebas

Dari model awal diatas nilai kurs dollar (x) terhadap waktu (t) di pengaruhi oleh nilai kurs dollar itu seendiri dan juga suku bunga Bank Indonesia (y), begitupun dengan nilai suku bunga Bank Indonesia (y) yang di pengaruhi oleh suku bunga bank Indonesia dan rupiah terhadap nilai dari kurs dollar Amerika (x).

3.4 Penaksiran Parameter

Didalam tahap ini , data yang sudah di normalisasi akan di proses kedalam Matlab dengan menggunakan algoritma genetika dan runge kutta . hasil dari proses ini akan menghasilkan nilai dari parameter parameter yang di butuhkan oleh model. Berikut langkah langkah dalam penaksiran nilai parameter model



3.4.1 Inisialisasi Parameter Algoritma Genetika

Di tahap ini parameter yang ada didalam algoritma genetika akan di tentukan , seperti nilai permutasi, pindah silang , maksimal generasi , nilai interval, jumlah variabel , jumlah kromosom dan jumlah populasi.

3.4.2 Populasi Awal

Pembentukan populasi awal akan dibangkitkan secara random, nilai parameter parameter untuk model akan di bangkit kan secara random oleh algoritma genetika .

3.4.3 Evaluasi Fitness

Didalam evaluasi fitness ini akan masuk kedalam proses runge kutta sistem ,Kemudian dari model yang kita dapat sebelumnya

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= a - bx - cy \\ \frac{dy}{dt} &= c - dy \end{aligned}$$

Untuk setiap data yang di berikan terhadap waktu awal dimana $x(0) = x_0$, $y(0) = y_0$. Kemudian untuk nilai a, b, c, d yang diberikan dengan menggunakan metode runga kutta sistem , maka akan diperoleh suatu nilai dari model tersebut dengan dilambangkan $x(t)$, $y(t)$ untuk $t=0$ sampai $t=n$. Kemudian didefinisikan fungsi fitness yang ada pada algoritma genetika

$$F(x, y) = \sum_{t=0}^n |x(t) - x_{real}(t)| + |y(t) - y_{real}(t)|$$

Dimana :

- $x(t)$, $y(t)$: nilai x dan y berdasarkan data real yang diberikan
- $x_{real}(t)$, $y_{real}(t)$: nilai x dan y berdasarkan model yang telah di buat.

3.4.4 Elitisme

Ditahap ini fitness terbaik akan disimpan sehingga tidak hilang saat proses penggantian populasi baru

3.4.5 Seleksi Orang Tua

Fitness terbaik akan menjadi orang tua , sehingga menghasilkan individu individu baru

3.4.6 Pindah Silang dan Mutasi

Di dalam tahap ini individu yang nilai probabilitas nya lebih kecil dari probabilitas pindah silang atau probilitas mutasi akan dibangkitkan dan dilakukan proses pindah silang atau mutasi.

3.4.7 Populasi Baru

Di dalam tahap ini Individu yang memiliki nilai fitness terendah akan di gantikan oleh individu yang baru . Individu baru ini akan memulai kembali proses evaluasi fitness sampai proses tercipta nya individu baru . Proses ini akan berakhir jika maksimal generasi yang di tentukan di awal sudah tercapai .

3.5 Hasil

Hasil dari penelitian ini adalah model persaingan yang menggambarkan hubungan antara suku bunga Bank Indonesia dengan kurs rupiah terhadap dollar Amerika. Terdapat grafik dari model yang telah di buat.

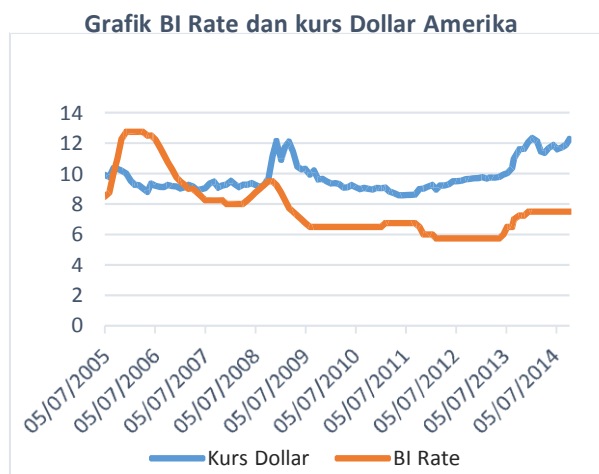
3.6 Analisis

Dari hasil yang telah di peroleh dilakukan analisa terhadap hasil yang telah di peroleh , apakah hasil yang di peroleh sudah memuaskan atau perlu di kaji kembali.

IV. Implementasi Pengujian Sistem dan Analisis

4.1 Penyajian Data

Di dalam penelitian ini data yang di gunakan tahun 2005 sampai dengan 2014 , data di peroleh dari website Bank Indonesia . Data yang di gunakan merupakan data rupiah terhadap kurs Dollar Amerika dan data suku bunga Bank Indonesia , berikut grafik dari data yang di gunakan dalam penelitian ini.



Grafik yang di tunjukan oleh kurs Dollar maupun suku bunga Bank Indonesia sama sama mengalami naik turun. Untuk kurs Dollar Amerika jika di lihat dari

tahun 2005 sampai dengan 2014 mengalami kenaikan pada akhir tahun 2014 , sedang kan untuk suku bunga Bank Indonesia dari tahun 2005 sampai dengan 2014 trend nya menurun .Untuk data yang di gunakan , berikut sample data yang di gunakan dalam penelitian ini

Tanggal	Indeks Dollar	BI Rate
05/07/2005	9,909	8,5
05/08/2005	9,784	8,75
05/09/2005	10,346	10
04/10/2005	10,316	11
01/11/2005	10,201	12,25
06/12/2005	10,005	12,75
09/01/2006	9,507	12,75
07/02/2006	9,266	12,75
07/03/2006	9,241	12,75

Sebelum data di gunakan , data terlebih dahulu di normalisasikan sehingga dalam melihat suatu trend akan lebih mudah . Dalam penelitian ini data awal di ubah nilai nya menjadi satu dengan cara dibagi data pertama . Selanjut nya untuk data berikut nya dilakukan hal yang sama yaitu dengan membagi data selanjut nya dengan data pertama. Sehingga data yang ada berubah nilai nya menjadi seperti tabel dibawah ini

Tanggal	Indeks Dollar	BI Rate
05/07/2005	1	1
05/08/2005	0,987385205	1,02941176
05/09/2005	1,044101322	1,17647059
04/10/2005	1,041073771	1,29411765
01/11/2005	1,02946816	1,44117647
06/12/2005	1,009688162	1,5
09/01/2006	0,95943082	1,5
07/02/2006	0,935109496	1,5
07/03/2006	0,932586537	1,5

4.2 Skenario Pengujian

Didalam penelitian ini akan dilakukan tiga pengujian terhadap data yang sudah di normalisasi.

a. Skenario pertama

Pada skenario pertama, data training yang sudah di normalisasi akan di uji untuk mendapatkan parameter dari model yang telah di buat ,

b. Skenario kedua

Pada skenario kedua, data yang digunakan merupakan data evaluasi. Nilai parameter yang sudah didapat dari skenario pertama akan diuji kembali dan dilihat hasil dari model yang sudah ada.

c. Skenario ketiga

Pada tahap ini dilakukan prediksi, dengan menggabungkan data yang ada kemudian dilakukan prediksi untuk ke dua tahun kedepan dari data terakhir yang ada.

4.3 Analisis dan Hasil Pengujian

Seperti yang telah dilakukan di perancangan sistem. Setelah model sistem dinamika yang dibuat, di dapatkan hasil dengan parameter algoritma genetika sebagai berikut;

- Peluang mutasi 0.01;
- Peluang pindah silang 0.75;
- Jumlah populasi 1500;
- Maksimal generasi 1000;
- Nilai interval -0.1 sampai dengan 0.1;

Pada data training didapatkan parameter sebagai berikut

- $a = -0,0453423578877985$
- $b = 0,498475212543980$
- $c = 0,499998903047669$
- $d = -0,214825337350323$

nilai fitness terbaik 0.3926

Sehingga nilai parameter yang ada pada model sistem dinamika sebagai berikut

$$\begin{aligned} & \text{a} = -0,0453423578877985 \quad \text{b} = 0,498475212543980 \\ & \text{c} = 0,499998903047669 \quad \text{d} = -0,214825337350323 \end{aligned}$$

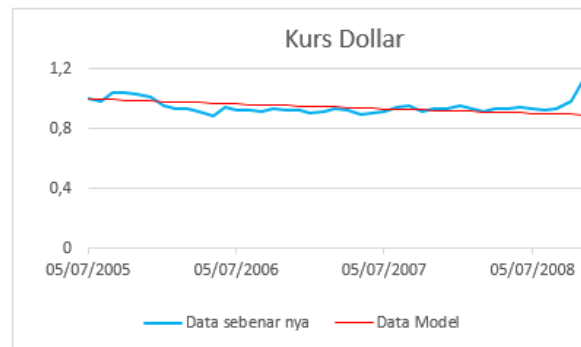
Dimana :

X = kurs dollar

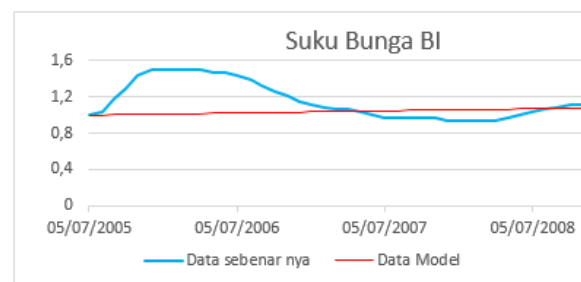
Y = Suku bunga Bank Indonesia

Berikut hasil dari model sistem dinamika diatas berdasarkan nilai parameter yang didapat dari model yang dibuat.

4.3.1 Hasil Data Training



Plot Data Training Kurs Dollar Tahun 2005 – 2008



Plot Data Training Suku Bunga BI Tahun 2005 – 2008

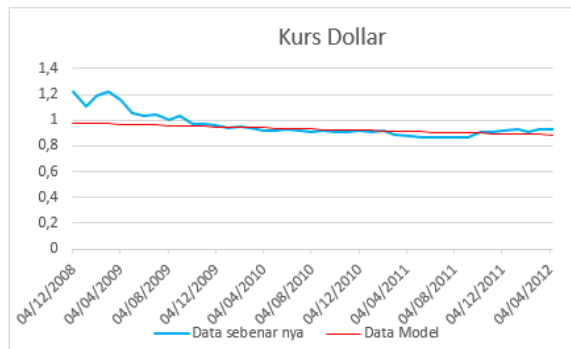
Berdasarkan model sistem dinamika yang di buat plot grafik berwarna biru merupakan data historis sedangkan plot grafik berwarna hijau trend dari model. Trend pada data rupiah terhadap kurs dollar Amerika dari tahun Juli 2005 sampai dengan oktober 2008 cenderung menurun sedangkan untuk trend suku bunga Bank Indonesia mengalami sedikit kenaikan. Dilihat dari Grafik diatas Trend data training antara suku bunga Bank Indonesia dan kurs dollar Amerika saling bertolak belakang, ketika trend rupiah terhadap kurs dollar amerika sedang turun, suku bunga Bank Indonesia mengalami kenaikan. Secara keseluruhan hasil plot dari model yang dibuat belum cukup baik dalam mem fit data tetapi model yang dibuat sudah bisa menangkap trend.

MAPE atau (Mean Absolute Percent Error) yang dihasilkan pada data training :

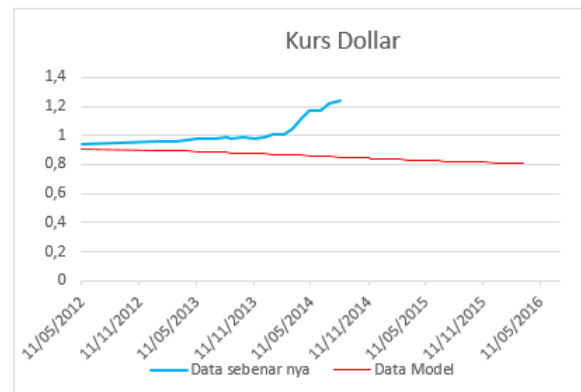
- kurs Dollar Amerika : 3,932257124
- suku bunga Bank Indonesia : 18,02459866 .

4.3.2 Hasil Data Evaluasi

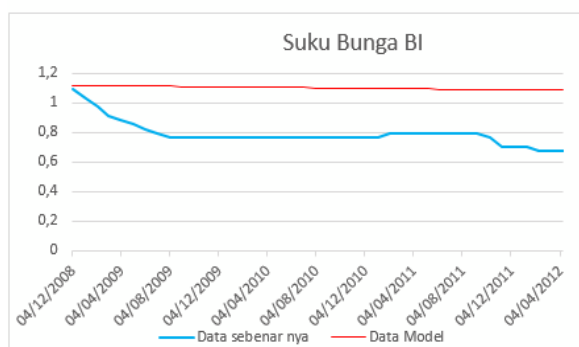
Kemudian parameter model yang telah didapat dari data training, dilakukan pengujian kembali pada data evaluasi.



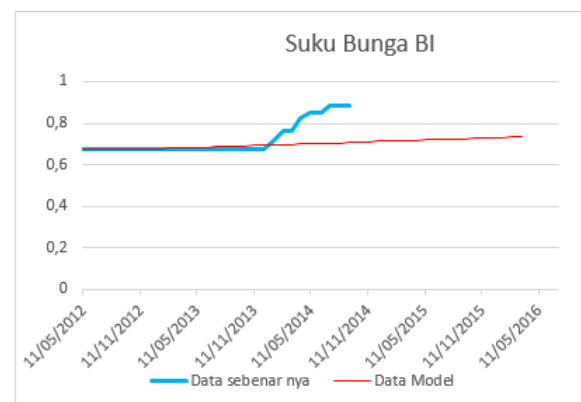
Plot Data Evaluasi Kurs Dollar Tahun 2008 – 2012



Plot Data Prediksi Kurs Dollar Tahun 2014 – 2016



Plot Data Evaluasi Suku Bunga BI Tahun 2008 – 2012



Plot Data Prediksi Suku Bunga BI Tahun 2014 – 2016

Hasil yang didapat terlihat trend dari kurs dollar maupun suku bunga Bank Indonesia sama sama mengalami penurunan . Dari data sebenarnya kurs dollar dan suku bunga Bank Indonesia juga sedang mengalami penurunan. Plot grafik yang dihasilkan oleh model sudah bisa menangkap trend pada data sebenarnya meskipun belum cukup baik.

MAPE atau (Mean Absolute Percent Error) yang dihasilkan pada data training :

- kurs Dollar Amerika : 4,938281633
- suku bunga Bank Indonesia : 122,1664704

4.3.3 Hasil Data Prediksi

Selanjut nya model sistem dinamika yang sudah ada, digunakan untuk melakukan prediksi .

Berdasarkan Grafik diatas , trend rupiah terhadap kurs Dollar Amerika antara tahun 2014 sampai dengan 2016 mengalami penurunan . Sedangkan pada suku bunga Bank Indonesia dari tahun 2014 sampai dengan 2016 trend yang di hasil kan oleh model yang ada mengalami peningkatan.

V. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat dari model sistem dinamika dengan algoritma genetika dan runge kutta didapatkan kesimpulan sebagai berikut ;

1. Model sistem dinamika yang dibuat dapat menangkap trend jangka menengah tahun 2005 sampai 2008 dari data suku bunga Bank Indonesia dan kurs Dollar Amerika .
2. Prediksi berdasarkan model yang dibuat pada tahun 2014 sampai 2016 trend pada kurs Dollar Amerika mengalami penurunan sedangkan untuk suku bunga Bank Indonesia mengalami kenaikan

5.2 Saran

Adapun saran untuk pengembangan penelitian tugas akhir ini antara lain ;

1. Dalam pembuatan model sistem dinamika yang lebih baik bisa dilakukan dengan menaikan kompleksitas model nya.

Daftar Pustaka

- Algifari,1997. Analisis Regresi: Teori,kasus dan solusi. Yogyakarta:BPFE
- Akram,Farooq . *Commodity prices,interest rates and the dollar*. From www.elsevier.com/locate/etmode, 2009
- Bank Indonesia , 5 Desember 2014 . www.bi.go.id
- Dedy Pratikno. 2009. Pengaruh Nilai Tukar Rupiah,Inflasi,SBI terhadap pergerakan Indeks Harga Saham Gabungan(IHSG) di BEI. Tesis Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara Medan
- Fadlisyah, 2009. Algoritma Genetik. Graha Ilmu,Jakarta
- Gujarati, Damodar, 1999 , Ekonometrika Dasar , Erlangga,Jakarta
- G. Zill. Dennis (2009). *A First Course In Differential Equations with Modelling Application*. Canada: Cengage Learning
- Mankiw, N. Gregory., 2006, Teori Makroekonomi Edisi Keenam, Terjemahan, Erlangga, Jakarta
- Steven C. Chapra , Raymond P Canale, 1994. Metode Numerik Edisi kedua. Erlangga, Jakarta
- Steven C. Chapra , Raymond P Canale, 2002. Numerical Methods for Engineers, Mc Graw Hill, Singapore
- Sulusu,2008. Metode Numerik.Graha Ilmu Yogyakarta
- Suyanto ,2005. Algoritma Genetika dengan Matlab. ANDI, Yogyakarta
- Williamson, Richard E. (1996). *Introduction to Diffrential Equations and Dynamical System, Intenational Edition*. United State of Amerika: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Wang, Yu Shan .*Dynamic transmission effects between the interest rate, the US dollar, and gold andcrude oil prices*. From www.elsevier.com/locate/etmode, 2013
- Zukhri Zainudin,2014. Algoritma Genetika.Andi Offset,Yogyakarta