

Teori Permainan Pada Model Pasar Duopoli Cournot-Bertrand dengan Informasi Terbatas

Vivilia Azmiati¹, Muhammad Subhan²

¹²Program Studi Matematika, Universitas Negeri Padang
e-mail: azmiativivi@gmail.com

Abstrak

Model duopoli cournot-bertrand merupakan model yang umum terjadi dalam persaingan pasar. Model ini biasanya memiliki informasi terbatas tentang pasar dan lawannya yang perlu dipertimbangkan, dimana pasar memiliki permintaan linier dan dua perusahaan memiliki biaya marjinal tetap yang sama. Dalam model ini, perusahaan satu memilih output dan perusahaan dua memilih harga sebagai variabel keputusannya, dengan asumsi terdapat tingkat diferensiasi tertentu antara produk yang ditawarkan oleh perusahaan guna menghindari seluruh pasar dikuasai oleh perusahaan yang menetapkan harga lebih rendah. Tujuan penelitian ini adalah membentuk model permainan duopoli cournot bertrand, menganalisis stabilitas titik kesetimbangan dan menginterpretasi hasil simulasi model. Penelitian ini dapat dikategorikan sebagai penelitian dasar. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif. Model permainan ini berbentuk sistem persamaan diferensial. Pada analisis model permainan di temukan empat titik kesetimbangan. Berdasarkan analisis dari hasil simulasi yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa dari empat titik kesetimbangan yang ada, hanya satu titik kesetimbangan yang stabil.

Kata kunci: *Teori Permainan, Model Duopoli, Cournot, Bertrand*

Abstract

The Cournot-Bertrand duopoly model is a model that commonly occurs in market competition. These models typically have limited information about the market and its counterparties to consider, where the market has linear demand and the two firms have the same fixed marginal costs. In this model, company one chooses output and company two chooses price as the decision variable, assuming there is a certain level of differentiation between the products offered by the company in order to avoid the entire market being controlled by the company that sets the lower price. The aim of this research is to form a Cournot Bertrand duopoly game model, analyze the stability of the equilibrium point and interpret the results of the model simulation. This research can be recommended as basic research. The method used is a descriptive method. This game model is in the form of a system of differential equations. In the game model analysis, four balance points were found. Based on the analysis of the simulation

results that have been carried out, it shows that of the four existing equilibrium points, only one equilibrium point is stable.

Keywords : *Game Theory, Model Duopoly, Cournot, Bertrand*

PENDAHULUAN

Pasar oligopoli adalah pasar yang terdiri dari beberapa produsen yang menghasilkan produk yang sama atau homogen [1]. Oligopoli adalah struktur pasar antara monopoli dan pasar sempurna, dimana pasar hanya dikuasai oleh beberapa perusahaan yang memproduksi barang yang sama atau homogen. Salah satu model dalam pasar oligopoli adalah model duopoli, yaitu model pasar yang terdiri dari dua perusahaan yang saling bersaing [2].

Oligopoli cournot dan oligopoli bertrand merupakan dua model yang paling menonjol dalam teori oligopoli. Dalam model cournot, perusahaan mencoba untuk meningkatkan hasil produksi yang mempengaruhi harga pasar. Asumsi utama dalam model ini adalah jika sebuah perusahaan telah menentukan tingkat outputnya, maka perusahaan tersebut tidak akan mengubahnya [3]. Atas dasar asumsi ini lah, pesaingnya akan menentukan tingkat outputnya. Sedangkan dalam model bertrand, perusahaan bersaing dalam hal harga dan dapat mengubah jumlah yang dipasok dengan cepat. Model ini mengasumsikan bahwa konsumen akan selalu membeli dari perusahaan dengan harga terendah dan pangsa pasar akan dibagi rata antara perusahaan yang menawarkan harga yang sama [4].

Persaingan duopoli cournot-bertrand merupakan persaingan yang umum terjadi di pasar, yang dicirikan oleh fakta bahwa pasar dapat dibagi dua kelompok perusahaan, yang perusahaan pertama menyesuaikan harga secara optimal dan perusahaan lainnya menyesuaikan output secara optimal untuk memaksimalkan keuntungan. Salah satu cara yang digunakan dalam persaingan duopoli cournot-bertrand untuk memaksimalkan keuntungannya yaitu menggunakan teori permainan [5]. Teori permainan merupakan suatu model matematika yang digunakan dalam situasi konflik atau persaingan antara berbagai kepentingan yang saling berhadapan sebagai pesaing [6]. Teori permainan dapat digunakan untuk menganalisa proses pengambilan keputusan dalam situasi sejumlah pemain bersaing, mengetahui bahwa pemain-pemain lain akan bereaksi terhadap gerakan-gerakan mereka, dan memperhitungkan reaksi pemain-pemain lain tersebut ketika mereka melakukan gerakan [7]. Penerapan teori permainan dalam mencari solusi optimal dalam meningkatkan pemasaran sangat efektif.

Permasalahan dalam model duopoli cournot-bertrand adalah memodelkan setiap situasi persaingan dan interaksi dalam pasar tersebut ke dalam suatu model permainan. Setiap perusahaan ingin memaksimalkan payoff dengan cara memilih output dan harga yang dapat memberikan maksimum. Misalnya, dalam pasar duopoli, satu perusahaan bersaing dalam posisi dominan, dan perusahaan tersebut memilih output sebagai variabel keputusannya, sementara perusahaan lainnya berada dalam posisi yang kurang menguntungkan, sehingga perusahaan tersebut memilih harga

sebagai variabel keputusan untuk mendapatkan pangsa pasar yang lebih besar, dengan asumsi bahwa kedua perusahaan mengambil keputusan tersebut dengan rasional.

Sehingga pada penelitian ini, akan menyusun model duopoli cournot-bertrand, dengan asumsi bahwa kedua perusahaan masing-masing akan memilih output dan harga sebagai variabel keputusannya, dan kedua perusahaan memiliki ekspektasi rasional terbatas. Dimana pasar memiliki permintaan linier dan kedua perusahaan memiliki biaya marjinal tetap yang sama. Keterbatasan informasi dapat menyebabkan informasi yang didapatkan tidak lengkap. Dalam pengambilan keputusan, kedua perusahaan secara rasional memperhitungkan semua informasi yang mereka ketahui. Dalam persaingan tersebut, diasumsikan bahwa terdapat tingkat diferensiasi tertentu antara produk yang ditawarkan oleh perusahaan untuk menghindari seluruh pasar di tempati oleh perusahaan yang menerapkan harga yang lebih rendah.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian dasar atau teoritis. Adapun metode yang digunakan adalah analisis teoritis berdasarkan kajian literatur. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan referensi yang sesuai dengan topik penelitian baik itu berasal dari buku, jurnal, atau sumber-sumber dari internet.

Terdapat langkah-langkah dalam menyelesaikan permasalahan penelitian. Maka teknik analisis untuk menyelesaikan masalah penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi masalah sesungguhnya yang akan diangkat dalam penelitian yaitu mengenai pasar duopoli cournot bertrand yang memiliki informasi terbatas mengenai pasar.
2. Mengumpulkan teori-teori yang relevan dengan masalah pasar duopoli.
3. Membentuk model permainan pasar duopoli cournot bertrand yang memiliki informasi terbatas dengan terlebih dahulu menentukan asumsi, variabel, parameter dan yang berkaitan dengan masalah tersebut.
4. Menentukan hasil analisis dari model permainan yang dibentuk.
5. Menginterpretasikan hasil analisis dari model permainan tersebut.
6. Menarik kesimpulan dari hasil analisis yang telah diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Model Permainan Duopoli Cournot Bertrand

Berdasarkan tahapan-tahapan dalam membentuk sebuah model permainan, tahap pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi masalah yang akan diteliti. Tahapan ini dilakukan dengan menentukan faktor-faktor sesuai dengan permasalahan, meliputi menentukan asumsi, mengidentifikasi variabel dan parameter serta membentuk hubungan antara variabel dan parameter tersebut:

Adapun beberapa asumsi dalam pembentukan model permainan duopoli cournot bertrand yaitu sebagai berikut:

1. Diasumsikan kedua perusahaan bersaing dan menghasilkan barang yang sama, dimana perusahaan 1 bersaing dalam output (Cournot) dan perusahaan 2 bersaing dalam harga (Bertrand).
2. Biaya marginal masing-masing perusahaan sama, yaitu $c > 0$ dan fungsi biaya mempunyai bentuk linier yaitu cq_i , dimana $i=1,2$.
3. Terdapat tingkat diferensiasi tertentu antara produk yang ditawarkan oleh perusahaan untuk menghindari seluruh pasar ditempati oleh perusahaan yang menerapkan harga lebih rendah, $d > 0$.
4. Diasumsikan kedua perusahaan memiliki ekspektasi rasional yang terbatas.
Berdasarkan asumsi-asumsi di atas, dapat didefinisikan untuk variabel dan parameter modelnya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Variabel dalam Model Permainan Duopoli Cournot Bertrand

Variabel	Keterangan
q_1	Kuantitas produk dari perusahaan 1
q_2	Kuantitas produk dari perusahaan 2
p_1	Harga produk dari perusahaan 1
p_2	Harga produk dari perusahaan 2

Tabel 2. Parameter dalam Model Permainan Duopoli Cournot Bertrand

Parameter	Keterangan
c	Biaya marginal
d	Parameter derajat diferensiasi produk
α	Parameter elastisitas output
β	Parameter elastisitas harga

Kita misalkan q_1 mewakili output dari perusahaan 1 dan p_2 mewakili harga dari perusahaan 2. Oleh karena itu, fungsi permintaan dapat ditulis dalam dua variabel strategi q_1 dan p_2 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} p_1(t) &= 1 - d - (1 - d^2)q_1(t) + dp_2(t) \\ q_2(t) &= 1 - p_2(t) - dq_1(t) \end{aligned}$$

Sehingga di dapat fungsi labanya adalah

$$\pi_1(t) = (1 - d - (1 - d^2)q_1(t) + dp_2(t))q_1(t) - c_1q_1(t) \quad (1)$$

$$\pi_2(t) = p_2(t)(1 - p_2(t) - dq_1(t)) - c_2(1 - p_2(t) - dq_1(t)) \quad (2)$$

Dengan adanya asumsi, variabel, parameter, dan persamaan (1) dan (2) di atas, maka akan terbentuk mekanisme model permainan yaitu:

$$q_1(t + 1) = q_1(t) + \alpha q_1(t)(1 - c - d + dp_2(t) - 2q_1(t) + 2d^2q_1(t)) \quad (3)$$

$$p_2(t + 1) = p_2(t) + \beta p_2(t)(1 + c - dq_1(t) - 2p_2(t)) \quad (4)$$

Dimana $\alpha > 0$ dan $\beta > 0$.

B. Analisis Model Permainan Duopoli Cournot Bertrand

1. Titik Keseimbangan (*Equilibrium Point*)

Titik kesetimbangan dari sistem (3) dan (4) dapat di peroleh dengan menjadikan ruas kanan masing-masing persamaan sama dengan nol. Model permainan ini akan setimbangan apabila $q_1(t + 1) = q_1(t) = q_1$ dan $p_2(t + 1) = p_2(t) = p_2$. Sehingga persamaan (3) dan (4) menjadi:

$$\begin{aligned} \alpha q_1(1 - c - d + dp_2 - 2q_1 + 2d^2q_1) &= 0 \\ \beta p_2(1 + c - dq_1 - 2p_2) &= 0 \end{aligned}$$

Maka kombinasi yang mungkin dari sistem tersebut adalah

1. $q_1 = 0$
2. $1 - c - d + dp_2 - 2q_1 + 2d^2q_1 = 0$
3. $p_2 = 0$
4. $1 + c - dq_1 - 2p_2 = 0$

Dengan demikian ada empat kemungkinan titik kesetimbangan pada model permainan duopoli cournot bertrand yaitu:

1. $E_1 = (0,0)$
2. $E_2 = \left(0, \frac{1+c}{2}\right)$
3. $E_3 = \left(\frac{1-c-d}{2(1-d^2)}, 0\right)$
4. $E_4 = \left(\frac{2-2c-d+dc}{(4-3d^2)}, \frac{2+2c-d+cd-d^2-2cd^2}{(4-3d^2)}\right)$

Karena titik kesetimbangan tidak selalu ada disetiap kondisi, maka terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh masing-masing titik ada dan bernilai positif, sehingga klasifikasi titik tetap dapat kita lihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Klasifikasi Syarat Titik Tetap

Titik tetap	Syarat Nilai Parameter	
	c	d
E_1	Tanpa syarat	Tanpa syarat
E_2	$c > 0$	Tanpa syarat
E_3	$0 < c < 1$	$d < 1 - c$
E_4	$0 < c < 1$	$0 < d^2 < \frac{4}{3}$

Dapat diketahui bahwa titik kesetimbangan E_1 selalu ada disetiap kondisi tanpa dipengaruhi oleh nilai parameter manapun.

2. Kestabilan Titik Kesetimbangan

Analisis kestabilan titik kesetimbangan dapat ditentukan dengan cara mencari nilai eigen dan matriks jacobi dari persamaan (3) dan (4) maka:

$$Jf(q_1, p_2) = \begin{bmatrix} J11 & \alpha dq_1 \\ -\beta dp_2 & J22 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Dimana $J11 = 1 + \alpha(1 - c - d + dp_2 + 4(d^2 - 1)q_1)$ dan $J22 = 1 + \beta(1 + c - 4p_2 - dq_1)$.

Untuk mengetahui sifat titik kesetimbangan dimasa yang akan mendatang, maka titik kestabilan harus diuji kestabilannya terlebih dahulu melalui linierisasi nilai-nilai eigen. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mensubstitusikan setiap titik kesetimbangan $E_1(0,0)$, $E_2\left(0, \frac{1+c}{2}\right)$, $E_3\left(\frac{1-c-d}{2(1-d^2)}, 0\right)$, dan $E_4\left(\frac{2-2c-d+dc}{(4-3d^2)}, \frac{2+2c-d+cd-d^2-2cd^2}{(4-3d^2)}\right)$ terhadap matriks jacobian (7) di atas sebagai berikut:

1. Kestabilan Titik Kesetimbangan Trivial Atau E_1

Dengan cara mensubstitusikan titik kesetimbangan $E_1 = (0,0)$, pada matriks di atas maka akan diperoleh untuk persamaan karakteristiknya adalah $[\lambda - (1 + \alpha(1 - c - d))][\lambda - (1 + \beta(1 + c))] = 0$. Sehingga dapat ditentukan untuk nilai-nilai eigen dari persamaan karakteristiknya adalah $\lambda_1 = 1 + \alpha(1 - c - d)$ dan $\lambda_2 = 1 + \beta(1 + c)$. Jelas $\lambda_2 > 1$, maka titik ekuilibrium $E_1 = (0,0)$ tidak stabil. Hal ini berarti tidak ada perusahaan yang bersaing karena tidak adanya permintaan pasar atau ada alasan untuk tidak memproduksi.

2. Kestabilan Titik Kesetimbangan Bebas Perusahaan 1 Atau E_2

Dengan cara mensubstitusikan titik kesetimbangan $E_2 = \left(0, \frac{1+c}{2}\right)$ pada matriks di atas maka akan diperoleh untuk persamaan karakteristiknya adalah $[\lambda - (1 + \alpha(1 - c)\left(1 - \frac{d}{2}\right))][\lambda - (1 - \beta(1 + c))] = 0$. Jadi dapat ditentukan untuk nilai-nilai eigen dari persamaan karakteristiknya yaitu $\lambda_1 = 1 + \alpha(1 - c)\left(1 - \frac{d}{2}\right)$ dan $\lambda_2 = 1 - \beta(1 + c)$. Ketika $c < 1$ dan jelas $\lambda_1 > 1$ maka titik ekuilibrium E_2 tidak stabil. Hal ini dapat disimpulkan bahwa perusahaan 2 mendominasi pasar, sementara perusahaan 1 tidak memproduksi apapun.

3. Kestabilan Titik Kesetimbangan Bebas Perusahaan 2 Atau E_3

Dengan cara mensubstitusikan titik kesetimbangan $E_3 = \left(\frac{1-c-d}{2(1-d^2)}, 0\right)$ pada matriks di atas maka akan diperoleh untuk persamaan karakteristiknya adalah $[\lambda - (1 + \alpha(c + d - 1))][\lambda - \left(1 - \beta\left(\frac{2+2c-(1-c)d-(1+2c)d^2}{2(1-d^2)}\right)\right)] = 0$. Maka didapat nilai eigen, yaitu $\lambda_1 = 1 + \alpha(c + d - 1)$ dan $\lambda_2 = 1 - \beta\left(\frac{2+2c-(1-c)d-(1+2c)d^2}{2(1-d^2)}\right)$. Ketika $c < 1$ dan jelas $\lambda_2 > 1$ maka titik ekuilibrium E_3 tidak stabil. Hal ini dapat disimpulkan bahwa perusahaan 1 mendominasi pasar, sementara perusahaan 2 tidak memproduksi apapun.

4. Kestabilan Titik Kesetimbangan Endemik atau E_4

Dengan cara mensubstitusikan titik kesetimbangan $E_4 = \left(\frac{2-2c-d+dc}{(4-3d^2)}, \frac{2+2c-d+cd-d^2-2cd^2}{(4-3d^2)}\right)$ pada matriks. Karena persamaan lebih sulit untuk menghitung secara eksplisit, maka untuk mengevaluasi

stabilitas titik ekuilibrium nash dengan menggunakan kondisi stabilitas berikut [8]:

- a. $1 + tr(J(E_4)) + det(J(E_4)) > 0$
- b. $1 - tr(J(E_4)) + det(J(E_4)) > 0$
- c. $1 - det(J(E_4)) > 0$

Dimana $tr(J(E_4))$ dan $det(J(E_4))$ masing-masing merupakan jejak dan determinan dari matriks jacobian pada titik $E_4(q_1^*, p_2^*)$. Sehingga didapat,

$$tr(J(E_4)) = \frac{3d^2-4+2\alpha(1-c)(2-d-2d^2+d^3)}{(3d^2-4)} + \frac{3d^2-4+2\beta(2-d-2d^2+c(2+d-2d^2))}{(3d^2-4)}$$

$$det(J(E_4)) = \left[\frac{3d^2-4+2\alpha(1-c)(2-d-2d^2+d^3)}{(3d^2-4)} \right] \left[\frac{3d^2-4+2\beta(2-d-2d^2+c(2+d-2d^2))}{(3d^2-4)} \right] -$$

$$\left[\frac{\alpha(c-1)(2-d)}{(4-3d^2)} \right] \left[\frac{\beta d(2-d-2d^2+c(2+d-2d^2))}{(3d^2-4)} \right]$$

Pertidaksamaan di atas menentukan suatu wilayah dimana titik ekuilibrium nash E_4 stabil secara lokal. Pelanggaran terhadap ketidakpersamaan tunggal dalam a, b, dan c, sementara dua ketidakpersamaan lainnya benar.

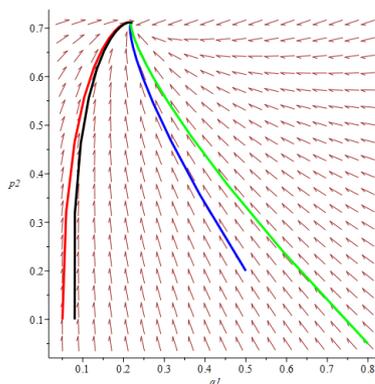
C. Simulasi Model Permainan Duopoli Cournot Bertrand

1. Simulasi Kestabilan Titik Tetap

Simulasi kestabilan titik tetap model permainan duopoli cournot bertrand dengan informasi terbatas dilakukan dalam membentuk faseportrait dan trayektori dari beberapa kondisi awal yang berbeda. Dari faseportrait yang dihasilkan, dapat dilihat bahwa jika medan vektor menuju titik tetap pada waktu tertentu maka dapat disimpulkan bahwa keberadaan titik tetap tersebut ada dan benar. Simulasi kestabilan titik tetap ini dapat digunakan sebagai alat menguji keberadaan titik tetap. Jika semua titik pada kondisi nilai awal yang berbeda menuju satu titik tetap yang sama maka titik tersebut adalah stabil asimtotik.

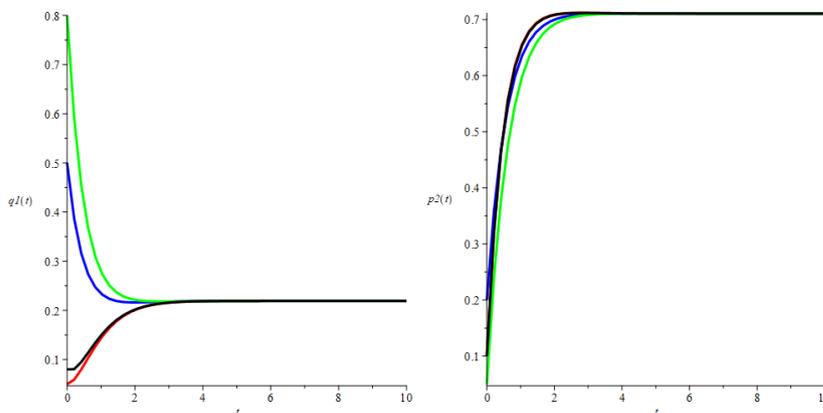
- a. Untuk kondisi jika $0 < c < 1$ dan $d < 1 - c$

Kita akan melakukan simulasi dengan nilai Parameter yang digunakan adalah $\alpha = 2.0, \beta = 1.5, c = 0.52, d = 0.45$ pada kondisi ini, terdapat empat titik tetap yang muncul bersamaan adapun titik yang muncul adalah $(0,0), (0.0188,0), (0,0.760), (0.2193, 0.7106)$. Kemudian kita akan melihat titik tetap yang stabil diperoleh faseportrait dan trayektori sebagai berikut:



Gambar 1. Phaseportrait untuk kasus $0 < c < 1$ dan $d < 1 - c$

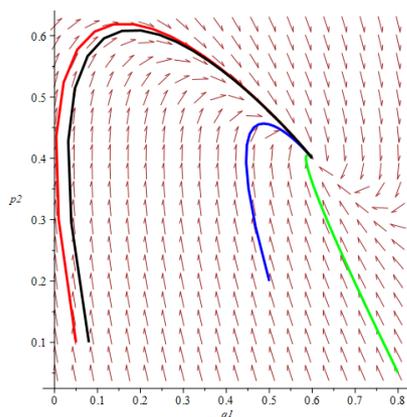
Dapat dilihat bahwa, untuk semua nilai awal menuju satu titik yang menyebabkan kondisi stabil tersebut yaitu titik $(0.2193, 0.7106)$. Sehingga terbukti bahwa keberadaan titik tetap E_4 tersebut ada dan stabil pada kondisi $0 < c < 1$ dan $d < 1 - c$. Kemudian akan diberikuaan trayektori untuk kasus di atas.



Gambar 2. Traayektori untuk kasus $0 < c < 1$ dan $d < 1 - c$

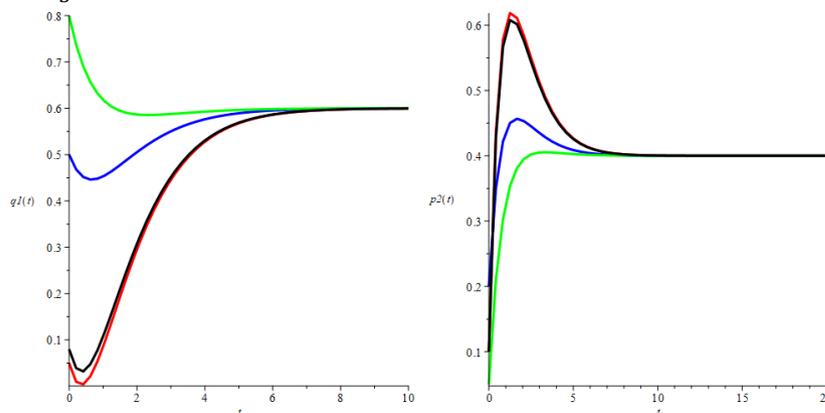
b. Untuk kondisi jika $0 < c < 1$ dan $d^2 < \frac{4}{3}$

Kita akan melakukan simulasi dengan nilai parameter yang digunakan adalah $\alpha = 2.0, \beta = 1.5, c = 0.52, d = 1$ pada kondisi ini, terdapat tiga titik tetap yang muncul bersamaan adapun titik yang muncul adalah $(0,0), (0,0.70)$, dan $(0.60,0.40)$. Kemudian kita akan melihat titik tetap yaang stabil diperoleh phaseportrait daan trayektori sebagai berikut:



Gambar 3. Phaseportrait untuk kasus $0 < c < 1$ dan $d^2 < \frac{4}{3}$

Dapat dilihat bahwa, untuk semua nilai awal menuju satu titik yang menyebabkan kondisi stabil tersebut yaitu titik (0.60,0.40), sehingga terukti bahwa keberadaan titik tetap E_4 tersebut ada dan stabil pada kondisi $0 < c < 1$ dan $d^2 < \frac{4}{3}$. Kemudian akan diberikuaan trayektori untuk kasus di atas.



Gambar 4. Phaseportrait untuk kasus $0 < c < 1$ dan $d^2 < \frac{4}{3}$

D. Interpretasi

Model permainan duopoli cournot bertrand menghasilkan 4 titik kesetimbangan. Pada titik kesetimbangan E_4 di setiap kondisi akan selalu stabil. Dimana titik kesetimbangan E_4 menghasilkan bahwa perusahaan 1 dan perusahaan 2 sama-sama memproduksi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, maka diperoleh model duopoli cournot bertrand berbentuk sistem persamaan diferensial, sehingga diperoleh hasil analisis model dengan titik kesetimbangan dengan hasil menyatakan bahwa persamaan tersebut

stabil dan konvergen menuju keseimbangan tertentu (titik tetap). Maka disimpulkan bahwa baik perusahaan 1 maupun perusahaan 2 sama-sama memproduksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siregar, R.T. dkk. 2021. Ekonomi Industri. Medan: Yayasan Kita Menulis
- [2] Sudarsono. 1995. Pengantar Ekonomi Mikro. Jakarta: LP3ES
- [3] Sugiarto dkk. 2007. Ekonomi Mikro Sebuah Kajian Komprehensif. Jakarta : Gramedia Pustaka
- [4] Hubbard, R. G. dkk. 2015. Microeconomics 3. Person Australia
- [5] Paul, A. Samuel &Williem D. Nordbus. 1996. Mikroekonomi Edisi Keempat Belas. Jakarta: Erlangga
- [6] Aminuddin. 2005. Prinsip-Prinsip Riset Operasi. Jakarta: Erlangga
- [7] Lipsey, R. G. dkk. 1997. Pengantar Mikro Ekonomi Edisi 10 Jilid 2. Jakarta: Binarupa Aksara
- [8] Puu, T. 2003. Attractors, Bifurcations, & Chaos Nonlinear Phenomena in Economics. New York: Springer
- [9] Tadelis, Steven. 2013. Game Theory An Introduction. New Jersey: Princeton University Press