

SIKLUS EKONOMI MODEL GOODWIN BERDASARKAN RELASI *WORKERS SHARE* DAN *EMPLOYMENT RATE* DI INDONESIA

Affatur Ra'idah

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
afifatur_raidah@yahoo.co.id

Dr. Abadi, M.Sc

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
abadi4@yahoo.com

Abstrak

Salah satu model ekonomi yang memprediksi siklus ekonomi adalah *Goodwin's Class Struggle Model* (Model Goodwin). Model ini mencoba memperlihatkan suatu siklus ekonomi berdasarkan relasi antar *workers share* dan *employment rate*. Pada skripsi ini akan dikaji mengenai model Goodwin yang terdiri dari dua variabel yaitu *workers share* dan *employment rate* yang diterapkan pada data ekonomi Indonesia yang diambil dari BPS. Dalam konstruksinya, model ini menggabungkan dua aspek teori ekonomi yaitu teori model pertumbuhan Harrod Domar, dan teori model Kurva Phillips. Analisis dinamik seperti penentuan titik kritis, kestabilan titik kritis, dan simulasi solusi sistem model Goodwin dilakukan secara numerik beserta interpretasinya secara ekonomi.

Kata kunci : Model Goodwin, Model Pertumbuhan Harrod Domar, Model Kurva Phillips.

Abstract

One of the economic models which predict the economic cycle is Goodwin's Class Struggle Model or known as Goodwin models, where the model is trying to present an economic cycle based on relation between workers share and employment rate. This paper will discuss about Goodwin model consisting of two variables: workers share and employment rate that are applied to the data of Indonesian economic taken from BPS. In constructing of the model, two aspects of economic theory, that are growth model theory of Harrod Domar and Phillips Curve, are combined. Analysis of dynamic such as determination of the critical points, the stability of the critical points, and the simulation of solutions Goodwin model is done numerically as well as their interpretation economically.

Key words : Goodwin Model, Growth Model of Harrod Domar, Phillips Curve Model.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan ekonomi masyarakat senantiasa bergerak menurut pola yang secara periodik umumnya mengalami gelombang pasang surut. Dalam ilmu ekonomi, kegiatan ekonomi yang mengalami gelombang pasang surut tersebut dikenal sebagai siklus ekonomi. Siklus ekonomi menyangkut segala segi kegiatan ekonomi dalam kehidupan masyarakat yang akhirnya tercermin pada pendapatan nasional.

Pola siklus ekonomi mencakup tahap ekspansi yang pada suatu saat berbalik menuju tahap kemunduran yang kelak disusul oleh pemulihan ke arah ekspansi lagi. Tahap ekspansi ditandai oleh kegiatan ekonomi yang semakin menaik. Adanya pola siklus ekonomi juga dialami negara Indonesia, sebagai contoh ketika masa pemerintahan orde lama tahun 1956-1967, perekonomian Indonesia porak poranda, hal ini terlihat dari tingkat inflasi yang sangat tinggi mencapai lebih dari 500%. Namun setelah pemerintahan orde baru tahun 1966-1998, Indonesia mengalami tahap

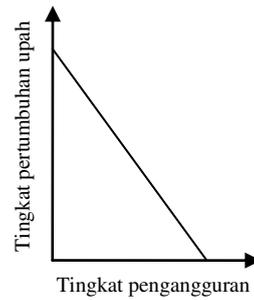
ekspansi yaitu meningkatnya pendapatan rata-rata perkapita mencapai di atas US \$1000, tentunya hal ini membuat permintaan akan barang meningkat disusul dengan meningkatnya produksi dan kesempatan kerja.

Salah satu model ekonomi yang memprediksi adanya siklus ekonomi dan menggambarkan fluktuasi dari keadaan ekonomi adalah *Goodwin's class struggle model* / atau yang dikenal dengan Model Goodwin (Goodwin, 1967). Model Goodwin mencoba memperlihatkan suatu siklus ekonomi berdasarkan relasi antara *workers share* dan *employment rate*.

Model Goodwin menggabungkan dua aspek teori ekonomi, yaitu Teori Model Pertumbuhan Harrod Domar, dan Model Kurva Phillips. Kedua Teori ekonomi ini menggambarkan mengenai pertumbuhan ekonomi yang terus berubah berdasarkan faktor-faktor yang ada di dalamnya.

Model Goodwin ini terinspirasi dari permodelan mangsa-pemangsa Lotka Volterra. Sehingga perilaku dari sistem Model

Goodwin sama seperti perilaku permodelan mangsa-pemangsa Lotka Volterra. Berdasarkan uraian diatas, penulis akan mengkaji mengenai bagaimana mengkonstruksi sistem Model Goodwin, serta menganalisis dan melakukan simulasi solusi sistem Model Goodwin berdasarkan data ekonomi Indonesia yang diambil dari Badan Pusat Statistik Indonesia sebagai input dari parameter parameter pada model tersebut.



Gambar diatas memperlihatkan korelasi negatif antara tingkat pengangguran dan tingkat pertumbuhan upah.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Model Pertumbuhan Harrod Domar

Teori pertumbuhan Harrod Domar (*Harrod Domar Model*) dikembangkan oleh dua ekonom yaitu R.F.Harrod (1939) dan Evsey D Domar (1946). Teori Harrod-Domar ini mempunyai beberapa asumsi yaitu :

1. Perekonomian dalam keadaan pengerjaan penuh (*full employment*) dan barang-barang modal dalam masyarakat digunakan secara penuh.
2. Besarnya tabungan adalah proposional dengan besarnya pendapatan nasional. $S = sY$, dimana S adalah tabungan dalam jumlah tertentu, s adalah *profit rate*, dan sY adalah tabungan dari pendapatan nasional.
3. Investasi didefinisikan sebagai perubahan stok modal (K) yang dapat diwakili \dot{K} , atau dapat dituliskan persamaan $I = \dot{K}$.
4. Jumlah stokmodal K mempunyai hubungan langsung dengan jumlah pendapatan nasional (Y), maka rasio antara nilai modal terhadap pendapatan (σ) (*capital output ratio*) dirumuskan sebagai $K / Y = \sigma$, dan bersifat konstan.
5. Jumlah tabungan (S) sama dengan jumlah Investasi (I), dan dapat dituliskan persamaan $S = I$.

Persamaan model pertumbuhan Harrod-Domar ditulis sebagai berikut :

$$S = sY = \sigma \dot{Y} = I, \text{ atau } \dot{Y} = \frac{s}{\sigma} Y.$$

2.2 Model Kurva Phillips

Model Kurva Phillips menggambarkan hubungan negatif yang didasarkan atas pengamatan antara tingkat perubahan upah dan tingkat pengangguran (*unemployment rate*), dengan bentuk linear sebagai berikut :

$$\frac{\dot{W}}{W} = \gamma - \rho U \quad \text{dengan } \gamma, \rho > 0$$

di mana W adalah upah, \dot{W} adalah pertumbuhan upah, $\frac{\dot{W}}{W}$ menunjukkan tingkat pertumbuhan upah, U adalah tingkat pengangguran, γ adalah perpotongan sumbu-y dan ρ adalah kemiringan kurva (menunjukkan perubahan tingkat pertumbuhan upah yang dipengaruhi tingkat pengangguran).

2.3 Sistem Persamaan Diferensial

Sistem persamaan differensial adalah gabungan dari n buah persamaan differensial dengan n buah fungsi tak diketahui, dalam hal ini, n merupakan bilangan bulat positif ≥ 2 .

2.4 Titik kritis

Diberikan sistem persamaan diferensial yang berbentuk berikut

$$\frac{dx}{dt} = \dot{x} = f(x), \quad x \in R^n \quad (2.1)$$

Titik x^* disebut titik kritis dalam persamaan (2.1), jika $f(x^*) = 0$.

2.5 Pelinieran

Diberikan n persamaan diferensial tak linier

$$\dot{x} = f(x) \quad (2.2)$$

dengan menggunakan ekspansi Taylor di sekitar titik kritis x^* , maka persamaan (2.2) dapat ditulis sebagai

$$\dot{x} = Ax + \varphi(x) \quad (2.3)$$

di mana persamaan (2.3) adalah persamaan diferensial tak linier dengan

$$A = Df(x^*) = Df(x)_{x=x^*} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_i}{\partial x_1} & \dots & \frac{\partial f_i}{\partial x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1} & \dots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n} \end{bmatrix}_{x=x^*} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{i1} & \dots & a_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dan $\varphi(x)$ adalah fungsi tak linier yang memenuhi kondisi $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\varphi(x)}{x} = 0$. Selanjutnya Ax pada sistem

(2.3) merupakan pelinieran dari sistem (2.2), yang didapatkan dalam bentuk $\dot{x} = Ax$. Matriks koefisien A untuk sistem (2.3) merupakan matriks Jacobi di sekitar titik kritis x^* .

2.6 Nilai Eigen dan Vektor Eigen

Diberikan sistem persamaan diferensial linier homogen orde satu sebagai berikut

$$\dot{x} = Ax, \quad x = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Solusi dari sistem (2.5) adalah $x(t) = e^{\lambda t} v$, dimana v adalah vektor eigen dan λ adalah nilai eigen dari A , dengan nilai eigen λ dari A adalah suatu akar persamaan

$$0 = \det(A - \lambda I) = \det \begin{bmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} - \lambda \end{bmatrix}$$

dan vektor eigen dari A adalah solusi tak nol dari $(A - \lambda I)v = 0$, untuk suatu nilai λ .

2.7 Kestabilan Titik Kritis

Misalkan λ_j adalah nilai eigen dari matriks Jacobi A pada persamaan (2.5), dengan $j = 1, 2$. Kestabilan titik kritis mempunyai beberapa kriteria sebagai berikut :

Tabel 2.1 Kriteria kestabilan titik kritis berdasarkan nilai eigen

Nilai Eigen	Tipe Titik Kritis	Stabilitas
$\lambda_1 > \lambda_2 > 0$, $\lambda_{1,2} \in \mathbb{R}$	Node	Tidak Stabil
$\lambda_1 < \lambda_2 < 0$, $\lambda_{1,2} \in \mathbb{R}$	Node	Stabil Asimtotik
$\lambda_1 < 0 < \lambda_2$, $\lambda_{1,2} \in \mathbb{R}$	Titik Sadel	Tidak Stabil
$\lambda_1 = \lambda_2 > 0$, $\lambda_{1,2} \in \mathbb{R}$	Improper Node	Tidak Stabil
$\lambda_1 = \lambda_2 < 0$, $\lambda_{1,2} \in \mathbb{R}$	Improper Node	Stabil Asimtotik
$\lambda_1, \lambda_2 = \alpha \pm i\beta$ $\alpha > 0$	Titik Spiral	Tidak Stabil
$\lambda_1, \lambda_2 = \alpha \pm i\beta$ $\alpha < 0$	Titik Spiral	Stabil Asimtotik
$\lambda_1 = i\beta, \lambda_2 = -i\beta$	Center	Stabil

2.8 Metode Kuadrat Terkecil (Ordinary Least Squares) untuk Regresi Linier

Diberikan persamaan regresi linier yang berbentuk :

$$Y = a + bX$$

Dengan koefisien-koefisien a dan b dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}, \quad i = 1 \dots n$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

2.9 Model Lotka Volterra

Lotka-Volterra membangun model interaksi dua spesies yakni mangsa (prey) dan pemangsa (predator) dengan menganggap bahwa x sebagai (prey) dan y sebagai pemangsa (predator) yang saling berinteraksi pada suatu ekosistem tertentu.

Sistem persamaan Lotka Volterra adalah

$$\frac{dx}{dt} = px - qxy = x(p - qy)$$

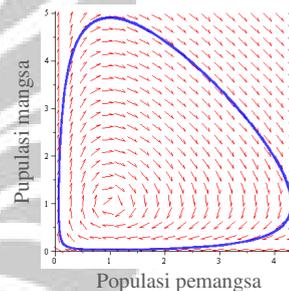
$$\frac{dy}{dt} = -ry + sxy = -y(r - sx)$$

y merupakan jumlah populasi pemangsa, $\frac{dy}{dt}$ adalah perubahan pertumbuhan pemangsa, x merupakan jumlah populasi mangsa, $\frac{dx}{dt}$ adalah perubahan pertumbuhan mangsa, p adalah parameter tingkat pertumbuhan mangsa, r adalah tingkat kematian pemangsa, dan q, s adalah parameter yang menunjukkan interaksi kedua spesies, dengan $p, q, r, s > 0$. (Boyce dan Diprima, 1997)

Model ini memiliki nilai kesetimbangan positif pada saat koordinat berada di titik $(\frac{r}{s}, \frac{p}{q})$. Solusi dari persamaan Lotka Volterra berupa data periodik antara mangsa dan pemangsa.

Model ini memiliki nilai kesetimbangan positif pada saat koordinat berada di titik $(\frac{r}{s}, \frac{p}{q})$. Solusi dari persamaan

Lotka Volterra berupa data periodik antara mangsa dan pemangsa.



Gambar diatas memperlihatkan interaksi antara populasi pemangsa dan populasi mangsa, sedangkan panah menunjukkan pergerakan waktu (t).

2.10 Model Goodwin

Model Goodwin pertama kali dikemukakan oleh ekonom Amerika Richard M. Goodwin. Model ini merupakan model yang mendiskripsikan siklus ekonomi berdasarkan relasi antara *workers share* dan *employment rate*. Dimana *workers share* adalah saham dari pendapatan yang akan diterima pekerja, dan *employment rate* adalah tingkat pekerja. *Workers share* ini berupa rasio antara upah pekerja terhadap pendapatan, yang merupakan indikator suatu pendistribusian pendapatan. *Workers share* menunjukkan berapa banyak pendapatan yang didistribusikan kepada tenaga kerja dan modal. Sedangkan *employment rate* merupakan tingkat pekerja yang berupa rasio antara jumlah pekerja terhadap jumlah angkatan kerja.

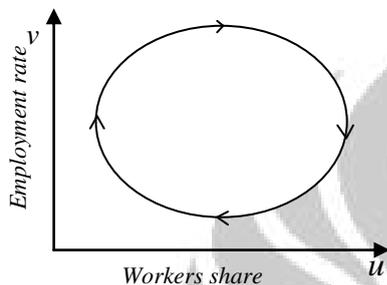
Sistem dari Model Goodwin terdiri dari dua persamaan diferensial yaitu:

$$\frac{dv}{dt} = v(-f + gu), \text{ dengan } 0 < u < 1, \text{ dan } 0 < v < 1$$

$$\frac{du}{dt} = u(h - iv)$$

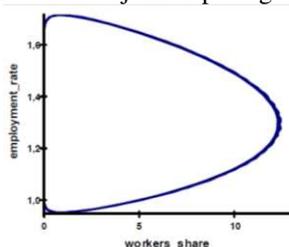
v adalah *employment rate*, $\frac{dv}{dt}$ adalah pertumbuhan *employment rate*. u adalah *workers share*, $\frac{du}{dt}$ adalah pertumbuhan *workers share*. f, g, h, i adalah parameter parameter yang mempengaruhi perilaku variabel *workers share* dan *employment rate*.

Perilaku interaksi mangsa pemangsa antara *workers share* dan *employment rate* dari model Goodwin diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



2.11 Kajian Penelitian Model Goodwin oleh Lars Weber Menggunakan Data Ekonomi Jerman

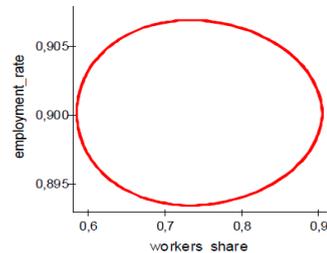
Dalam artikelnya, Lars Weber (2005) mencoba menerapkan Model Goodwin pada negara Jerman. Nilai parameter yang digunakan pada sistem berupa data ekonomi Jerman yang telah diestimasi D.Harvie (2000) pada artikel “*Testing Goodwin : growth cycles in ten OECD contries*”. Hasil perilaku siklus menggunakan data estimasi D.Harvie ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Perilaku siklus interaksi *workers share* dan *employment rate* menggunakan data D.Harvie

Dari hasil penelitian yang dilakukan Lars Weber (2005) dengan menggunakan parameter estimasi D.Harvie menunjukkan jika hasil prediksi siklus berada diluar domain variabel *workers share* (u), dan *employment rate* (v) yaitu pada $(0;0) - (1;1)$ (Weber, 2005). Atas dasar tersebut, Weber melakukan perubahan nilai parameter yang telah diestimasi D.Harvie dengan memilih nilai parameter lain yaitu pada parameter *capital output ratio*, dan parameter kemiringan kurva

Phillips. Hasil prediksi perilaku siklus setelah perbaikan nilai parameter ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Perilaku siklus interaksi *workers share* dan *employment rate* setelah perbaikan nilai parameter oleh Lars Weber.

Setelah dilakukan pemilihan parameter lain pada parameter *capital output ratio* dan parameter kemiringan Kurva Phillips, dihasilkan prediksi siklus di dalam domain *workers share* (u), dan *Employment rate* (v) yaitu pada $(0;0) - (1;1)$, sehingga sesuai dengan interpretasi secara ekonomi jika kedua variabel tersebut tidak akan melebihi 1.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk studi literatur yang memfokuskan pada sistem dari model Goodwin dalam memprediksi siklus ekonomi berdasarkan relasi *workers share* dan *employment rate*.

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dalam skripsi ini dideskripsikan sebagai berikut:

1. Peneliti mengumpulkan sumber-sumber yang diperlukan dengan menggunakan metode studi literatur (media jurnal maupun buku cetak),
2. Selanjutnya menentukan parameter-parameter sistem dari model Goodwin,
3. Kemudian mengkonstruksi sistem dari model Goodwin,
4. Kemudian menentukan titik kritis dari model tersebut,
5. Menganalisis kestabilan sistem,
6. Melakukan analisis dan simulasi sistem dengan mengestimasi nilai parameter-parameter yang didapat dari data ekonomi Indonesia.
7. Menyimpulkan bagaimana Model Goodwin dalam menggambarkan siklus ekonomi berdasarkan relasi antara *workers share* dan *employment rate* di Indonesia.

4. PEMBAHASAN

4.1 Rekonstruksi sistem dari model Goodwin

Variabel-variabel dan parameter-parameter pada sistem Model Goodwin didefinisikan secara ekonomi adalah sebagai berikut :

$$Y = q : \text{pendapatan nasional}$$

k : modal
 n : angkatan kerja
 l : tenaga kerja (*employment*)
 $a = \frac{q}{l}$: produktivitas tenaga kerja
 W : upah tenaga kerja

$u = \frac{Wl}{q} = \frac{W}{a}$: *workers share*

$v = \frac{l}{n}$: *employment rate*

$\sigma = \frac{k}{q}$: *capital output ratio*

Untuk mencari persamaan pertumbuhan *employment rate* ($\frac{dv}{dt}$), dimulai dari rumusan

pendapatan nasional (q), produktivitas tenaga kerja (a), dan *employment rate* (v), dan diasumsikan keadaan ini terjadi pada setiap waktu (t), maka didapatkan tingkat pertumbuhan pendapatan nasional sebagai berikut :

$$\frac{dq}{dt} = \alpha + \frac{dv}{dt} + \beta \quad (4.1)$$

Selanjutnya diasumsikan bahwa pendapatan didistribusikan pada tingkat keuntungan dan *workers share* ($l = p + u$). Jika semua keuntungan diinvestasikan kembali ($\frac{dk}{dt} = p$)

dan berdasarkan model pertumbuhan Harrod Domar jika $\sigma = \frac{k}{q}$ dan $pq = \sigma \frac{dq}{dt}$, maka

persamaan (4.1) menjadi :

$$\frac{dv}{dt} = v \left[\left(\frac{1}{\sigma} - (\alpha + \beta) \right) - \left(\frac{1}{\sigma} u \right) \right] \quad (4.2)$$

Untuk mencari persamaan pertumbuhan *employment rate* ($\frac{du}{dt}$), dimulai dengan

mentransformasikan Kurva Phillips sehingga mengubah *unemployment rate* (tingkat pengangguran), menjadi *employment rate*. Angkatan kerja terdiri dari pekerja (*employment*) dan pengangguran (*unemployment*) ($1 = v + U$, dimana v adalah *employment rate* dan U adalah *unemployment rate*), sehingga diperoleh persamaan baru yaitu:

$$\frac{dW}{dt} = -(\rho - \gamma) + \rho v \quad (4.3)$$

Selanjutnya dengan menurunkan persamaan $u = \frac{W}{a}$ terhadap t , dan mensubstitusikan

kepersamaan (4.3) diperoleh:

$$\frac{du}{dt} = u[-(\alpha + (\rho - \gamma) + (\rho v))] \quad (4.4)$$

Sehingga persamaan akhir sistem dari model Goodwin adalah

$$\frac{du}{dt} = u[-(\alpha + (\rho - \gamma) + (\rho v))] \quad (4.5)$$

$$\frac{dv}{dt} = v \left[\left(\frac{1}{\sigma} - (\alpha + \beta) \right) - \left(\frac{1}{\sigma} u \right) \right]$$

dimana $\frac{du}{dt}$ adalah pertumbuhan *workers share*, yang bertindak sebagai populasi pemangsa, sedangkan $\frac{dv}{dt}$ adalah pertumbuhan *employment rate* yang bertindak sebagai populasi mangsa.

4.2 Penentuan Titik Kritis

Titik kritis untuk sistem pada persamaan (4.5) adalah:

- $K_1(0,0)$
- $K_2(\bar{u}, \bar{v}) = (1 - (\alpha + \beta)\sigma, \frac{\alpha + (\rho - \gamma)}{\rho})$

4.3 Analisis Kestabilan Titik Kritis

Matriks Jacobi untuk sistem pada persamaan (4.5) sebagai berikut :

$$A = \begin{pmatrix} -(\alpha + (\rho - \gamma) + \rho v) & \rho u \\ -\frac{1}{\sigma} v & \left(\frac{1}{\sigma} - (\alpha + \beta) \right) - \frac{1}{\sigma} u \end{pmatrix} \quad (4.3)$$

(4.6)

4.3.1 Kestabilan Titik Kritis K_1

Untuk menentukan kestabilan titik kritis $K_1(0,0)$ yaitu dengan pelinearan pada (4.5) diatas. Titik $K_1(0,0)$ disubstitusi ke matriks Jacobi (4.6), sehingga diperoleh nilai eigen yaitu:

$$\lambda_1 = -\alpha - (\rho - \gamma) \text{ atau } \lambda_2 = \frac{1}{\sigma} - (\alpha + \beta)$$

Kestabilan titik kritis K_1 dianalisis berdasarkan nilai eigennya sebagai berikut :

- Titik kritis K_1 stabil dan jenis kestabilannya berupa titik *node* jika masing-masing nilai eigen bernilai negatif ($\lambda_1, \lambda_2 < 0$). Karena semua parameter bernilai positif maka batas parameter tingkat pertumbuhan produktifitas agar K_1 stabil adalah $\alpha > \frac{1}{\sigma} - \beta$.

- Titik Kritis K_1 tak stabil dan jenis kestabilannya berupa titik *sadel* jika $\lambda_1 < 0 < \lambda_2$. Karena semua parameter bernilai positif maka batas parameter tingkat pertumbuhan produktifitas agar K_1 tak stabil adalah $0 < \alpha < \frac{1}{\sigma} - \beta$.

4.3.2 Kestabilan Titik Kritis K_2

Untuk menentukan kestabilan titik kritis $K_2(\bar{u}, \bar{v})$ yaitu dengan pelinearan pada (4.5) diatas. Titik $K_2(\bar{u}, \bar{v})$ disubstitusi ke matriks Jacobi (4.6), sehingga diperoleh nilai eigen sebagai berikut:

$$\lambda_{1,2} = \pm i \sqrt{(\alpha + (\rho - \gamma)) \left(\frac{1}{\sigma} - (\alpha + \beta) \right)}$$

Titik kritis K_2 stabil karena semua parameter yang terlibat bernilai positif maka kedua nilai eigen bernilai imajiner berbeda tanda, dan jenis kestabilannya berupa titik *center* $\lambda_2 > 0$, dengan batas parameter tingkat pertumbuhan produktifitas agar K_2 stabil adalah $0 < \alpha \leq \frac{1}{\sigma} - \beta$.

4.4 Analisis dan Simulasi Sistem

Sebelum melakukan analisis dan simulasi sistem dari model Goodwin, terlebih dahulu menentukan nilai parameter parameter dari sistem. Penentuan nilai parameter dimulai dari Kurva Phillips Model yang membangun sistem dari model Goodwin. Teori Kurva Phillips ini memperlihatkan korelasi negatif antara tingkat pengangguran dan tingkat pertumbuhan upah.

Tabel 4.1 Tingkat Pengangguran dan Tingkat Pertumbuhan Upah di Indonesia pada periode tahun 1998-2010

Tahun	Tingkat Pengangguran	Tingkat Pertumbuhan Upah
1998	0.0546	0.1752
1999	0.0636	0.1896
2000	0.0648	0.2295
2001	0.081	0.2766
2002	0.0906	0.1811
2003	0.0934	0.1017
2004	0.0985	0.15
2005	0.1027	0.1602
2006	0.1027	0.126
2007	0.0910	0.119
2008	0.0839	0.128
2009	0.0787	0.04
2010	0.0713	0.04

Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia(1998-2010)

Dari tabel diatas terlihat jika teori Kurva Phillips hanya terpenuhi pada periode 2001-2003. Sehingga diperoleh hasil yang lebih rasional adalah persamaan Kurva Phillips pada periode 2000-2004 dan periode tahun 2001-2003 . Hal ini disebabkan prediksi siklus model Goodwin menjajikan berada dalam interval (0;0) - (1;1). Dua persamaan kurva Phillips adalah sebagai berikut :

1. Persamaan Kurva Phillips untuk periode 2001-2003 :

$$\frac{\dot{W}}{W} = 1.3661 - 13.3551U \quad (4.1)$$

2. Persamaan Kurva Phillips untuk periode 2000-2004 :

$$\frac{\dot{W}}{W} = 0.4872 - 3.4963U \quad (4.2)$$

4.4.1. Estimasi Parameter

- a. Parameter tingkat pertumbuhan angkatan kerja(β) diperoleh dari persamaan eksponensial berikut $n = n_0 e^{\beta t}$, $0 < \beta < 1$
- b. Parameter *Capital output ratio* (σ) diperoleh dari rata rata nilai capital output ratio dari tahun 2001 -2003.
- c. Parameter perpotongan sumbu-y pada Kurva Phillips (γ), dan kemiringan kurva Phillips (ρ) diperoleh menggunakan *OLS* berdasarkan data pada tabel 4.1.

Karena teori kurva Phillips yang membangun sistem dari model Goodwin hanya terpenuhi pada periode 2001 - 2003, maka untuk analisis dan simulasi sistem digunakan nilai parameter berupa data yang didapat dari pengolahan data ekonomi Indonesia tahun 2001 - 2003.

Tabel 4.2 Notasi untuk variabel dan parameter beserta nilainya

Variabel dan parameter	Nilai yang ditentukan
u	Variabel
v	Variabel
α	Parameter yang dikontinuasi
β	0.0158
σ	1.6471

Tabel 4.3 Nilai parameter berdasarkan persamaan Kurva Phillips periode 2001-2003, dan periode 2000-2004.

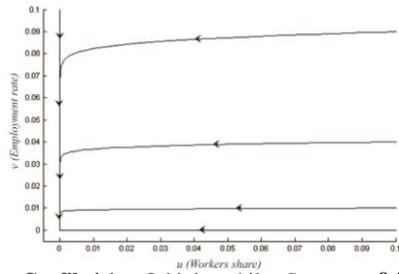
Periode Tahun	Nilai yang ditentukan	
	γ	ρ
2001-2003	1.3661	13.3551
2000-2004	0.4872	3.4963

4.4.2 Analisis Titik Kritis K_1

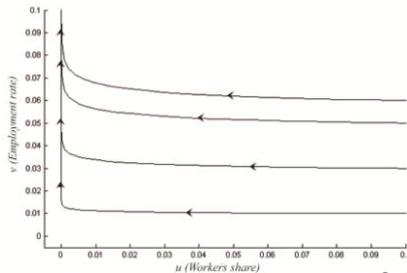
Titik kritis K_1 untuk persamaan kurva Phillips periode 2001-2003, dan periode 2000-2004 mempunyai kriteria titik kritis yang sama yaitu:

- a. Titik kritis K_1 stabil jika $\alpha > 0.5913$, dan jenis kestabilan titik kritis K_1 berupa titik *node* dan stabil asimtotik.
- b. Titik kritis K_1 tak stabil jika $\alpha < 0.5913$, dan jenis kestabilan titik kritis K_1 berupa titik sadel dan tak stabil.

Berikut diberikan orbit kestabilan titik kritis $K_1(0,0)$ untuk sistem Model Goodwin pada persamaan (4.5) menggunakan nilai parameter pada tabel 4.2, dan tabel 4.3 untuk persamaan Kurva Phillips periode tahun 2000-2004. Untuk simulasi dipilih $\alpha = 0.7$ dan $\alpha = 0.4$



Grafik 4.1 a Orbit kestabilan Saat $\alpha = 0.7$
Proyeksi di Bidang u-v

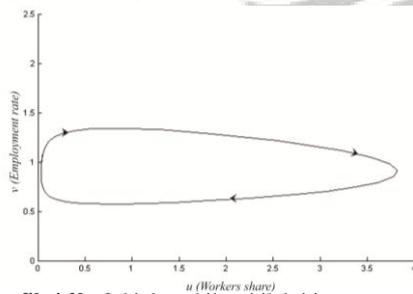


Grafik 4.1 b Orbit kestabilan Saat $\alpha = 0.4$
Proyeksi di Bidang u-v

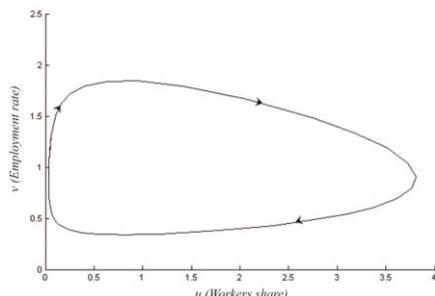
4.4.3 Analisis Titik Kritis K_2

Titik kritis K_2 untuk persamaan kurva Phillips periode 2001-2003, dan periode 2000-2004 mempunyai kriteria yang sama yaitu titik kritis K_2 stabil jika $\alpha < 0.5913$ dan jenis kestabilannya berupa *center* dan stabil.

Berikut diberikan orbit kestabilan titik kritis K_2 untuk persamaan Kurva Phillips periode tahun 2001-2003 dan 2000-2004, dengan $\alpha = 0.1071$ (hasil estimasi data), $u_0 = 0.0351$, $v_0 = 0.9189$

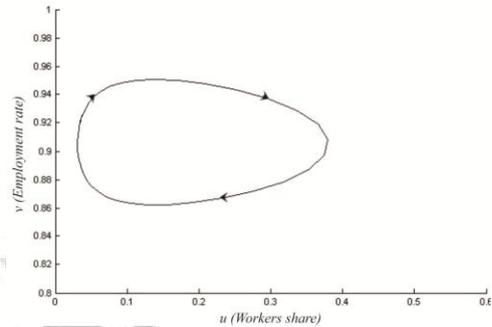


Grafik 4.2b Orbit kestabilan titik kritis $K_2 = (\bar{u}, \bar{v})$
untuk persamaan Kurva Phillips periode 2000-2004
Proyeksi di Bidang u-v

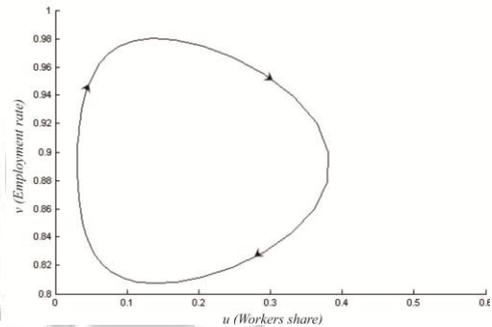


Grafik 4.2a Orbit kestabilan titik kritis $K_2 = (\bar{u}, \bar{v})$
untuk persamaan Kurva Phillips periode 2001-2003
Proyeksi di Bidang u-v

Dari hasil simulasi titik kritis K_2 pada grafik 4.2a dan grafik 4.2b, terlihat jika kedua siklus yang terbentuk berada diluar $(0;0)-(1;1)$. Hal ini menunjukkan jika kedua siklus yang terbentuk tidak ideal. Mengacu pada artikel Lars Weber mengenai perubahan nilai parameter, maka pada simulasi berikutnya akan digunakan nilai parameter lain pada parameter *capital output ratio* (σ) dengan memilih nilai σ yang lebih besar yaitu $\sigma = 7$.

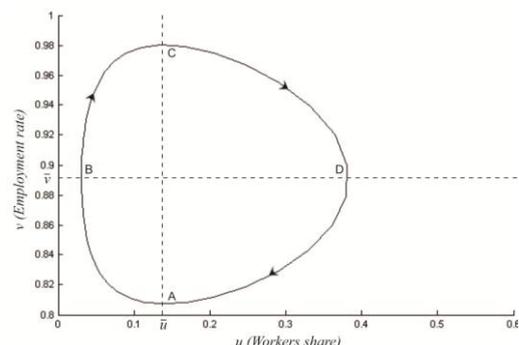


Grafik 4.3 a Perilaku siklus berdasarkan persamaan kurva Phillips periode 2001-2003 dengan perubahan parameter $\sigma = 7$



Grafik 4.3 b Perilaku siklus berdasarkan persamaan kurva Phillips periode 2000-2004 dengan perubahan parameter $\sigma = 7$

Dari kedua siklus diatas, secara numerik terlihat jika siklus yang lebih ideal dan lebih baik untuk hasil prediksi siklus antara *workers share* dan *employment rate* adalah siklus yang terbentuk berdasarkan persamaan Kurva Phillips periode 2000-2004. Dari grafik 4.3b akan diperlihatkan jika dari hasil solusi sistem model Goodwin terdapat 4 fase dalam perilaku siklus mangsa pemangsa antara *workers share* dan *employment rate* yang terbentuk dari dua garis saat $\frac{du}{dt} = 0$, dan $\frac{dv}{dt} = 0$, yang digambarkan pada grafik dibawah ini.



Grafik 4.4 Empat fase dalam perilaku siklus mangsa pemangsa antara *workers share* dan *employment rate*

5. SIMPULAN dan SARAN

5.1 Simpulan

Sistem Model Goodwin dalam siklus ekonomi berdasarkan relasi antara *workers share* dan *employment rate* adalah sebagai berikut :

$$\frac{du}{dt} = u[-(\alpha + (\rho - \gamma)) + (\rho v)]$$

$$\frac{dv}{dt} = v \left[\left(\frac{1}{\sigma} - (\alpha + \beta) \right) - \left(\frac{1}{\sigma} u \right) \right]$$

Dua titik kritis dari sistem model Goodwin, dengan $\beta = 0.0158$, $\gamma = 0.4872$, $\sigma = 1.6471$, dan $\rho = 3.4963$ yaitu:

1. $K_1 = (0,0)$
2. $K_2 = (0.974 - 1.6471\alpha, 0.286\alpha + 0.8606)$

Dari hasil analisis titik kritis K_1 dan K_2 diperoleh jenis kestabilan masing masing titik kritis sebagai berikut:

1. Titik kritis K_1 stabil saat parameter tingkat pertumbuhan produktifitas $\alpha > 0.5913$ dan jenis kestabilannya berupa titik *node*, stabil asimtotik. Dan titik kritis K_1 tak stabil saat $0 < \alpha < 0.5913$ dan jenis kestabilannya berupa titik sadel, tak stabil. Berdasarkan hasil simulasi, saat nilai parameter tingkat pertumbuhan produktifitas $\alpha > 0.5913$, akan terjadi penurunan aktivitas ekonomi, yaitu terjadi penurunan *employment rate* secara drastis, penurunan *employment rate* ini juga akan diiringi dengan penurunan pada *workers share* dan peristiwa ini akan terjadi berkepanjangan, sehingga aktivitas ekonomi dimasa depan akan berhenti.
2. Titik kritis K_2 stabil saat parameter tingkat pertumbuhan produktifitas $0 < \alpha < 0.5913$ dan jenis kestabilannya berupa titik *center* dan stabil.

Berdasarkan hasil simulasi, saat nilai parameter tingkat pertumbuhan produktifitas $\alpha < 0.5913$, solusi sistem berupa siklus berbentuk kurva tertutup (*center*) yang analog dengan solusi dari permodelan mangsa pemangsa Lotka Volterra. Tetapi dari siklus yang terbentuk menunjukkan jika nilai variabel *workers share* dan *employment rate* diluar interval (0,1), sehingga dilakukan perubahan terhadap nilai parameter *capital output ratio* yaitu $\sigma = 7$. Dari perubahan nilai parameter lain tersebut diperoleh solusi sistem berupa prediksi siklus Model Goodwin yang ideal dengan nilai variabel *workers share* dan *employment rate* di dalam interval (0,1).

5.2 Saran

Agar terjadi prediksi siklus Model Goodwin yang ideal di Indonesia, seharusnya untuk jumlah pendapatan yang telah dicapai selama ini, pemerintah harus meningkatkan modal atau

investasi yang ditanam di Indonesia minimal tiga kali lipat dari jumlah modal sekarang agar *capital output ratio* dapat meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aguiar, L.F. 2001. The Stability Properties of Goodwin's Growth Cycle Model. Braga :Universidade di Minho, Nipe Working Papers.
- [2] Boyce dan DiPrima. 1997. *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Braun, M. 1983. *Differential Equations and Their Applications*. New York: Springer-Verlag.
- [4] Chiang, A.C. 1991. *Dasar-Dasar Matematika Ekonomi*. Jakarta : Erlangga.
- [5] Domar, Evsey. 1994. *Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment*. *Ekonometica* 14, 137-147.
- [6] Dornbusch, R., Fischer, S., & Startz, R. 2004. *Makroekonomi*. Jakarta : PT. Media Global Edukasi.
- [7] Finizio dan Ladas. 1998. *Penerapan Diferensial Biasa dengan Penerapan Modern, Edisi Kedua*. Terjemahan Widiarti Santoso. Jakarta: Erlangga.
- [8] Goodwin, R.M. 1967. *A Growth Cycle*. Feinstein, C.H. (ed). *Socialism, Capitalism and Economic Growth*. Cambridge : Cambridge University Press, 54-58.
- [9] Harrod, R.F. 1939. *An Essay in Dynamic Theory*. *The Economic Journal* 49, 14-33.
- [10] Harvie, D. 2000. *Testing Goodwin : Growth Cycles in Ten OECD countries*. Cambridge : Journal of Economic 24, 349-376.
- [11] Lipsey, R.G., Steiner, P.O., & Purvis, D.D. 1991. *Pengantar Makroekonomi*. Jakarta : Erlangga.
- [12] Mankiw, N. G. 2000. *Teori Makroekonomi*. Jakarta : Erlangga.
- [13] Phillips, A.W. 1958. *The Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957*. *Economica*, 283-299.
- [14] Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung : Tarsito.
- [15] Schneider, D. 2011. *The Labor Share : A Review of Theory and Evidence*. Germany: Humboldt-Universitat zu Berlin.
- [16] Tebaldi, Claudio. Tanpa Tahun. *Chaotic Behavior in a Modified Goodwin's Growth Cycle Model*. Department of Mathematics Italy.
- [17] Tu PNV. 1994. *Dynamical System, An Introduction with Applications in Economics and Biology*. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag.
- [18] Weber, Lars. 2005. *A Contribution To Goodwin's Growth Cycle Model From A System Dynamics Perspective*. Germany : Brandenburg University of Technology Cottbus.