

KONSEP MASSA EKONOMIS SEBAGAI UKURAN KELEMBAMAN PELAKU EKONOMI DALAM RUANG HARGAK (KAJIAN MEKANIKA KUANTUM DALAM EKONOMI MIKRO)

Bachtiar Rifai¹, Dwi Satya Palupi², Muhammad Farchani Rosyid³

Kelompok Penelitian Kosmologi, Astrofisika, dan Fisika Matematik (KAM)

Jurusan Fisika FMIPA UGM, Yogyakarta

Abstract

This paper has studied the correlation of economic systems in the market for goods by using the concept of state and the concept of observable in quantum mechanics. Also proposed the concept of economical mass as an economic actor counterparts concept of inertia or inertia in physics. Studied the things that determine the mass of a principal economic economical. Discussed the possibility of applying the model to market goods with commodities and $M N$ economic actors using the concept of Quantum Many Body Problem.

Keywords: Ekonofisika, Applied Physics, Massa economical, Quantum many-body problem

Abstrak

Dalam makalah ini telah dikaji korelasi sistem ekonomi di pasar barang dengan menggunakan konsep keadaan dan konsep observabel dalam mekanika kuantum. Diusulkan juga konsep massa ekonomis seorang pelaku ekonomi sebagai timpalan konsep kelembaman atau inersia dalam fisika. Dikaji hal-hal yang menentukan massa ekonomis seorang pelaku ekonomi. Dibicarakan kemungkinan penerapan model tersebut untuk pasar barang dengan N komoditas dan M pelaku ekonomi dengan menggunakan konsep Quantum Many Body Problem.

Kata kunci : Ekonofisika, Fisika terapan, Massa ekonomis, Quantum many body problem

PENDAHULUAN

Sejak lahirnya konsep-konsep ilmu ekonomi yaitu diawali dengan munculnya buku Adam Smith yang berjudul "*The Wealth Of Nation*" sebenarnya ilmu ekonomi telah meletakkan fondasi keilmuan yang berkerangkakan hukum-hukum fisika. Karena era itu ilmu fisika didominasi oleh pandangan klasik, ilmu ekonomi Adam Smith dibangun di atas pandangan Newton, dalam artian kaidah ataupun hukum-hukum ekonomi Adam Smith diambil baik secara langsung maupun tidak langsung dari mekanika Newton [1]. Dengan berlandaskan pada mekanika newton inilah ilmu ekonomi Adam Smith kemudian dikembangkan [5]. Dalam perkembangan selanjutnya ilmu ekonomi banyak mengalami

perubahan dengan muncul berbagai aliran ekonomi baru mulai yang "dibimbing" oleh paham-paham yang dianut oleh para pionernya, semisal kolonial, liberal, Keynesian, neoliberal, sosialis dll. Namun dari semua aliran ekonomi yang ada masih tetap menggunakan prinsip-prinsip fisika dari mulai Newtonian (Adam Smith), termodinamika dan fisika statistik (*Kaynesian, neoliberal*). Dari sisi fisikawan tak sedikit pula para fisikawan yang telah mengkaji kemungkinan diterapkannya cabang-cabang fisika lain dalam ekonomi atau belakangan ini disebut ekonofisika (*econophysics*) seperti, konsep entropi [7],[14], termodinamika secara umum [4], mekanika statistik [11],[15], geometri [6], mekanika kuantum [8],[9],[12],[16]

dan masih banyak konsep lainnya. Makalah ini membahas bagian dari penelitian kami dalam ekonomi mikro tentang interaksi antara para pelaku ekonomi dalam ruang harga yang dikaji melalui penerapan teori kuantum banyak benda.

Di dalam sistem ekonomi terdapat penjual dan pembeli (pelaku ekonomi dasar) yang masing-masing mempunyai hasrat untuk menjual dan membeli. Penjual ingin menjual barangnya dengan harga setinggi mungkin, sedangkan pembeli ingin membeli barang dengan harga serendah mungkin. Keduanya akan bertemu pada suatu titik optimal yaitu saat terjadi kesepakatan antara penjual dan pembeli. Pada kesepakatan inilah disebut harga optimum barang yang dijual. Berdasarkan teori ekonomi mikro, keduanya akan bertemu di titik kesetimbangan yaitu kurva penawaran dan permintaan. Pada dasarnya setiap peristiwa ekonomi muncul karena adanya kebutuhan, yaitu kebutuhan hayati untuk hidup, kebutuhan yang timbul karena peradaban dan kebutuhan lain-lain yang khas masing-masing perorangan [3]. Pelaku ekonomi dasar yaitu penjual dan pembeli saling berinteraksi dalam sebuah pasar ekonomi yang juga dipengaruhi oleh faktor-faktor luar seperti contohnya intervensi harga oleh pemerintah. Dari sudut pandang mekanika kuantum terjadinya peristiwa seperti di atas dapat dimodelkan dengan menggunakan teori kuantum dan penerapannya dalam fisika, hanya saja di sini, kita menerapkan teori kuantum dalam sistem ekonomi. Model ekonomi kuantum berusaha menjelaskan “interaksi” antar pelaku ekonomi dengan menggunakan konsep observable dan keadaan dalam mekanika kuantum melalui analogi bahwa pelaku ekonomi adalah partikel dalam mekanika kuantum. Contohnya : di dalam sistem kuantum dikenal suatu fungsi gelombang Ψ , dengan Ψ

melambangkan suatu keadaan partikel (informasi keberadaan partikel dalam ruang, energi dan momentum) beserta evolusinya. dalam sistem ekonomi Ψ dianggap sebagai informasi keadaan pelaku-pelaku ekonomi. Jadi, Ψ menggambarkan keadaan para pelaku ekonomi dan juga evolusinya. Dengan kata lain jika kita mengetahui fungsi gelombang (Ψ) seorang pelaku ekonomi maka kita dapat mengetahui keadaan sistem ekonomi dan juga perkembangan (evolusi) sistem ekonomi tersebut. Dalam mekanika kuantum setiap proses terjadi dalam ruang konfigurasi, sedang dalam model kuantum ekonomi proses terjadi dalam ruang harga [10], maksudnya, pergerakan atau evolusi pelaku-pelaku ekonomi dan interaksinya terjadi di dalam ruang harga, dengan setiap sumbunya mewakili komoditas yang diperdagangkan dalam pasar ekonomi.

KONSEP MASSA EKONOMIS

Dalam artikel [10] konsep kuantum ekonomi dijelaskan dengan menggunakan kajian fungsi gelombang yang melekat pada setiap pelaku ekonomi di ruang harga. Misalkan kita ambil fungsi gelombang pelaku ekonomi $\Psi(p)$, dengan p adalah koordinat komoditas (harga), maka seperti biasanya, dalam mekanika kuantum $\Psi(p)$ dapat dinormalisasikan :

$$\int |\psi|^2 dp = 1 . \quad (1)$$

Jika terdapat dua pelaku ekonomi dengan fungsi gelombang masing-masing $\psi_1(p_1)$ dan $\psi_2(p_2)$ (penjual & pembeli) maka fungsi gelombang kedua pelaku ekonomi itu adalah perkalian (tensor) dari kedua fungsi gelombang masing masing pelaku ekonomi, ditulis sebagai

$$\psi_{2,1}(p_1, p_2) = \psi_1(p_1)\psi_2(p_2) . \quad (2)$$

Melalui analogi dengan mekanika

kuantum, fungsi gelombang diatas tidak hanya mengandung informasi yang lengkap tentang pelaku ekonomi saat sekarang melainkan juga informasi tentang pelaku ekonomi di masa yang akan datang (evolusi) yang diperoleh dari persamaan Scrodinger. Secara operator, persamaan tersebut ditulis sebagai

$$i\hbar(\partial\psi/\partial t) = \hat{H}\psi, \tag{3}$$

dengan \hbar adalah “tetapan ekonomi” yang akan ditemukan dalam pengamatan (empiris) dan \hat{H} adalah operator Hamiltonan. Jadi, dalam sitem ekonomi mikro (pasar) setiap pelaku ekonomi dianalogikan dengan partikel dalam sistem kuantum dan setiap pelaku ekonomi mempunyai fungsi gelombang tertentu yang mengandung informasi yang lengkap tentang pelaku ekonomi tersebut beserta evolusinya. Transaksi terjadi apabila pelaku ekonomi dalam hal ini penjual dan pembeli berada pada keadaan yang sama.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang kasus ini maka kita ambil contoh suatu *prototype* sitem ekonomi sederhana yang terdiri atas satu penjual, satu pembeli, satu jenis komoditas yang diperdagangkan dan pengaruh dari luar yang belum diketahui. Sehingga bentuk Hamiltonan sistem diatas adalah :

$$\hat{H} = \frac{-\hbar^2}{2m_1} \nabla^2 - \frac{-\hbar^2}{2m_2} \nabla^2 - V_{1,2}(p_1, p_2) - U_1(p_1) - U_2(p_2) \tag{4}$$

dengan $V_{1,2}$ adalah potensial interaksi antara penjual dan pembeli, $U_1(p_1), U_2(p_2)$ adalah potensial luar (pengaruh eksternal dari pasar) terhadap penjual dan pembeli dan m_1, m_2 adalah tetapan yang ditentukan secara empiris. Dari uraian di atas jelas bahwa konsep massa ekonomis belum dikupas secara gamblang. Dalam artikelnya, Kondratenko hanya menganggap bahwa m_1, m_2 adalah suatu parameter yang nantinya akan ditentukan berdasarkan

pengamatan[10]. Dalam makalah ini, penulis mengusulkan bahwa sebenarnya m_1, m_2 adalah parameter yang menunjukkan watak masing masing pelaku ekonomi yang mencerminkan ”kelembaman” pelaku ekonomi. Parameter ini penulis namakan ”massa ekonomis”. Pengertian massa ekonomis dapat disarikan seperti pengertian di bawah ini,

Massa ekonomis adalah suatu besaran dalam ekonomi yang memengaruhi kelembaman pelaku ekonomi (economical massiveness) dalam ruang harga.

Seperti halnya dalam fisika, konsep massa adalah suatu konsep yang sangat penting begitu juga dengan konsep massa ekonomis. Konsep massa ekonomis ini memberikan pandangan baru tentang penilaian pelaku ekonomi, yaitu kelembaman ekonomi. Kelembaman di sini berkaitan dengan kelembaman seorang pelaku ekonomi dalam *perubahan* persepsinya tentang harga. Sebagai contoh, diambil dua pelaku ekonomi, A dan B dengan massa ekonomi pelaku ekonomi A dan B hampir sama (kasus I). Misalkan A adalah penjual dan B adalah pembeli dan mereka berada pada pasar barang dengan satu komoditas yang ditawarkan oleh A. Maka antara penjual A dan pembeli B akan melakukan tawar menawar, dengan B mencari harga terendah dan A mencari harga tertinggi (paling menguntungkan). Keadaan akan berbeda jika A dan B mempunyai massa ekonomi yang berbeda (kasus II). Jika A mempunyai massa ekonomis yang lebih besar dari massa ekonomis B, maka A akan cenderung lebih “*massive*” dalam merubah persepsi harganya terhadap barang yang dijual, sehingga kesempatan menawar bagi pembeli B kecil, bahkan bisa saja pembeli B tidak punya kesempatan menawar sama sekali jika nisbah massa ekonomis antara kedua pelaku ekonomi di atas sangat besar. Semakin besar massa ekonomis

A, semakin sulit pula bagi penjual A untuk merubah persepsi harga barang yang dijualnya dan akibatnya semakin kecil kemungkinan bagi pelaku ekonomi B (pembeli) untuk dapat menawar harga barang yang ditawarkan oleh A. Keadaan seperti kasus I bisa kita jumpai pada perdagangan di pasar-pasar tradisional dengan para penjual (bermodal kecil) melakukan tawar menawar dengan pembeli karena massa ekonomisnya hampir sama. Sementara kasus II dapat kita jumpai pada perdagangan di toko swalayan (sebagai penjual) dan pembeli biasa tempat para pembeli sama sekali tidak memiliki kesempatan untuk menawar barang-barang yang disediakan di toko swalayan tersebut karena massa ekonomis toko swalayan jauh lebih besar daripada massa ekonomis pembeli.

Sebagai faktor yang memengaruhi persepsi harga, massa ekonomis berkaitan dengan berbagai parameter ekonomi lain yang dimiliki oleh pelaku ekonomi. Artinya massa ekonomis sendiri dipengaruhi oleh berbagai hal : tingkat kebutuhan, jumlah uang yang dimiliki oleh pelaku ekonomi, jumlah barang yang tersedia, selera, dll. Artinya setiap pelaku mempunyai banyak sekali "faktor persepsi" yang memengaruhi massa ekonomis, dengan "faktor persepsi" yang satu dan lainnya tidak saling berhubungan. Sehingga bentuk umum massa ekonomi adalah tensor berderajat dua yang tidak bergantung harga, yaitu :

$$m_{i,j} = \begin{bmatrix} m_{1,1} & \dots & m_{1,t} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{j,1} & \dots & m_{i,j} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Terdapat suatu sistem koordinat sedemikian rupa sehingga dengan menggunakan transformasi tertentu kita selalu bisa membawa bentuk tensor massa (5) menjadi bentuk tensor massa yang dinyatakan dengan matriks diagonal berikut

$$m_{i,j} = \begin{bmatrix} m_{1,1} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & m_{i,i} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Untuk lebih jelas maka ditinjau suatu pasar yang di dalamnya hanya terdapat tiga jenis barang yang diperdagangkan (b_1, b_2, b_3) dan setiap pelaku ekonomi hanya memiliki sejumlah N "faktor persepsi" untuk masing-masing barang (b_1, b_2, b_3). "Faktor persepsi" secara matematis akan dinyatakan sebagai parameter ($f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$) yang mempengaruhi massa ekonomis barang yang diperdagangkan (b_1, b_2, b_3). sehingga tensor massa ekonomis dapat ditulis sebagai

$$m_{i,c} = \begin{pmatrix} m_{11}(f_1, f_2, \dots, f_n) & 0 & 0 \\ 0 & m_{22}(f_1, f_2, \dots, f_n) & 0 \\ 0 & 0 & m_{33}(f_1, f_2, \dots, f_n) \end{pmatrix} \quad (7)$$

Dari persamaan (7) maka tensor massa ekonomis dapat ditentukan dengan mudah.

Faktor persepsi adalah sejumlah parameter ekonomi pada masing-masing pelaku ekonomi yang mempengaruhi massa ekonomis.

Jadi dengan adanya tensor massa ekonomis maka perhitungan ekonomi kuantum yang sudah ada harus dirubah dengan mengganti komponen massa yang semula skalar menjadi massa ekonomis yang berbentuk tensor berderajat dua. Penggantian ini akan mengakibatkan berubahnya bentuk Hamiltonian dari sistem ekonomi kuantum yang ditinjau. Dalam hal ini kemunculan konsep massa tensor telah diusulkan dalam [13]. Sebagai gambaran awal dipelajari penyelesaian untuk sistem ekonomi di dalam sebuah pasar barang dengan N buah komoditas dan M orang pelaku ekonomis. Dalam hal ini, analogi kuantumnya adalah sistem banyak benda yang dikaji secara kuantum (*quantum many body problem*), dengan para pelaku ekonomi secara

keseluruhan memiliki fungsi gelombang $\Psi(p_1, p_2, \dots, p_N)$ dan masing-masing memiliki tensor massa ekonomis $m_{i,j}^\alpha$, ($i, j = 1, \dots, N; \alpha = 1, \dots, M$) akan saling berinteraksi dalam ruang komoditas (harga) berdimensi N . Penurunan masalah sistem ekonomi kuantum banyak benda di atas tidak dibahas dalam makalah ini, di sini hanya dibahas kemunculan ide mengenai konsep massa ekonomis dan penggunaan *quantum many body problem* untuk menyelesaikan masalah interaksi di pasar barang.

KESIMPULAN

Dalam makalah ini, telah diusulkan penggantian massa skalar/konstan dalam sistem kuantum ekonomi dengan massa ekonomi yang ternyata berupa tensor berderajat dua. Telah diusulkan juga penggunaan *quantum many body problem* dalam menyelesaikan masalah interaksi antar pelaku ekonomi dalam pasar barang. Diharapkan pengembangan gagasan ini akan menjadi salah satu *alternative* pengganti model ekonomi yang ada sekarang, khususnya mengenai interaksi pelaku ekonomi di pasar barang yang sekarang masih di tinjau secara empiris dan linear [1]. Sebenarnya masih banyak hal yang menarik yang harus dicari dalam topik *quantum economy*. Hal itu meliputi penelitian tentang analogi observabel kuantum yang lain dengan sistem ekonomi, konsep energi dalam sistem ekonomi, analogi konsep spin dalam sistem ekonomi dan konsep perluasan *quantum economy* non relativistik ke konsep *quantum economy* relativistik (*quantum field theory*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada seluruh anggota Kelompok Penelitian Kosmologi, Astrofisika, dan Fisika Matematik (KAM) Jurusan Fisika FMIPA UGM,

Yogyakarta yang telah banyak membantu diskusi dan penelusuran pustaka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ali, Murat. 1999. *Toward Quantum Economics Development : Transcending Boundaries*. Ankara Üniversitesi SBF Dergisi. 55-3
- [2]. Anatoliy K., Prykarpatsky et al. 2008. *Introductive Backgrounds to Modern Quantum Mathematics with Application to Nonlinear Dynamical Systems*. Int J Theor Phys (2008) 47: 2882–2897
- [3]. Boediono. 2008. *Ekonomi Mikro Ed II*. BPFE Yogyakarta
- [4]. Chen, K. Y. et al. 2003. *A Quantum Treatment of Public Goods Economics*. Quantum Information Processing, Vol. 1, No. 6, December 2002 (C2003)
- [5]. Chen, Jing. 2005. *The Physical Foundation Of Economy : an analytical thermodynamics theory*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- [6]. Estrada, Ruiz. 2009. *How to Calculate the Economic Mass (D)*. Copyright © 2010 Elsevier B.V. All rights reserved
- [7]. Georgescu-Roegen N. 1971. *The Entropy Law and the Economic Process*. Publisher: IUNIVERSE INC Date published: 1999
- [8]. Khrennikov, Andrei. 2008. *Quantum-like Microeconomics: Statistical Model of Distribution of Investments and Production*. Physica A 387 (2008) 5826–5843
- [9]. Khrennikov, Andrei. 2010. *Ubiquitous Quantum Structure : From Psychology to Finance*. Springer Heidelberg Dordrecht London New York

- [10]. Kondratenko, Anatoly.2007. *Physical Modeling of Economic Systems: Classical and Quantum Economies*. MPRA Paper No. 10452, posted 25. December 2007 / 09:26
- [11]. Landini, Simone & Uberti, Mariacristina. 2008. *A Statistical Mechanic View of Macro-dynamics in Economics*. *Comput Econ* (2008) 32:121–146
- [12]. Meir Hemmo and Orly Shenkertt.2003. *Quantum Decoherence and the Approach to Equilibrium*. *Philosophy of Science*, Vol. 70, No. 2 (Apr., 2003), pp. 330-358
- [13]. M. F. Rosyid, preprint UGM 2010.
- [14]. Maasoumi, et al. 2002. *Entropy and predictability of stock market returns*. *Journal of Econometrics*, Elsevier, vol. 107(1-2), pages 291-312, March
- [15]. Stanley, Eugent et al. 2006. *Economic Fluctuations and Statistical Physics: The Puzzle of Large Fluctuations*. *Nonlinear Dynamics* (2006) 44: 329–340
- [16]. V. P. Maslov.2002. *Econophysics and Quantum Statistics*. *Mathematical Notes*, vol. 72, no. 6, 2002, pp. 811–818. Translated from *Matematicheskie Zametki*, vol. 72, no. 6, 2002, pp. 883–891.