

ISBN: 978-602-71798-1-3

PROSIDING

Semirata 2016 Bidang MIPA

BKS-PTN Wilayah Barat

Graha Sriwijaya, Universitas Sriwijaya
Palembang, 22-24 Mei 2016

**PERAN MIPA DALAM MENINGKATKAN DAYA SAING BANGSA
MENGHADAPI MASYARAKAT EKONOMI ASEAN (MEA)**

Editor :

Akhmad Aminuddin Bama
Heron Surbakti
Arsali
Supardi
Aldes Lesbani
Muharni
Salni
Mardiyanto
Fitri Maya Puspita

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya
2016



**PROSIDING SEMIRATA 2016 BIDANG MIPA
BKS Wilayah Barat**

Palembang, 22-24 Mei 2016

ISBN: 978-602-71798-1-3

PROSIDING

Semirata 2016 Bidang MIPA BKS-PTN Wilayah Barat

Graha Sriwijaya, Universitas Sriwijaya
Palembang, 22-24 Mei 2016

PERAN MIPA DALAM MENINGKATKAN DAYA SAING BANGSA
MENGHADAPI MASYARAKAT EKONOMI ASEAN (MEA)

Editor :

Akhmad Aminuddin Bama
Heron Surbakti
Arsali
Supardi
Aldes Lesbani
Muharni
Salni
Mardiyanto
Fitri Maya Puspita

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya
2016



PROSIDING SEMIRATA 2016 BIDANG MIPA
BKS Wilayah Barat

Peran MIPA dalam Meningkatkan Daya Saing Bangsa
Menghadapi Masyarakat Ekonomi Asean (MEA)

Copyright © FMIPA Universitas Sriwijaya, 2016
Hak cipta dilindungi undang-undang
All rights reserved

Editor:

Akhmad Aminuddin Bama
Heron Surbakti
Arsali
Supardi
Aldes Lesbani
Muharni
Salni
Mardiyanto
Fitri Maya Puspita

Desain sampul & tata letak: A. A. Bama

Diterbitkan oleh: Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya
Kampus FMIPA Universitas Sriwijaya; Jln. Raya Palembang-Prabumulih Km. 32
Indralaya, OI, Sumatera Selatan; Telp.: 0711-580056/580269; Fax.: 0711-580056/
580269

xxx + 2878 hlm.; A4
ISBN: 978-602-71798-1-3

Dicetak oleh Percetakan & Penerbitan SIMETRI Palembang
Isi di luar tanggung jawab percetakan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T., atas segala rahmat dan hidayah-Nya Prosiding SEMIRATA 2016 Bidang MIPA BKS Wilayah Barat yang bertemakan “Peran MIPA dalam Meningkatkan Daya Saing Bangsa Menghadapi Masyarakat Eonomi Asean (MEA)” dapat kami selesaikan. Prosiding ini merupakan kumpulan makalah seminar yang diadakan oleh Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya pada tanggal 22-24 Mei 2016 di Graha Sriwijaya Universitas Sriwijaya Kampus Palembang.

Penyusunan Prosiding ini, di samping untuk mendokumentasikan hasil seminar, dimaksudkan agar masyarakat luas dapat mengetahui berbagai informasi terkait dengan berbagai masalah yang terungkap dalam beragam makalah yang telah dipresentasikan dalam seminar.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada para penyaji dan penulis makalah, serta panitia pelaksana yang telah berkerja keras sehingga Prosiding ini dapat diterbitkan. Kami sampaikan terima kasih juga kepada Tim Penyelia yang telah mereview semua makalah sehingga kualitas isi makalah dapat terjaga dan dipertanggungjawabkan. Tak lupa kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan bagi terselenggaranya seminar nasional dan tersusnya prosiding ini kami ucapkan terima kasih.

Akhir kata, semoga prosiding ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Palembang, Mei 2016

Tim Editor

TIM PENYELIA

Kelompok Matematika:

Ngudiantoro, Fitri Maya uspita, Yulia Resti,
B. J. Putra Bangun, Robinson Sitepu,
Endro Setyo cahyono, Novi Rusdiana Dewi

Kelompok Fisika:

Arsali, Dedi Setiabudidaya, Azhar Kholiq Affandi,
Iskhaq Iskandar, Akhmad Aminuddin Bama,
Supardi, M. Yusup Nur Khakim, Fitri S. A.

Kelompok Kimia:

Aldes Lesbani, Muharni, Bambang Yudono,
Suheriyanto, Mardiyanto, Eliza, Herman,
Hasanudin, Budi Untari

Kelompok Biologi:

Harry widjajanti, Sri Pertiwi E., Salni, Munawar,
Yuanitawindusari, Arum setiawan, Syafrinalamin,
Laila Hanum, Sarno, Elisa Nurnawati

SAMBUTAN KETUA PANITIA SEMIRATA 2016 FMIPA UNSRI

Assalamu 'alaikum wr.wb.

Marilah kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karuniaNya SEMIRATA 2016 yang diselenggarakan oleh Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya di Graha Sriwijaya dapat berjalan dengan baik.

Indonesia merupakan salah satu negara dengan sumber daya manusia yang besar dan sumber daya alam yang melimpah. Hal ini merupakan modal dalam meningkatkan daya saing bangsa menghadapi MEA. Sumber daya tersebut masih perlu ditingkatkan kualitasnya, oleh karena itu penelitian dari berbagai bidang termasuk MIPA sangat dibutuhkan peranannya. Sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan peran MIPA dalam meningkatkan daya saing bangsa menghadapi MEA maka BKS-PTN Barat Bidang MIPA menyelenggarakan SEMIRATA (Seminar Nasional dan Rapat Tahunan) dengan tema **“Peranan MIPA dalam meningkatkan daya saing bangsa menghadapi MEA”**. Kegiatan seminar ini merupakan wadah temu ilmiah untuk berbagai pengetahuan dan berdiskusi bagi para peneliti, pendidik, mahasiswa, maupun para praktisi dari berbagai industri terutama yang berkaitan dengan bidang MIPA. Tujuan seminar antara lain : Deseminasi hasil-hasil penelitian tentang pengembangan sumber daya manusia dan pengelolaan sumber daya alam untuk meningkatkan daya saing bangsa menghadapi MEA, Meningkatkan interaksi dan komunikasi antar peneliti dari berbagai perguruan tinggi, sekolah, industri dan lembaga terkait serta meningkatkan kerjasama antar lembaga terkait dalam pengelolaan sumber daya untuk kemakmuran bangsa. Sehubungan dengan tema dan tujuan SEMIRATA, panitia menghadirkan *Keynote Speaker* yang menyampaikan judul makalah sebagai berikut :

1. Mewujudkan Pendidikan Tinggi UNGGUL dalam era MEA
(Prof.Dr. Sutrisna Wibawa, Sekretaris Ditjen Belmawa Kementrian Riset Teknologidan Pendidikan Tinggi)
2. Perspektif Pendidikan Standardisasi ilmu MIPA untuk meningkatkan Daya Saing Bangsa
(Ir. Erningsih, Kepala Deputi Bidang Informasi dan Pemasarakatan Standardisasi BSN)
3. Tantangan dan peluang penelitian sains menghadapi MEA
(Prof.Hilda Zulkifli Dahlan, M.Si, Direktur Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya)

Pelaksanaan SEMIRATA kali ini sangat fenomenal karena jumlah total Peserta 954 orang, terdiri dari pemakalah 759 orang, nonpemakalah 14 orang, Dekan 63 orang dan Kajor atau Kaprodi 108 orang). Berdasarkan distribusi asal Perguruan Tinggi terdapat 54 PTN/PTS, asal Provinsi ada 18 yaitu Aceh s/d Sulawesi Tenggara, Kalimantan Barat dan Kalimantan Selatan, DKI, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta dan Jawa Timur). Perguruan Tinggi terbanyak mengirim peserta adalah Universitas Riau (102 orang), sedangkan Provinsi terbanyak peserta Sumatera Barat (134 orang).

Panitia telah berusaha keras untuk mereview seluruh makalah yang dipresentasikan, namun banyak kendala yang muncul, antara lain komunikasi panitia-pemakalah yang tidak lancar, format makalah yang tidak sesuai template panitia, makalah yang tidak lengkap, keterlambatan penyerahan makalah hasil review dan lain-lain. Kendala ini menyebabkan prosiding terbit tidak sesuai rencana, dan jauh dari kesempurnaan. Panitia sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun, demi kesempurnaan pelaksanaan SEMIRATA yang akan datang serta prosiding yang diterbitkan.

Wasslamu 'alaikum wr.wb.

Hormat kami,
Ketua Panitia



Dr. Suheryanto, M.Si.

NIP. 196006251989031006

Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi ipk lulusan jurusan pendidikan matematika iain sts jambi menggunakan regresi logistik ordinal Rini Warti, Ali Murtadlo, Kholid Musyaddad	802
Improved model pada skema pembiayaan layanan informasi dengan biaya pengawasan (<i>monitoring cost</i>) dan biaya marjinal (<i>marginal cost</i>) untuk fungsi utilitas perfect substitute Robinson Sitepu, Fitri Maya Puspita, Irmeilyana, Indrawati, Anggi Nurul Pratiwi	808
Perancangan dan pembuatan aplikasi pola pemotongan pada <i>cutting stock problem</i> dua dimensi Samuel Hutapea, Sisca Octarina, Putra Bahtera Jaya Bangun	816
Penggunaan media berbasis lingkungan untuk meminimalkan miskonsepsi siswa dalam memandang bangun datar Sehatta Saragih, Zuhri D	824
Formulasi Model Kompetisi Cournot dan Bertrand dengan Asumsi Stackelberg dalam Teori Permainan Sisca Octarina, Saiyida Nadiya, Sugandi Yahdin	833
Pendugaan peluang penerimaan beasiswa bidikmisi dengan menggunakan model logit biner Etis Sunandi, Siska Yosmar	841
Model program linier integer pada pengoptimalan produksi blok beton (studi kasus cv. Nibo corporation banda aceh) Siti Rusdiana, Syarifah Meurah Yuni, dan Furqan Nur	846
Influence of Slip Length on Velocity Profile Fluid Flow through Rectangular Micro channel for Constant Pressure Gradient Suharsono S. dan Muslim Ansori	849
Modifikasi metode iterasi titik tetap Supriadi Putra	852
Sistem persediaan barang jadi dengan menggunakan metode <i>quantity discount</i> (studi kasus pt. Sinbun sibreh, banda aceh) Syarifah Meurah Yuni, Intan Syahrini, dan Sri Wahyuni	856
Simulasi intensitas sensor dalam pendugaan parameter distribusi weibull tersensor kiri Widiarti, Ayu Maidiyanti, Warsono	860
Pembelajaran pola bilangan menggunakan konteks susunan penjemuran kemplang Yayan Eryandi, Somakim, Yusuf Hartono	865
Simulasi nilai tunai manfaat jaminan hari tua pada metode EAN Yulia Resti	873
Understanding students' of mathematics educations about derivative concept based on apos theory Yunika Lestaria Ningsih	877
The estimation of childhood antropometry model using polynomial regression nonparametric methode Awal Isgiyanto and Buyung Keraman	886

KELOMPOK FISIKA

Efektifitas penggunaan katalis hematit (Fe_2O_3) hasil ekstraksi bijih besi pada material penyimpanan hidrogen berbasis MgH_2 Adi Rahwanto dan Zulkarnain Jalil	893
Analisis peran <i>e-learning</i> dalam pembelajaran Fisika Afrizal Mayub	896
Dynamics of glucose and insulin on the human body using modified oral minimal model Agus Kartono, Egha Sabila Putri, Ardian Arif Setiawan	904
Pengaruh penggunaan bahan ajar mengintegrasikan mstbk berbasis ICT dalam pembelajaran fisika di kelas XI SMA Akmam, Harman Amir, Asrizal	910
Pembuatan dan karakterisasi magnet permanen $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ dengan penambahan aditif $\text{TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ Aldi Setia Utama	919
Pengaruh waktu penyinaran dan jarak sumber radiasi film terhadap densitas dan U_g Ana Rohmani, Ramlan, Hadir Kaban, Lulut Raidayanto, dan Achmad Yani	924

FORMULASI MODEL KOMPETISI COURNOT DAN BERTRAND DENGAN ASUMSI STACKELBERG DALAM TEORI PERMAINAN

Sisca Octarina¹⁾, Saiyida Nadiya, Sugandi Yahdin

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

¹email: s.octarina@gmail.com

Abstract

Game theory is a mathematical approach to formulate the competitive situation. One of the main equilibrium in game theory is nash equilibrium. Cournot competition is nash equilibrium in output and Bertrand competition is nash equilibrium in price. Cournot and Bertrand competition need to add the Stackelberg's assumption, because not all of the competitors play in the same time. Based on the results, Cournot and Bertrand competition for heterogen product have different formula with different marginal cost. The improved formula was found by adding the Stackelberg's assumption to Cournot and Bertrand competition for heterogen product.

Keywords: Game Theory, Cournot Competiton, Bertrand Competiton, Stackelberg Competiton

Abstrak

Teori permainan merupakan suatu pendekatan matematis untuk perumusan situasi persaingan dan konflik yang dilakukan oleh pemain. Salah satu keseimbangan mendasar dalam teori permainan adalah keseimbangan Nash. Keseimbangan Nash pada posisi *output* dimodelkan dalam bentuk model Cournot, sementara pada posisi harga dimodelkan dalam bentuk model Bertrand. Model Cournot dan Bertrand perlu ditambahkan asumsi Stackelberg, karena tidak semua perusahaan bersaing dalam waktu yang bersamaan. Model Cournot dan Bertrand untuk produk heterogen dengan biaya marginal yang berbeda masing-masing mempunyai bentuk formula yang berbeda. Pengembangan formula diperoleh dengan menambahkan asumsi Stackelberg pada kedua model ini.

Kata Kunci: Teori Permainan, Kompetisi Cournot, Kompetisi Bertrand, Kompetisi Stackelberg

1. PENDAHULUAN

Kegiatan-kegiatan yang diwarnai oleh persaingan dan konflik dalam kehidupan sehari-hari sangat erat kaitannya dengan teori permainan dalam dunia Optimasi. Teori permainan merupakan suatu pendekatan matematis untuk perumusan situasi persaingan dan konflik yang dilakukan oleh pemain. Dalam sebuah permainan, para pemain secara umum menginginkan kemenangan dengan berusaha memikirkan cara terbaik untuk memperoleh kemenangan tersebut.

Unsur-unsur penting dalam permainan adalah pemain, strategi, dan *payoff*. Salah satu keseimbangan mendasar dalam teori permainan adalah keseimbangan Nash. Definisi keseimbangan Nash adalah dalam persaingan pasar duopoli dan oligopoli, pasar mencapai keseimbangan saat setiap perusahaan telah mengambil keputusan terbaik terkait harga atau jumlah produksi (*output*). Konsep ini didasarkan pada kondisi pasar

dimana keputusan (tentang harga atau *output*) setiap perusahaan tergantung keputusan perusahaan kompetitornya. Artinya, pada keseimbangan Nash, masing-masing pemain memberikan respon terbaik yang digunakan untuk memperoleh kemenangan dengan strategi yang dipilih.

Keseimbangan Nash pada posisi *output* dimodelkan dalam bentuk model kompetisi Cournot, sementara keseimbangan Nash pada posisi harga dimodelkan dalam bentuk model kompetisi Bertrand. Pada kompetisi Cournot dan Bertrand pemain bersaing dalam waktu yang bersamaan.

[1] telah memformulasikan model kompetisi Cournot dan model kompetisi Bertrand untuk produk yang homogen. [6] juga telah melakukan perbandingan formulasi model kompetisi Cournot dan Bertrand untuk produk heterogen. Pada kedua penelitian ini, harga keseimbangan untuk kompetisi Cournot lebih besar dari pada harga keseimbangan pada kompetisi Bertrand, sehingga diperoleh

kesimpulan bahwa kompetisi Bertrand selalu memberikan keuntungan pada harga pasar yang lebih rendah. Namun, pada penelitian ini belum ada bentuk umum untuk Cournot heterogen dan Bertrand heterogen dengan biaya marginal yang berbeda. Biaya marginal adalah biaya dasar dari peningkatan atau penurunan total biaya suatu perusahaan akibat penambahan atau pengurangan satu unit kuantitas suatu barang.

Selain model Cournot dan model Bertrand, terdapat satu lagi model keseimbangan yang digunakan untuk menyempurnakan kekurangan-kekurangan kedua model tersebut, yakni model kompetisi Stackelberg. Pada model kompetisi Stackelberg pemain pertama lebih dulu menentukan strateginya, sementara pemain lain mengadopsi strategi dari perusahaan pertama. [2] menyatakan bahwa tidak semua persaingan terjadi dalam waktu yang bersamaan, oleh karena itu model kompetisi Cournot perlu menambahkan asumsi model kompetisi Stackelberg ke dalam pengaplikasian modelnya. Namun, pada penelitian [2] hanya diperoleh bentuk umum model kompetisi Cournot untuk produk homogen dan belum ada bentuk umum untuk model Cournot heterogen, serta belum ada penambahan asumsi kompetisi Stackelberg pada model kompetisi Bertrand. Berdasarkan latar belakang tersebut, dicari formulasi model kompetisi Cournot dan model kompetisi Bertrand untuk produk heterogen dengan menambahkan asumsi model kompetisi Stackelberg dalam teori permainan.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1. Teori Permainan (*Game Theory*)

Teori permainan adalah teori Matematika yang mempelajari secara formal sifat-sifat dari situasi kompetisi, terutama proses pengambilan keputusan lawan. Pengambilan keputusan dalam ketidakpastian melibatkan dua atau lebih lawan yang cerdas, dimana setiap pemain berkeinginan untuk mengoptimalkan keputusannya sendiri dan mengharapkan kerugian pada pihak lawan. Solusi utama untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan teori permainan. Teori permainan dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah pemain, nilai permainan dan strategi permainan.

1. Jumlah Pemain

Jumlah pemain dalam sebuah permainan paling sedikit dua orang atau dua kelompok sehingga teori ini membedakan jenis permainan menjadi permainan dua orang dan permainan n orang. Dalam praktiknya, persaingan itu biasanya dilakukan oleh perusahaan pada saat akan mengeluarkan produk baru, penetapan harga produk, atau penentuan kebijaksanaan lain yang akan membuat pesaing atau perusahaan lain beraksi.

2. Nilai Permainan

Nilai permainan dalam teori ini berbeda untuk setiap strategi yang dipilih. Jika nilai permainan untuk pemain yang memaksimalkan kemenangan sama dengan nilai pemain yang meminimumkan kekalahan, maka permainan dikenal sebagai nilai permainan jumlah nol. Sebaliknya, jika nilai permainan antara dua pemain berbeda maka permainan itu dikenal sebagai nilai permainan jumlah bukan nol.

3. Strategi Permainan

Strategi permainan dipilih oleh pemain. Jika nilai permainan mengandung *saddle point*, maka strategi yang akan dipilih adalah strategi permainan murni. Sebaliknya, jika nilai permainan tidak mengandung *saddle point*, maka strategi permainan yang akan dipilih adalah strategi permainan campuran. [9]

2.2. Keseimbangan Nash

Keseimbangan Nash merupakan pendekatan yang paling sering digunakan untuk menjelaskan konsep keseimbangan dalam teori permainan. Definisi keseimbangan Nash adalah dalam persaingan pasar duopoli dan oligopoli, pasar akan mencapai keseimbangan saat setiap perusahaan telah mengambil keputusan terbaik terkait harga atau jumlah produksi (*output*) dan tidak akan mengubah strateginya. Konsep ini didasarkan kondisi pada pasar ini dimana keputusan (tentang harga atau *output*) setiap perusahaan tergantung keputusan perusahaan kompetitornya.

Keseimbangan Nash menunjukkan bahwa untuk setiap permainan dengan jumlah pemain dan strategi yang terbatas terdapat minimal satu solusi optimal di dalam permainan tersebut. Dalam permainan dengan dua pemain, seperangkat strategi (q_1, q_2) adalah sebuah

keseimbangan Nashjika q_1 adalah respon terbaik perusahaan pertama yang melawan q_2 , dimana q_2 adalah respon terbaik perusahaan kedua yang melawan q_1 .

2.3. Kompetisi Cournot

Kompetisi Cournot merupakan kompetisi dalam satu periode dimana dua perusahaan atau lebih yang bersaing memproduksi suatu produk dengan fungsi permintaan yang telah diketahui. Masing-masing perusahaan memperlakukan *output* pesaingnya sebagai sesuatu yang tetap, dan semua perusahaan memutuskan secara bersamaan berapa banyak produk yang harus diproduksi.

Dalam kompetisi Cournot, diberikan bentuk umum fungsi permintaan sebagai berikut :

$$P = a - bQ \quad (2.1)$$

dengan :

$$Q = q_1 + q_2 \quad (2.2)$$

Keterangan :

a dan b adalah konstanta positif

Q adalah total *output* (kuantitas)

q_1 adalah *output* dari perusahaan pertama

q_2 adalah *output* dari perusahaan kedua

Berdasarkan jenis produk yang dikompetisikan, kompetisi Cournot dibedakan menjadi dua macam, yaitu kompetisi Cournot dengan produk yang homogen dan kompetisi Cournot heterogen.

2.3.1. Kompetisi Cournot dengan Produk Homogen

Kompetisi ini adalah kompetisi dua perusahaan atau lebih yang bersaing dengan produk yang homogen dengan biaya marginal (c) dari masing-masing perusahaan.

Fungsi keuntungan perusahaan pertama:

$$\pi_1 = (P - c) q_1, \text{ sehingga:} \quad (2.3)$$

$$\pi_1 = aq_1 - bq_1^2 - bq_1q_2 - cq_1$$

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial q_1} = a - 2bq_1 - bq_2 - c = 0$$

Fungsi strategi terbaik (kuantitas) untuk perusahaan pertama adalah:

$$q_1 = \frac{a - c}{2b} - \frac{q_2}{2} \quad (2.4)$$

Fungsi keuntungan perusahaan kedua:

$$\pi_2(q_1, q_2) = (P - c) q_2, \text{ sehingga:}$$

$$\pi_2(q_1, q_2) = aq_2 - bq_2^2 - bq_1q_2 - cq_2 \quad (2.5)$$

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial q_2} = a - 2bq_2 - bq_1 - c = 0$$

Fungsi strategi terbaik (kuantitas) untuk perusahaan kedua adalah:

$$q_2 = \frac{a - c}{2b} - \frac{q_1}{2} \quad (2.6)$$

2.3.2. Kompetisi Cournot dengan Produk Heterogen

Kompetisi Cournot dua perusahaan yang heterogen adalah persaingan atau kompetisi menggunakan model Cournot untuk persaingan produk yang berbeda, dengan fungsi permintaan (harga) sebagai berikut [6]:

$$P_1 = a - q_1 - dq_2 \quad (2.7)$$

$$P_2 = a - q_2 - dq_1 \quad (2.8)$$

dimana a dan d adalah konstanta $a, d > 0$ dan

biaya marginal c dengan $0 \leq c < a$

Fungsi keuntungan masing-masing perusahaan:

$$\pi_1 = (a - c - q_1 - dq_2)q_1 \quad (2.9)$$

$$\pi_2 = (a - c - q_2 - dq_1)q_2 \quad (2.10)$$

Fungsi strategi terbaik (kuantitas) untuk masing-masing perusahaan:

$$q_1 = \frac{a - c - dq_2}{2} \quad (2.11)$$

$$q_2 = \frac{a - c - dq_1}{2} \quad (2.12)$$

2.4. Kompetisi Bertrand

Kompetisi Bertrand disebut *price-setting* karena yang ditentukan perusahaan adalah harga, dimana kompetisi ini dilakukan dalam satu periode. Berdasarkan jenis produk yang dikompetisikan, kompetisi Bertrand dibedakan menjadi dua macam, yaitu kompetisi Bertrand dengan produk yang homogen dan kompetisi Bertrand untuk produk yang heterogen.

2.4.1. Kompetisi Bertrand dengan Produk Homogen

Dengan asumsi bahwa jika kedua perusahaan akan memproduksi barang yang homogen, maka konsumen akan memilih barang yang lebih murah. Jika kedua perusahaan menggunakan harga yang berbeda namun dengan kualitas barang yang sama, maka perusahaan yang menetapkan harga lebih rendah akan menguasai pasar.

Fungsi permintaan (kuantitas) untuk masing-masing perusahaan [10]:

$$q_1 = \begin{cases} a - P_1 & ; \text{ jika } P_1 < P_2 \\ \frac{(a - P_1)}{2} & ; \text{ jika } P_1 = P_2 \\ 0 & ; \text{ jika } P_1 > P_2 \end{cases} \quad (2.13)$$

$$q_2 = \begin{cases} a - P_2 & ; \text{ jika } P_2 < P_1 \\ \frac{(a - P_2)}{2} & ; \text{ jika } P_2 = P_1 \\ 0 & ; \text{ jika } P_2 > P_1 \end{cases} \quad (2.14)$$

Fungsi keuntungan untuk masing-masing perusahaan:

$$\pi_1 = \begin{cases} (P_1 - c)(a - P_1) & ; \text{ jika } P_1 < P_2 \\ \frac{(P_1 - c)(a - P_1)}{2} & ; \text{ jika } P_1 = P_2 \\ 0 & ; \text{ jika } P_1 > P_2 \end{cases} \quad (2.15)$$

$$\pi_2 = \begin{cases} (P_2 - c)(a - P_2) & ; \text{ jika } P_2 < P_1 \\ \frac{(P_2 - c)(a - P_2)}{2} & ; \text{ jika } P_2 = P_1 \\ 0 & ; \text{ jika } P_2 > P_1 \end{cases} \quad (2.16)$$

2.4.2. Kompetisi Bertrand dengan Produk Heterogen

Fungsi permintaan (kuantitas) untuk masing-masing perusahaan [6]:

$$q_1 = \frac{1}{1 - d^2} [(1 - d)a - P_1 + dP_2] \quad (2.17)$$

$$q_2 = \frac{1}{1 - d^2} [(1 - d)a - P_2 + dP_1] \quad (2.18)$$

Fungsi keuntungan masing-masing perusahaan :

$$\pi_1 = (P_1 - c) \frac{1}{1 - d^2} [(1 - d)a - P_1 + dP_2] \quad (2.19)$$

$$\pi_2 = (P_2 - c) \frac{1}{1 - d^2} [(1 - d)a - P_2 + dP_1] \quad (2.20)$$

Fungsi strategi terbaik (harga) untuk masing-masing perusahaan :

$$P_1 = \frac{(1 - d)a + c + dP_2}{2} \quad (2.21)$$

$$P_2 = \frac{(1 - d)a + c + dP_1}{2} \quad (2.22)$$

2.5. Kompetisi Stackelberg

Model kompetisi Stackelberg mengusulkan sebuah model dinamis, yaitu salah satu dari perusahaan, misal perusahaan pertama akan bergerak lebih dulu, kemudian diikuti oleh perusahaan kedua. Secara umum, langkah persaingan kompetisi ini adalah [4] :

1. Perusahaan pertama menentukan strategi.

2. Perusahaan kedua mengamati tindakan yang telah dipilih oleh perusahaan pertama. Masalah tersebut diselesaikan dengan menggunakan induksi mundur, sebagai berikut :

- a. Ketika perusahaan kedua bergerak pada langkah ini dan jika diberikan tindakan strategi yang dipilih oleh perusahaan pertama, maka masalah yang dihadapi perusahaan kedua adalah bagaimana untuk memaksimalkan keuntungan. Masalah optimisasi keuntungan perusahaan kedua mempunyai solusi unik yang dapat diselesaikan dengan menggunakan fungsi respon terbaik dari perusahaan kedua.
- b. Seperti halnya perusahaan kedua, perusahaan pertama juga dapat selesaikan permainan ini. Perusahaan pertama harus mengantisipasi tanggapan perusahaan kedua untuk setiap tindakan yang dapat diambil oleh perusahaan pertama. Sehingga masalah yang dihadapi perusahaan pertama adalah bagaimana cara memaksimalkan keuntungan dengan mensubstitusikan fungsi respon terbaik yang telah dipilih oleh perusahaan kedua pada fungsi keuntungan perusahaan pertama.
- c. Turunkan fungsi keuntungan perusahaan pertama terhadap tindakan yang telah dipilih.
- d. Selanjutnya diperoleh nilai harga, kuantitas dan keuntungan untuk masing-masing perusahaan.

3. METODE PENELITIAN

Secara rinci prosedur penelitian yang dilakukan adalah:

1. Membentuk formulasi model kompetisi Cournot untuk produk heterogen dengan biaya marginal yang berbeda dilakukan dengan langkah-langkah:
 - a. Menentukan biaya marginal dari perusahaan pertama (c_1) sesuai dengan Persamaan (2.9) dan biaya marginal dari perusahaan kedua (c_2) sesuai dengan Persamaan (2.10) sehingga diperoleh persamaan baru.
 - b. Mencari turunan dari masing-masing persamaan dari langkah (1.a) terhadap

- masing-masing kuantitas perusahaan, q_1 untuk perusahaan pertama dan q_2 untuk perusahaan kedua.
- c. Mencari nilai keseimbangan *output* model kompetisi Cournot pada masing-masing perusahaan.
2. Membentuk formulasi model kompetisi Bertrand untuk produk heterogen dengan biaya marginal yang berbeda dilakukan dengan langkah-langkah:
 - a. Menentukan biaya marginal dari perusahaan pertama (c_1) sesuai dengan Persamaan (2.19) dan biaya marginal dari perusahaan kedua (c_2) sesuai dengan Persamaan (2.20) sehingga diperoleh persamaan baru.
 - b. Mencari turunan dari masing-masing persamaan terhadap masing-masing kuantitas perusahaan, P_1 untuk perusahaan pertama dan P_2 untuk perusahaan kedua.
 - c. Mencari nilai keseimbangan harga model kompetisi Bertrand pada masing-masing perusahaan.
 3. Membentuk formulasi model kompetisi Cournot untuk produk heterogen heterogen dengan menambahkan asumsi model kompetisi Stackelberg dilakukan dengan langkah-langkah:
 - a. Mensubstitusikan persamaan yang diperoleh dari langkah (1.c) ke persamaan yang diperoleh dari langkah (1.a) sebagai langkah dimana perusahaan kedua mengadopsi strategi dari perusahaan pertama.
 - b. Mencari turunan dari persamaan yang terbentuk dari langkah (3.a) terhadap kuantitas perusahaan kedua (q_2) untuk mencari fungsi strategi terbaik dari perusahaan kedua.
 - c. Mencari fungsi strategi terbaik dari perusahaan pertama.
 4. Membentuk formulasi model kompetisi Bertrand untuk produk heterogen dengan menambahkan asumsi Stackelberg dilakukan dengan langkah-langkah:
 - a. Mensubstitusikan persamaan yang diperoleh dari langkah (2.c) ke persamaan yang diperoleh dari langkah (2.a), sebagai langkah dimana perusahaan kedua mengadopsi strategi dari perusahaan pertama.
 - b. Mencari turunan dari persamaan yang terbentuk dari langkah (3.a) terhadap

- kuantitas perusahaan kedua (P_2) untuk mencari fungsi strategi terbaik dari perusahaan kedua.
- c. Mencari fungsi strategi terbaik dari perusahaan pertama.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap utama, yaitu bagaimana formulasi model kompetisi Cournot dan Bertrand untuk produk heterogen dengan biaya marginal yang berbeda dan bagaimana jika kedua formulasi tersebut ditambahkan dengan asumsi model kompetisi Stackelberg.

4.1. Formulasi Model Kompetisi Cournot Untuk Produk Heterogen dengan Biaya Marginal yang Berbeda

Formulasi model kompetisi Cournot untuk produk heterogen dengan biaya marginal yang berbeda dilakukan dengan langkah-langkah:

Langkah 1:

Ditentukan biaya marginal dari perusahaan pertama (c_1) sesuai dengan Persamaan (2.9) dan biaya marginal dari perusahaan kedua (c_2) sesuai dengan Persamaan (2.10) sehingga diperoleh persamaan baru. Persamaan (2.9) dan Persamaan (2.10) merupakan fungsi keuntungan dari perusahaan pertama dan kedua, namun masih dengan biaya marginal yang sama. Pada langkah ini dibentuk fungsi keuntungan dari masing-masing perusahaan dengan biaya marginal yang berbeda (c_1 untuk biaya marginal pada perusahaan pertama dan c_2 untuk biaya marginal pada perusahaan kedua), sehingga fungsi keuntungan masing-masing perusahaan menjadi :

$$\pi_1 = aq_1 - c_1q_1 - q_1^2 - dq_1q_2 \quad (4.1)$$

$$\pi_2 = aq_2 - c_2q_2 - q_2^2 - dq_1q_2 \quad (4.2)$$

Langkah 2:

Mencari turunan parsial dari Persamaan (4.1) dan Persamaan (4.2) sehingga diperoleh nilai keseimbangan *output*, dengan syarat turunan parsial sama dengan nol.

$$q_1 = \frac{a - c_1 - dq_2}{2} \quad (4.3)$$

$$q_2 = \frac{a - c_2 - dq_1}{2} \quad (4.4)$$

Jadi berdasarkan langkah 1 dan 2, dapat disimpulkan bahwa fungsi strategi terbaik model kompetisi Cournot untuk produk heterogen dengan biaya marginal yang berbeda adalah:

Tabel 1. Fungsi Strategi Terbaik Model Kompetisi Cournot dengan Biaya Marginal yang Berbeda

Pemain	Fungsi Strategi Terbaik
Perusahaan Pertama	$q_1 = \frac{a - c_1 - dq_2}{2}$
Perusahaan Kedua	$q_2 = \frac{a - c_2 - dq_1}{2}$

4.2. Formulasi Model Kompetisi Bertrand Untuk Produk Heterogen dengan Biaya Marginal yang Berbeda

Formulasi model kompetisi Bertrand untuk produk heterogen dengan biaya marginal yang berbeda dilakukan dengan langkah-langkah:

Langkah 1:

Ditentukan biaya marginal dari perusahaan pertama (c_1) sesuai dengan Persamaan (2.19) dan biaya marginal dari perusahaan kedua (c_2) sesuai dengan Persamaan (2.20) sehingga diperoleh persamaan baru. Persamaan (2.19) dan Persamaan (2.20) merupakan fungsi keuntungan dari perusahaan pertama dan kedua, namun masih dengan biaya marginal yang sama, pada langkah ini akan dibentuk fungsi keuntungan dari masing-masing perusahaan dengan biaya marginal yang berbeda, sehingga fungsi keuntungan masing-masing perusahaan menjadi :

$$\pi_1 = (P_1 - c_1) \frac{1}{1 - d^2} ((1 - d)a - P_1 + dP_2) \tag{4.5}$$

$$\pi_2 = (P_2 - c_2) \frac{1}{1 - d^2} ((1 - d)a - P_2 + dP_1) \tag{4.6}$$

Langkah 2:

Mencari turunan parsial dari Persamaan (4.5) dan Persamaan (4.6) sehingga diperoleh nilai keseimbangan harga, dengan syarat turunan parsial sama dengan nol.

$$P_1 = \frac{(1 - d)a + dP_2 + c_1}{2} \tag{4.7}$$

$$P_2 = \frac{(1 - d)a + dP_1 + c_2}{2} \tag{4.8}$$

Jadi berdasarkan langkah 1 dan 2, dapat disimpulkan bahwa fungsi strategi terbaik untuk produk heterogen dengan biaya marginal yang berbeda adalah:

Tabel 2. Fungsi Strategi Terbaik Model Kompetisi Bertrand dengan Biaya Marginal yang Berbeda

Pemain	Fungsi Strategi Terbaik
Perusahaan Pertama	$P_1 = \frac{(1 - d)a + dP_2 + c_1}{2}$
Perusahaan Kedua	$P_2 = \frac{(1 - d)a + dP_1 + c_2}{2}$

4.3. Formulasi Model Kompetisi Cournot Untuk Produk Heterogen dengan Menambahkan Asumsi Stackelberg

Formulasi model kompetisi Cournot untuk produk heterogen dengan menambahkan asumsi stackelberg dilakukan dengan langkah-langkah:

Langkah 1:

Persamaan (4.3) disubstitusikan ke Persamaan (4.2), sebagai langkah dimana perusahaan kedua mengadopsi strategi dari perusahaan pertama.

Fungsi keuntungan perusahaan kedua menjadi:

$$\pi_2 = aq_2 - c_2q_2 - q_2^2 - dq_2 \left(\frac{a - c_1 - dq_2}{2} \right) \tag{4.9}$$

Langkah 2 :

Mencari turunan dari Persamaan (4.9) sehingga diperoleh fungsi strategi terbaik dari perusahaan kedua, dengan syarat turunan sama dengan nol.

$$q_2 = \frac{1}{(2 - d^2)} \left(a - c_2 + \frac{d(c_1 - a)}{2} \right) \tag{4.10}$$

Langkah 3:

Persamaan (4.4) disubstitusikan ke Persamaan (4.1) sehingga diperoleh fungsi keuntungan perusahaan pertama.

Fungsi keuntungan perusahaan pertama menjadi:

$$\pi_1 = aq_1 - c_1q_1 - q_1^2 - dq_1 \left(\frac{a - c_2 - dq_1}{2} \right) \tag{4.11}$$

Langkah 4:

Mencari turunan dari Persamaan (4.11) sehingga diperoleh fungsi strategi terbaik dari perusahaan kedua, dengan syarat turunan sama dengan nol.

$$q_1 = \frac{1}{(2 - d^2)} \left(a - c_1 + \frac{d(c_2 - a)}{2} \right) \tag{4.12}$$

Jadi berdasarkan langkah 1 sampai 4, dapat disimpulkan fungsi strategi terbaik model kompetisi Cournot untuk produk heterogen dengan biaya marginal yang berbeda dengan menambahkan asumsi Stackelberg adalah:

Tabel 3. Fungsi Strategi Terbaik Kompetisi Cournot untuk Produk Heterogen dengan Biaya Marginal yang Berbeda dengan Menambahkan Asumsi Stackelberg

Pemain	Fungsi Strategi Terbaik
Perusahaan Pertama	$q_1 = \frac{1}{(2-d^2)} \left(a - c_1 + \frac{d(c_2 - a)}{2} \right)$
Perusahaan Kedua	$q_2 = \frac{1}{(2-d^2)} \left(a - c_2 + \frac{d(c_1 - a)}{2} \right)$

4.4. Formulasi Model Kompetisi Bertrand Untuk Produk Heterogen dengan Menambahkan Asumsi Stackelberg

Sama halnya seperti pada model kompetisi Cournot, pada bagian ini akan diformulasikan model kompetisi Bertrand untuk produk heterogen dengan menambahkan asumsi Stackelberg. Formulasi ini dilakukan dengan langkah:

Langkah 1 :

Persamaan (4.7) disubstitusikan ke Persamaan (4.6), sebagai langkah dimana perusahaan kedua mengadopsi strategi dari perusahaan pertama.

Sehingga fungsi keuntungan perusahaan kedua menjadi:

$$\pi_2 = (P_2 - c_2) \frac{1}{1-d^2} \left((1-d)a - P_2 + d \left(\frac{(1-d)a + dP_2 + c_1}{2} \right) \right) \quad (4.13)$$

Langkah 2:

Mencari turunan dari Persamaan (4.13) sehingga diperoleh fungsi strategi terbaik dari perusahaan kedua, dengan syarat turunan sama dengan nol.

$$P_2 = \frac{2a(1-d) + ad(1-d) + dc_1 + (2-d^2)c_2}{2(2-d^2)}$$

Tabel 4. Fungsi Strategi Terbaik Kompetisi Bertrand untuk Produk Heterogen dengan Biaya Marginal yang Berbeda dengan Menambahkan Asumsi Stackelberg

Pemain	Fungsi Strategi Terbaik
Perusahaan Pertama	$P_1 = \frac{2a(1-d) + ad(1-d) + dc_2 + (2-d)c_1}{2(2-d^2)}$
Perusahaan Kedua	$P_2 = \frac{2a(1-d) + ad(1-d) + dc_1 + (2-d)c_2}{2(2-d^2)}$

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah dicapai, dapat diambil beberapa kesimpulan

Langkah 3:

Persamaan (4.8) disubstitusikan ke Persamaan (4.5) sehingga diperoleh fungsi keuntungan dari perusahaan pertama.

$$\pi_1 = (P_1 - c_1) \frac{1}{1-d^2} \left((1-d)a - P_1 + d \left(\frac{(1-d)a + dP_1 + c_2}{2} \right) \right) \quad (4.15)$$

Langkah 4:

Mencari turunan dari Persamaan (4.15) sehingga diperoleh fungsi strategi terbaik dari perusahaan pertama, dengan syarat turunan sama dengan nol.

$$P_1 = \frac{2a(1-d) + ad(1-d) + dc_2 + (2-d)c_1}{2(2-d^2)} \quad (4.16)$$

Jadi berdasarkan langkah 1 sampai 4, dapat disimpulkan fungsi strategi terbaik model kompetisi Bertrand untuk produk heterogen dengan biaya marginal yang berbeda dengan menambahkan asumsi Stackelberg adalah:

diantaranya keseimbangan Nash pada posisi *output* dimodelkan dalam bentuk model Cournot, sementara pada posisi harga dimodelkan dalam bentuk model Bertrand.

Model Cournot dan Bertrand perlu ditambahkan asumsi Stackelberg, karena tidak semua perusahaan bersaing dalam waktu yang bersamaan. Model Cournot dan Bertrand untuk produk heterogen dengan biaya marginal yang berbeda masing-masing mempunyai bentuk formula yang berbeda. Pengembangan formula diperoleh dengan menambahkan asumsi Stackelberg pada kedua model ini.

6. REFERENSI

- [1] Chen, S.S. Comparing Cournot Output and Bertrand Price Duopoly Game. *Bussiness Environment and Management Symposium*.2008: p. 155-165.DIT, Hualien, Taiwan.
- [2] Franstev, et. al. Finding Optimal Strategies in Multi-Period Stackelberg Games Using an Evolutionary Framework. *Control Applications of Optimization*,2014 (15), Part 1.
- [3] Hoelle, M. 2014. *Game Theory*. http://www.matthew-hoelle.com/1/75/resources/document_691_1.pdf. Diakses pada 25 Oktober 2014.
- [4] Lesmana, D.C. Penetapan Tarif Optimal: Tinjauan Teori Permainan Model *Stackelberg*. *Skripsi*, 2001. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [5] Maulina, D. Identifikasi Struktur Pasar dan Strategi Bersaing: Pendekatan *Game Theory* (Kasus: Industri Angkutan Antar Jemput dalam Provinsi Jurusan Semarang-Purwokerto). *Skripsi*, 2014. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [6] Naef, M. 2009. *Industrial Economics*. <http://georgiana.net/sotiris/teach/docs/gradiO/Msc IO lecture5 spring09withsolution.pdf>. Diakses pada 20 Oktober 2014.
- [7] Pindick, R. S. *Mikroekonomi Edisi Kedelapan*, 2002. Jakarta: Erlangga.
- [8] Rangkuti, A. *7 Model Riset Operasi & Aplikasinya*, 2013. Brilian Internasional, Surabaya.
- [9] Siswanto. *Operation Research, Jilid 1*: 2006. Jakarta : Erlangga.
- [10]Valognes, F. 2008. *Game Theory*. http://www.unicaen.fr/ufr/eco/espaceprof/scrip1/script2/identification/valognes_fabrice/GameTheoryM1/Chp3.pdf. Diakses pada 20 Oktober 2014.
- [11]Yoehansyah, A. Upaya Pengembangan Obyek Wisata Bunga dalam Pembangunan Ekonomi Lokal (Studi Kasus di Desa Sidomulyo Kota Batu). *Skripsi*, 2012. Universitas Brawijaya, Malang.



BKS-PTN Barat

Semirata 2016 Bidang MIPA



BKS-PTN Barat

Graha Sriwijaya, Universitas Sriwijaya
Palembang, 22-24 Mei 2016

Sertifikat

Diberikan kepada:

Sisca Octarina

yang telah berpartisipasi sebagai

Pemakalah

pada acara SEMIRATA 2016 Bidang MIPA, BKS-PTN Barat

**PERAN MIPA DALAM MENINGKATKAN DAYA SAING BANGSA
MENGHADAPI MASYARAKAT EKONOMI ASEAN (MEA)**

Graha Sriwijaya, Universitas Sriwijaya,
Palembang, 22 - 24 Mei 2016

SEMIRATA 2016
BKS-MIPA BARAT
FMIPA UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Dr. Suheryanto, M.Si.
Ketua Panitia



Dr. Muhammad Irfan, M.T.
Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya



Himpunan
Kimia
Indonesia