

PENERAPAN TEORI SOLOW-SWAN PADA PERTUMBUHAN EKONOMI

Kiki Amalia, Mariatul Kiftiah, Evy Sulistianingsih

INTISARI

Pertumbuhan ekonomi merupakan proses kenaikan jumlah produksi barang dan jasa secara terus menerus dalam jangka waktu yang panjang. Ada beberapa teori yang mengkaji tentang pertumbuhan ekonomi, salah satunya yaitu teori Solow-Swan. Teori ini menyebutkan terdapat tiga faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi yaitu pertumbuhan jumlah tenaga kerja, akumulasi modal, dan kemajuan teknologi. Bentuk dari teori Solow-Swan yaitu $Y=F(K, AL)$ dengan Y merupakan jumlah barang dan jasa yang diproduksi, K merupakan akumulasi modal, A merupakan kemajuan teknologi, dan L merupakan jumlah tenaga kerja. Penelitian ini akan mengkaji bentuk model, kondisi mapan, kestabilan dari teori Solow-Swan dan menerapkan teori tersebut dalam pertumbuhan ekonomi. Model ini dicari dengan menggunakan persamaan differensial biasa dan didapat modelnya yaitu $k=sf(k)-(n+g+\delta)k$. Solusi dari model menunjukkan bahwa kondisi mapan terjadi jika $k=sf(k)-(n+g+\delta)k$ dan model dikatakan stabil ketika $k = sf'(k)-(n+g+\delta)k < 0$. Selanjutnya dilakukan kajian untuk melihat perilaku dari model dengan menggunakan simulasi nilai parameter. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa fungsi produksi per jumlah tenaga kerja adalah $y=y^{0.5}$. Kemudian pada kondisi mapan akumulasi modal sebesar 4 unit satuan modal, sementara pada golden rule, akumulasi modal mencapai 0,5 unit satuan modal.

Kata kunci : Teori Neoklasik, Keseimbangan, Stabilisasi, Tingkat Pertumbuhan

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi adalah kenaikan jangka panjang dalam kemampuan suatu negara untuk menyediakan semakin banyak jenis barang ekonomi kepada penduduknya [1]. Faktor utama dalam pertumbuhan ekonomi dari setiap bangsa terdiri dari tiga faktor yaitu akumulasi modal, jumlah tenaga kerja dan kemajuan teknologi [1]. Faktor pertama yaitu akumulasi modal terjadi apabila sebagian dari pendapatan ditabung dan diinvestasikan kembali dengan tujuan memperbesar *output* dan pendapatan di kemudian hari [1]. Akumulasi modal meliputi semua jenis investasi yang ditanamkan pada tanah, peralatan fisik, modal dan sumber daya manusia. Faktor kedua yaitu jumlah tenaga kerja meliputi jumlah penduduk di suatu negara. Faktor ketiga yaitu kemajuan teknologi terjadi karena ditemukan cara baru dalam menangani pekerjaan tradisional seperti kegiatan menanam jagung, membuat pakaian dan membangun rumah [1]. Tiga faktor utama dalam pertumbuhan ekonomi tersebut dijelaskan dalam teori pertumbuhan ekonomi.

Teori pertumbuhan ekonomi dikelompokkan berdasarkan ide dari teori tersebut [2]. Teori pertumbuhan ekonomi terbagi atas mazhab historis, mazhab analitis, teori *Schumpeter* dan teori Ketergantungan (*Dependencia Theory*) [2]. Salah satu teori yang digunakan untuk mengetahui tingkat pertumbuhan ekonomi suatu negara adalah teori pertumbuhan neoklasik atau disebut dengan teori pertumbuhan *Solow-Swan* yang dikembangkan dari mazhab historis yang merupakan perbaruan dari teori *Harrord-Domar*.

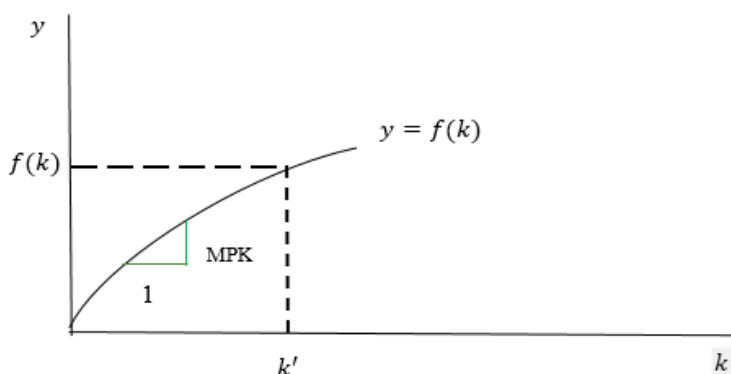
Teori *Solow-Swan* merupakan teori yang menyatakan bahwa tingkat pertumbuhan *output* ditentukan oleh pertumbuhan eksogen yaitu kemajuan teknologi [3]. Teori ini pertama kali dikembangkan oleh Robert M. Solow yang berasal dari Amerika Serikat pada tahun 1970 dan T.W. Swan dari Australia pada tahun 1956. Teori *Solow-Swan* menggunakan faktor teknologi yang digunakan secara efisien oleh setiap negara dan terdapat imbal hasil yang selalu berkurang (*diminishing returns*) terhadap akumulasi modal dan jumlah tenaga kerja. Teori ini memiliki beberapa

kelebihan yaitu perekonomian akan menuju ke suatu posisi keseimbangan jangka panjang, bisa lebih leluasa digunakan untuk menjelaskan masalah-masalah distribusi pendapatan, dan dapat menjelaskan faktor kemajuan teknologi di dalamnya. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini mengkaji tentang teori Solow-Swan dan penerapannya dalam pertumbuhan ekonomi.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menyusun asumsi dan mendefinisikan parameter dari teori *Solow-Swan*, menggunakan fungsi produksi untuk membentuk model dari teori *Solow-Swan*. Langkah selanjutnya adalah menentukan kondisi mapan dan dari kondisi mapan yang diperoleh untuk dianalisis kestabilan modelnya. Setelah menyelidiki kestabilan dari model, kemudian dilakukan studi kasus dengan menggunakan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dari teori *Solow-Swan*. Langkah terakhir adalah memberikan interpretasi model matematika dari model *Solow-Swan* yang dilakukan dengan menggunakan simulasi numerik dari nilai parameter.

PEMBENTUKAN MODEL MATEMATIKA TEORI *SOLOW-SWAN*

Analisis teori *Solow-Swan* diawali dengan mengkaji fungsi produksi. Fungsi produksi adalah hubungan fisik antara variabel yang dijelaskan (Y) dan variabel yang menjelaskan (X). Variabel yang dijelaskan biasanya berupa *output* dan variabel yang menjelaskan biasanya berupa *input*. Dengan fungsi produksi maka peneliti dapat mengetahui hubungan antara faktor produksi (*input*) dan produksi (*output*) [4]. Secara matematis, hubungan ini dapat ditulis $Y = F(K, L)$, dengan Y adalah *output*, K adalah akumulasi modal, dan L adalah jumlah tenaga kerja. Fungsi produksi memiliki sifat *constant return to scale* yaitu jika peningkatan dalam persentase yang sama dalam seluruh faktor produksi menyebabkan peningkatan *output* dalam persentase yang sama. Misalnya peningkatan *output* 10% lebih banyak ketika persentase modal dan jumlah tenaga kerja ditingkatkan hingga 10%. Secara matematis, fungsi produksi yang memiliki *constant return to scale* dapat ditulis dalam bentuk $zY = F(zK, zL)$. Fungsi produksi per jumlah tenaga kerja dapat digambarkan seperti Gambar 1 berikut :



Gambar 1 Fungsi Produksi Per Jumlah Tenaga Kerja

Fungsi produksi yang digunakan pada teori *Solow-Swan* didasarkan pada fungsi produksi yang dikembangkan oleh dua penulis Amerika, yaitu Charles Cobb dan Paul Douglas. Sekarang fungsi ini dikenal dengan fungsi produksi *Cobb-Douglas*. Fungsi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}$$

dengan α adalah pertambahan produksi yang diciptakan oleh pertambahan satu unit modal dan β adalah pertambahan produksi yang diciptakan oleh pertambahan satu unit jumlah tenaga kerja. Pertumbuhan ekonomi awalnya ditentukan dengan proses peningkatan modal. Proses ini hanya ditentukan oleh penawaran dan permintaan terhadap barang dan fungsi produksi terhadap akumulasi modal. Dengan memperhatikan penawaran dan permintaan terhadap barang, dapat diketahui faktor

yang menentukan banyaknya *output* yang diproduksi pada waktu tertentu. Dari modal ini akan terlihat pengaruh tingkat depresiasi dan investasi dalam mempengaruhi pertumbuhan ekonomi suatu negara. Persamaan model dicari dengan persamaan diferensial biasa karena hanya terdapat satu variabel bebas [5]. Untuk menentukan persamaan model dari teori *Solow-Swan* dilakukan beberapa analisis. Analisis pertama dimulai dengan melakukan pendekatan pengeluaran agrerat. Pendekatan ini digunakan untuk menghitung kondisi mapan pada pendapatan nasional yaitu pada kondisi pendapatan nasional sama dengan pengeluaran agrerat. Pendapatan nasional merupakan jumlah pendapatan yang diterima oleh seluruh rumah tangga di suatu negara dari penyerahan faktor-faktor produksi dalam suatu periode, sedangkan pengeluaran agrerat merupakan kuantitas total barang dan jasa yang diproduksi atau ditawarkan dalam suatu perekonomian. Kondisi saat pengeluaran agrerat (Y^e) sama dengan pendapatan nasional (Y) ditulis sebagai berikut :

$$Y^e = Y$$

Pengeluaran agrerat merupakan akumulasi antara besar konsumsi (C) dengan investasi kotor (I). Investasi kotor merupakan semua tambahan barang-barang modal selama periode tertentu baik tambahan baru maupun tambahan yang sifatnya pengganti barang-barang yang sudah ada, sehingga yang dapat ditulis dengan persamaan

$$Y^e = C + I \quad (1)$$

Persamaan 1 mengartikan bahwa pendapatan nasional merupakan penjumlahan dari konsumsi dan investasi. Konsumsi merupakan bagian dari pendapatan yang dibelanjakan (Y_d) dikurangi dengan tabungan nasional (S). Pendapatan yang dibelanjakan adalah pendapatan yang siap dimanfaatkan untuk membeli barang dan jasa yang dikonsumsi. Hubungan ini dapat ditulis sebagai berikut :

$$C = Y_d - S \quad (2)$$

Persamaan 2 dapat ditulis menjadi

$$Y - Y_d = I - S \quad (3)$$

Saat kondisi mapan, mengharuskan tingkat investasi sama dengan jumlah tabungan, atau besar pendapatan nasional sama dengan pendapatan yang dibelanjakan. Hal ini terjadi saat ruas kanan maupun ruas kiri pada Persamaan 3 bernilai 0. Hal ini berarti $Y = Y_d$ atau

$$I = S$$

Pada akhirnya investasi kotor sama dengan tabungan nasional. Tabungan nasional adalah bagian dari pendapatan nasional yang disimpan, yang dapat dituliskan sebagai

$$S = sY$$

dengan s adalah proporsi tabungan. Selanjutnya dilihat laju akumulasi modal terhadap waktu yang merupakan hasil pengurangan investasi kotor dengan depresiasi yaitu $\dot{K} = I - \delta K$

$$\dot{K} = sY - \delta K$$

dengan I adalah investasi kotor, δ adalah tingkat depresiasi, dan $\dot{K} = \frac{dK}{dt}$. Diperoleh perubahan persediaan modal per jumlah tenaga kerja efektif yaitu :

$$\frac{\dot{K}}{AL} = s \frac{Y}{AL} - \delta \frac{K}{AL}$$

Karena $y = \frac{Y}{AL}$, $k = \frac{K}{AL}$ maka

$$\frac{\dot{K}}{AL} = sy - \delta k$$

Disisi lain diasumsikan bahwa jumlah tenaga kerja (L) akan tumbuh secara konstan pada tingkat n dan kemajuan teknologi (A) pada tingkat g , yang berarti jumlah tenaga kerja efektif akan tumbuh pada tingkat

$$\frac{\dot{A}}{A} = g \text{ dan } \frac{\dot{L}}{L} = n$$

Karena $k = \frac{K}{AL}$ sehingga $\dot{k} = \frac{d(\frac{K}{AL})}{dt}$ dengan menggunakan sifat turunan parsial didapat

$$\dot{k} = \frac{\dot{K}}{AL} - \frac{K}{AL} \left(\frac{\dot{A}}{A} - \frac{\dot{L}}{L} \right)$$

Diperoleh persamaan *Solow-Swan* yaitu

$$\begin{aligned} \dot{k} &= sy - \delta k - (g + n)k \\ \Leftrightarrow \dot{k} &= sf(k) - \delta k - gk - nk \\ \Leftrightarrow \dot{k} &= sf(k) - (n + g + \delta)k \end{aligned}$$

Sehingga model pertumbuhan *Solow-Swan* dengan kemajuan teknologi yaitu

$$\dot{k} = sf(k) - (n + g + \delta)k \quad (4)$$

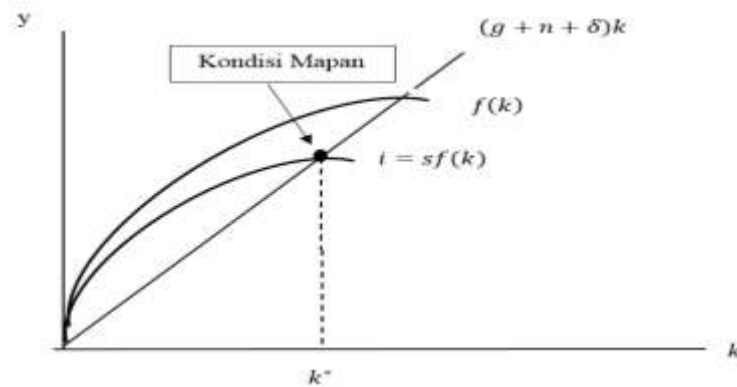
dengan \dot{k} adalah perubahan persediaan modal antara satu tahun tertentu dan tahun berikutnya, $sf(k)$ adalah *break even investment*, s adalah tingkat investasi per jumlah tenaga kerja, δ adalah tingkat depresiasi per jumlah tenaga kerja, n adalah tingkat pertumbuhan jumlah tenaga kerja per jumlah tenaga kerja, k adalah laju akumulasi modal per jumlah tenaga kerja, g adalah tingkat perkembangan teknologi yang mengoptimalkan jumlah tenaga kerja.

ANALISIS KESTABILAN SISTEM DI SEKITAR KONDISI MAPAN

Kondisi mapan untuk variabel k merupakan keadaan ketika variabel tidak berubah atau dapat dinyatakan dalam bentuk matematis, yaitu $\dot{k} = 0$. Dengan memisalkan $\dot{k} = 0$, Persamaan 4 menjadi

$$sf(k) = (g + n + \delta)k \quad (5)$$

Kondisi mapan pada Persamaan 5 dinotasikan dengan k^* . Gambar 2 berikut ini memberikan ilustrasi saat variabel k berada pada kondisi mapan yaitu k^* .



Gambar 2 Kondisi Mapan Model Solow-Swan

Turunan pertama dari $f(k) = \frac{(g+n+\delta)k}{s}$ adalah $\frac{(g+n+\delta)}{s}$. Ketika kondisi $f'(k) > 0$ menyatakan bahwa fungsi produksi meningkat sepanjang laju penurunan modal per jumlah tenaga kerja (k). Jika $f'(0) < g + n + \delta$, maka kondisi mapan lebih berhubungan dengan $k = 0$ karena dua buah kurva yaitu $sf(k)$ dan $[g + n + \delta]k$ akan bertemu pada titik $(0,0)$. Dengan adanya faktor kemajuan teknologi, pertumbuhan ekonomi suatu negara tumbuh dengan cepat ketika berada dalam kondisi mapan [6]. Masalah nilai awal mengartikan bahwa kurva awal $sf(k)$ akan naik hingga bertemu dengan kurva $[g + n + \delta]k$. Nilai kondisi mapan berhubungan dengan nilai $k = k^*$ adalah stabil. Jika diberikan fungsi $\psi(k)$ maka $\psi(k) = sf'(k^*) - (g + n + \delta)$. Perlu diperhatikan bahwa jika $\psi'(k^*) < 0$, maka kondisi mapan stabil. Keadaan kondisi mapan k^* adalah stabil ketika $sf'(f(k^*)) - [g + n + \delta] < 0$. Seperti tampak pada Gambar 2, bahwa kemiringan kurva $sf(k)$, pada kondisi mapan $k = k^*$ akan

kurang dari kemiringan pada kurva $[g + n + \delta]k$, yang mengakibatkan $sf'(k^*) < [g + n + \delta]k^*$. Sehingga, dapat ditentukan nilai $\psi'(k^*) < 0$, yang berarti bahwa k^* stabil.

Setelah didapat kestabilan sistem, selanjutnya dapat ditentukan *golden rule level of capital* yang merupakan nilai kondisi mapan modal yang memaksimalkan konsumsi. Diketahui bahwa konsumsi per jumlah tenaga kerja adalah $c = y - i$, *output* pada kondisi mapan adalah $f(k^*)$ dan investasi pada kondisi mapan adalah $(\delta + n + g)k^*$, maka persamaan konsumsi kondisi mapan sebagai berikut :

$$c^* = f(k^*) - (\delta + n + g)k^* \quad (6)$$

Kemudian Persamaan 6 diturunkan sehingga didapat

$$\frac{dc^*}{dk^*} = \frac{df(k^*)}{dk^*} - \frac{d(\delta + n + g)k^*}{dk^*} = f'(k^*) - (\delta + n + g)$$

Ditetapkan bahwa $\frac{dc^*}{dk^*} = 0$ dan karena $f'(k^*)$ adalah produk marginal modal, maka diperoleh kondisi *golden rule*

$$MPK - (\delta + n + g) = 0 \Leftrightarrow MPK = n + g + \delta$$

Jadi, dalam kondisi mapan *golden rule* produk marginal modal setelah terdepresiasi sama dengan tingkat pertumbuhan *output* total.

SIMULASI MODEL MATEMATIKA TEORI SOLOW-SWAN

Simulasi model bertujuan untuk mengetahui penerapan model dengan parameter yang telah ditentukan. Misalkan suatu negara memiliki perekonomian yang dijelaskan oleh teori pertumbuhan *Solow-Swan* dengan fungsi produksi berikut ini :

$$Y = K^{1/2}(AL)^{1/2}$$

Negara tersebut memiliki tingkat tabungan 25% , tingkat pertumbuhan jumlah tenaga kerja 1%, tingkat kemajuan teknologi adalah 1,5% dan tingkat depresiasi 10% per tahun. Tentukan *output* produksi per jumlah tenaga kerja , nilai kondisi mapan dari laju akumulasi modal per jumlah tenaga kerja, tingkat konsumsi per jumlah tenaga kerja dan investasi. Kemudian tentukan nilai laju akumulasi modal per jumlah tenaga kerja dan *output* produksi per jumlah tenaga kerja jika negara tersebut menerapkan *golden rule*.

Penyelesaian :

Pertama akan dicari fungsi produksi per jumlah tenaga kerja yang diperoleh sebagai berikut :

$$y = f(k) = \frac{Y}{AL} = \frac{K^{1/2}(AL)^{1/2}}{AL} = \frac{K^{1/2}}{(AL)^{1/2}} = k^{1/2}$$

Setelah mengetahui fungsi produksi yaitu $k^{1/2}$, dapat dicari nilai kondisi mapan (k^*) dan diperoleh

$$\frac{1}{f(k)} = \frac{s}{(\delta + n + g)k} \Rightarrow k^* = 4$$

Nilai kondisi mapan untuk k^* adalah 4, kemudian dapat dicari nilai kondisi mapan dari y

$$y = k^{0,5} \Rightarrow y^* = 2$$

Nilai kondisi mapan y^* digunakan untuk mencari tingkat konsumsi per jumlah tenaga kerja dan diperoleh

$$c^* = (1 - s)y^* = (1 - 0,25)(2) = 1,5$$

Dari nilai kondisi mapan dari y dan c digunakan untuk mencari kondisi mapan dari i yaitu dengan menghitung tingkat investasi per jumlah tenaga kerja

$$y = c + i \Leftrightarrow i = y - c$$

Sehingga diperoleh $i^* = y^* - c^* = 2 - 1,5 = 0,5$. Karena diperoleh tingkat konsumsi masyarakat sebesar 1,5 atau 150% sementara tingkat tabungan yang diinvestasi hanya sebesar 0,5 atau 50% dapat

dilihat bahwa terdapat perbedaan yang jauh antara tingkat investasi dan konsumsi di masyarakat tersebut. Sehingga untuk menyeimbangkan antara tingkat konsumsi dan tabungan dicari nilai *golden rule* dengan $MPK = \delta + n + g$. Diketahui bahwa $Y = K^{1/2}(AL)^{1/2}$ dan diturunkan terhadap K didapat

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = \frac{\partial (K^{\frac{1}{2}}(AL)^{\frac{1}{2}})}{\partial K} = \frac{1}{2} \frac{AL^{\frac{1}{2}}}{K^{\frac{1}{2}}}$$

Karena $\frac{K}{AL} = k \Rightarrow \frac{AL}{K} = 1/k$ sehingga $\frac{\partial Y}{\partial K} = \frac{1}{2} \frac{AL^{1/2}}{K^{1/2}}$ menjadi $\frac{\partial Y}{\partial K} = \frac{1}{2k^{1/2}}$. Pada saat *golden rule* nilai MPK harus sama dengan $(\delta + n + g)$ akibatnya

$$\frac{1}{2k^{1/2}} = (\delta + n + g) \Rightarrow k^{**} = 0,5$$

Didapat nilai $k^{**} = 0,5$ sehingga $y^{**} = k^{1/2} = (0,5)^{1/2} = 0,7$. Adapun tingkat konsumsi yaitu $c^{**} = y^{**} - 0,125k^{**} = 0,7 - 0,125(0,5) = 0,63$ dan tingkat tabungan yaitu $s^{**} = 1 - \left(\frac{c^{**}}{y^{**}}\right) = 1 - \frac{0,63}{0,7} = 0,1$. Jadi pada saat *golden rule* nilai akumulasi modal sebesar 0,5 unit satuan modal dengan tingkat konsumsi 0,63 atau 63% dan tingkat tabungan jumlah tenaga kerja sebesar 0,1 atau 10%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa saat kondisi perekonomian membaik, tingkat konsumsi jumlah tenaga kerja tidak berbeda jauh dengan tingkat tabungan.

PENUTUP

Teori *Solow-Swan* dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu akumulasi modal, tingkat jumlah tenaga kerja, dan kemajuan teknologi. Akumulasi modal dipengaruhi oleh tabungan, konsumsi, dan investasi. Semakin besar pendapatan yang ditabung, investasi juga semakin meningkat. Sementara jumlah tenaga kerja dalam teori ini merupakan jumlah penduduk di suatu negara. Faktor kemajuan teknologi dapat dilihat dari peningkatan jumlah barang yang diproduksi setiap tahunnya. Jika jumlah produksi meningkat maka teknologi suatu negara meningkat karena mesin yang digunakan diperbarui. Model matematika teori pertumbuhan ekonomi *Solow-Swan* adalah $\dot{k} = sf(k) - (n + g + \delta)k$. Analisis model matematika dari teori pertumbuhan ekonomi *Solow-Swan* menghasilkan kondisi mapan yaitu $sf(k^*) = (g + n + \delta)k^*$. Jika $sf(k^*) > (g + n + \delta)k^* \Rightarrow \dot{k} > 0$ maka akumulasi modal k tumbuh sepanjang kondisi mapan baru. Jika $sf(k^*) < (g + n + \delta)k^* \Rightarrow \dot{k} < 0$ maka akumulasi modal k mengalami penurunan karena rendahnya tingkat tabungan. Analisis kestabilan dari model dalam penelitian ini adalah stabil ketika $sf'(k) - [g + n + \delta] < 0$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Todaro MP, Smith SC. *Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga*. Jakarta: Erlangga; 2003.
- [2]. Iswanto RJ. *Pemodelan Matematika*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2012.
- [3]. Dornbusch R, Fischer S, Starz R. *Makro Ekonomi*. Jakarta: PT Media Global Edukasi; 2006.
- [4]. Mankiw G. *Teori Makroekonomi*. Jakarta: Erlangga; 2006.
- [5]. Baiduri. *Persamaan Differensial dan Matematika Model*. Malang: UMN Press; 2002.
- [6]. Duczynski P. On the Extenden Version of the *Solow-Swan* Model. *Bulletin of Czech Econometric Society*. 2003; 10:39-58.

KIKI AMALIA

:FMIPA UNTAN, Pontianak, amalia.kiki95@rocketmail.com

MARIATUL KIFTIAH

:FMIPA UNTAN, Pontianak, kiftiahmariatul@gmail.com

EVY SULISTIANINGSIH

:FMIPA UNTAN, Pontianak, evysulistianingsih@gmail.com