

Peranan Matematika Ekonomi dan Ekonometrika dalam Memahami Ekonomi[♦]

The Rule of Mathematics and Econometrics in Understanding Economics

Nachrowi Djalal Nachrowi*

Program Pasca Sarjana Ilmu Ekonomi
Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia

Paper ini merupakan suatu survei literatur tentang perkembangan dan penggunaan matematika ekonomi dan ekonometrika dalam memahami ilmu ekonomi dan fenomena ekonomi secara umum. Paper ini akan diawali dengan mengangkat fenomena global yang sangat hangat akhir-akhir ini, yaitu mengenai gejolak harga minyak dunia yang sangat dramatis. Fenomena ini akan dikaitkan dengan posisi matematika ekonomi dan ekonometrika dalam melihat dampak ekonomi dari masalah ini. Setelah itu akan disampaikan asal-muasal masuknya pendekatan kuantitatif dalam analisis ekonomi serta penjelasan lebih jauh mengenai matematika ekonomi; terutama mengenai *game theory* dan siapa yang berjasa mengembangkannya serta aplikasinya pada analisis ekonomi. Selanjutnya diteruskan dengan mendiskusikan model ekonometrika yaitu alat analisis yang melengkapi model matematika ekonomi. Dalam membahas ekonometrika ini akan dibahas prinsip kerjanya beserta cara pendekatannya. Teknik ekonometrika non-konvensional yang mulai banyak digunakan dalam analisis ekonomi juga akan dibahas seperti model *neural network* yaitu suatu teknik alternatif dalam ekonometrika yang prinsip kerjanya mengikuti prinsip kerja sistem syaraf kita, dan model *wavelet* serta pendekatan *cluster fuzzy* yang akan dibahas secara sepintas. Akhirnya, presentasi paper ini akan ditutup dengan menyampaikan catatan-catatan kecil sebagai pengingat buat para teman-teman ekonom atau siapa saja yang menggunakan model matematika untuk lebih berhati-hati dalam membangun dan menggunakan model matematika; lebih-lebih dalam menginterpretasikan hasil dari model tersebut terutama dalam menerjemahkan implikasinya untuk membangun suatu kebijakan ekonomi yang menyangkut hajat hidup orang banyak.

Gejolak Harga Minyak Mentah Dunia

Tiga tahun belakangan ini, harga minyak mentah dunia bergejolak sangat dramatis. Pada awal bulan November 2007, minyak mentah menembus harga USD97 per barel, atau naik lebih dari 50 persen bila dibandingkan dengan harga minyak mentah di bulan November 2006 yang baru mencapai sekitar USD64 per barel. Sedangkan pada bulan Maret 2008 harganya mencapai USD125 per barel dan harga ini mencapai puncaknya pada bulan Juni 2008 dengan rekor USD147 per barel. Setelah itu, banyak analis yang memprediksi bahwa kenaikan harga akan berlanjut dan bahkan ada yang memprediksikan bahwa harga tersebut bisa mencapai USD250 per barel. Namun, pada akhir 2008 sampai Januari 2009, harga minyak dunia turun secara dramatis sampai di bawah USD40 per barel.

[♦] Paper ini merupakan revisi dari Pidato Pengukuhan Guru Besar yang disampaikan pada tanggal 15 Desember 2007 di Universitas Indonesia.

* alamat korespondensi: Gedung Pasca Sarjana Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia Depok, 16424. Email: nachrowi@indo.net.id.

Gejolak harga minyak dunia yang sangat tajam ini, sebagian besar bisa dijelaskan karena adanya ketimpangan atau ketidakseimbangan antara permintaan dan penawaran. Pada periode kenaikan harga, permintaan minyak meningkat sangat tajam seiring tumbuh pesatnya perekonomian Cina dan India ditambah lagi dengan mulainya musim dingin di negara-negara subtropis di belahan bumi bagian utara yang akan meningkatkan konsumsi energi. Sementara, dari sisi penawaran tidak ada peningkatan yang signifikan. Sedangkan pada periode penurunan harga, permintaan minyak dunia menurun sangat tajam seiring terjadinya krisis keuangan global yang sangat dahsyat yang membuat banyak perekonomian negara-negara dunia mengalami kontraksi sehingga permintaan agregat juga menurun termasuk permintaan minyak mentah dunia.

Menghadapi fenomena ini, kita semua menjadi bertanya-tanya; ke mana arah pergerakan harga minyak selanjutnya: apakah akan turun lagi sampai ke harga seperti sebelum adanya kenaikan tajam ataukah akan berbalik menembus angka "psikologis" USD100 per barel lagi. Setelah menembus USD100, ke mana lagi arahnya; apakah harga minyak dunia kelak akan mencapai USD250 per barel seperti diprediksikan oleh banyak orang? Pertanyaan mendasar berikutnya adalah bagaimana dampak dari gejolak harga minyak tersebut terhadap perekonomian suatu negara terutama bagi negara kita, Indonesia. Tentunya dampak gejolak harga minyak ini tidak hanya menerpa negara kita tetapi melanda juga ke negara lain di dunia baik negara pengekspor minyak maupun negara pengimpor minyak termasuk negara-negara mitra dagang kita. Dengan demikian, kita akan terkena dampak langsung dan dampak tidak langsung dari gejolak harga minyak ini.

Pada prinsipnya, tidak mudah untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut di atas karena banyak faktor yang dapat mempengaruhi pergerakan harga minyak dan banyak hal yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi suatu negara. Selain gejolak harga minyak dipengaruhi oleh ketimpangan antara permintaan dan penawaran, masih banyak hal-hal lain yang tidak diduga-duga yang bisa terjadi di masa mendatang misalnya memanasnya masalah politik di Timur Tengah akibat serangan Israel ke Jalur Gaza yang dapat memicu kenaikan harga minyak lagi. Adanya ketidakpastian (*uncertainty*) ini akan menambah rumit dalam menganalisis gejolak harga minyak tersebut. Sedangkan dampak ekonomi dari gejolak harga minyak ini tidak mudah dianalisis juga karena melibatkan banyak variabel yang saling terkait. Akan tetapi dengan bantuan Teknik Matematika Ekonomi dan dilengkapi dengan Model Ekonometrika analisis masalah tersebut dapat dipermudah dengan membuatnya lebih sistematis.¹ Ini adalah sekedar ilustrasi bagaimana matematika ekonomi dan ekonometrika dapat berperan untuk memahami fenomena ekonomi.

Munculnya Model Kuantitatif pada Analisis Ekonomi

Pada awalnya ilmu ekonomi diajarkan dengan pendekatan verbal-filosofis seperti yang disajikan pada buku "*The Wealth of Nations*" yang ditulis oleh Adam Smith yang dikenal sebagai seorang ahli filsafat. Memang pada mulanya, ilmu ekonomi merupakan bagian dari ilmu filsafat dan setelah era Adam Smith, ilmu ekonomi baru menjadi disiplin ilmu tersendiri. Selang

1 " ...if you are smart enough to be a Nobel-prize winning economist maybe you can do without the math, but the rest of us mere mortals cannot. We need the math to make sure that we think straight—to ensure that our conclusions follow from our premises and that we haven't left loose ends hanging in our argument. In other words, we use math not because we are smart, but because we are *not smart enough*. We are just smart enough to recognize that we are not smart enough....." Dani Rodrick (Harvard University).

beberapa saat setelah era ini, pendekatan pengajaran ilmu ekonomi diperkenalkan dengan menggunakan simbol-simbol matematik dan grafik. Kita tidak tahu pasti kapan sebenarnya penggunaan perangkat-perangkat non-verbal ini dimulai, namun kebanyakan para ahli menganggap bahwa mazhab neoklasik-lah yang menjadi pelopor pendekatan ini. Akhirnya, sampai saat ini ilmu ekonomi dikenal sebagai sebuah disiplin ilmu yang multidimensional dalam artian bisa digunakan tak terbatas hanya pada penyampaian intuisi secara kualitatif, melainkan bisa juga diterapkan secara kuantitatif. Dari kedua pendekatan ini, maka lahirlah terminologi "ekonomi kualitatif" dan "ekonomi kuantitatif". Namun perlu digarisbawahi bahwa keduanya bukanlah dua cabang ilmu yang terpisah, melainkan hanya merupakan pendekatan penyampaian yang berbeda seperti halnya kalau kita mengekspresikan sesuatu menggunakan bahasa yang agak berbeda (Perdana dalam Anwar *et al.* 1997).

Analisis kuantitatif dalam ilmu ekonomi dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu matematika ekonomi dan ekonometrika. Matematika ekonomi digunakan dalam ilmu ekonomi lebih ke arah penyusunan teori secara deduktif. Sedangkan ekonometrika digunakan sebagai studi terhadap observasi empiris, dengan menggunakan metode perkiraan statistik serta pengujian hipotesis. Ekonometrika, dengan kata lain, menekankan pada pengujian empiris atas teori ekonomi, dan dibutuhkan untuk pengambilan kesimpulan secara induktif. Para ahli ekonometrika pun umumnya menggunakan persamaan-persamaan matematika yang disusun oleh ahli matematika dengan membuat modifikasi secukupnya agar memungkinkan untuk dilakukan pengujian empiris terhadap hukum-hukum ekonomi.

Dalam prakteknya, analisis ekonomi memang tidak dapat terlepas dari analisis kuantitatif. Dengan bahasa matematika, penggunaan ekspresi verbal digantikan dengan simbol-simbol matematika sehingga penyampaian ide bisa lebih efisien, lebih akurat dan lebih sistematis. Sedangkan dengan menggunakan ekonometrika, suatu teori dapat diverifikasi validitasnya melalui data empiris yang tersedia. Selanjutnya dengan menggunakan data empiris, dimungkinkan untuk memberi masukan pada penggalian ilmu baru dan/atau modifikasi ilmu yang sudah ada.

Singkatnya, pendekatan kualitatif dan kuantitatif dalam analisis ekonomi ini saling melengkapi². Tanpa perangkat kuantitatif, seorang ahli hanya dapat memberikan gambaran tentang suatu fenomena tanpa dapat membuktikannya. Sedangkan penggunaan alat kuantitatif tanpa pemahaman intuitif terhadap ilmu ekonomi menjadikan suatu analisis kehilangan nuansa ekonomi sebagai ilmu sosial yang memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi.

Matematika Ekonomi: Awal Penggunaan dan Perkembangannya

Chiang dan Wainright (2005) mendefinisikan bahwa matematika ekonomi adalah suatu pendekatan analisis ekonomi dengan menggunakan simbol-simbol matematika dan logika matematika dalam merumuskan teori ekonomi dan permasalahan dalam ilmu ekonomi. Pada mulanya, matematika ekonomi lahir dari cabang teori ekonomi yang relatif kecil sampai akhirnya menjadi hampir sama besarnya dengan teori ekonomi lainnya. Perkembangan ini disebabkan karena para ekonom bersimpati terhadap ekonomi neoklasik yang merepresentasikan teori ekonomi dengan formulasi matematika. Sebelum matematika ekonomi diadopsi secara luas, teori ekonomi masih mengandalkan analisis grafik; namun analisis ini

² "...Experience has shown that each of these three view points, that of statistics, economics theory, and mathematics, is a necessary, but not itself a sufficient condition for a real understanding of the quantitative relations in modern economic life...." (Econometric Society, dikutip oleh Greene, 2003)

terkendala oleh visualisasi yang hanya terbatas pada dua dimensi karena visualisasi lebih dari dua dimensi tidak mudah dipahami. Baru setelah tahun 1950 perkembangan matematika ekonomi makin pesat seiring berpindahannya para ahli-ahli matematika menjadi akademisi ekonomi seperti Kenneth Arrow, Gerard Debreu, Frank Hahn dan Hildenbrandt.

Awal dari penerapan analisis matematika dalam ilmu ekonomi adalah digunakannya teori persamaan simultan oleh Leon Walras untuk menganalisis keseimbangan beberapa pasar yang saling berkaitan; kemudian, dicobanya kalkulus untuk menganalisis perilaku konsumen oleh Edgeworth. Aplikasi oleh Walras ini mendorong perkembangan analisis keseimbangan umum yang memfokuskan pada persyaratan-persyaratan untuk dibangunnya seperangkat harga atau instrumen-instrumen lain yang menjamin bahwa permintaan dan penawaran akan setara di semua pasar secara simultan pada saat berbagai sumber daya, teknologi dan preferensi konsumen yang menentukan permintaan dan penawaran dispesifikasi dalam kerangka yang cukup umum (Huges dalam Kuper and Kuper 2000).

Sedangkan *Mathematical Programming* dan *Convex Analysis* banyak digunakan dalam menganalisis perilaku konsumen maupun produsen. Dalam menganalisis perilaku konsumen diasumsikan bahwa konsumen memaksimalkan utilitas dengan mempertimbangkan sumber daya yang ada sedangkan dalam menganalisis perilaku produsen diasumsikan bahwa produsen memaksimalkan keuntungan dengan mengacu kepada kemampuan sumber daya yang dimiliki atau meminimumkan biaya produksi untuk mencapai target tertentu. Dengan menggunakan konsep dualitas dari *mathematical programming*, seorang analis diberi pilihan apakah melakukan analisis melalui maksimisasi keuntungan atau minimisasi biaya. Sementara, dengan memanfaatkan Teori Weierstrass (Sundaram 1996) kita dapat mengetahui apakah model optimisasi yang dibangun tersebut mempunyai solusi atau tidak.

Teknik optimisasi ini sudah banyak diaplikasikan untuk suatu analisis dalam bidang ilmu ekonomi baik untuk mencari suatu pilihan strategi optimal untuk suatu periode tertentu (optimisasi statik) ataupun untuk digunakan mencari sederetan solusi optimal yang saling terkait pada periode waktu yang berbeda-beda (optimisasi dinamik). Selain itu, metode optimisasi ini juga berkembang ke arah mencari solusi tujuan ganda yang ingin dicapai dalam waktu yang bersamaan. Beberapa studi yang menggunakan teknik ini di lingkungan Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia diantaranya dilakukan oleh Sophia (2006), Prayitno (2006) dan Halimatussadiyah (2004). Sophia misalnya, menggunakan *Goal Programming*³ untuk melihat optimisasi manfaat ekonomi dari hutan alam produksi di Kalimantan Selatan dengan mempertimbangkan berbagai macam kepentingan yang ada serta merumuskan kebijakan untuk pengelolaan hutan di wilayah tersebut. Sedangkan Prayitno (2006) mencoba menggunakan Metode DEA (*Data Envelopment Analysis*)⁴ untuk mempelajari tingkat efisiensi wilayah kabupaten dan kota dalam industri manufaktur di Pulau Jawa. Sementara Halimatussadiyah menggunakan optimisasi dinamik untuk mengkaji tingkat ekstraksi optimal dari minyak bumi di Indonesia.

³ *Goal Programming* adalah teknik optimisasi dengan tujuan ganda yang dapat mencari solusi optimal dari beberapa target secara simultan. Lebih rincinya dapat dibaca di beberapa buku teks, misalnya Nachrowi dan Usman (2005).

⁴ "... DEA adalah analisis yang mempergunakan teknik *linear programming* untuk membangun suatu *non-parametric frontier* terhadap data untuk dapat menghitung efisiensi relatif suatu unit pengambil keputusan terhadap *frontier* tersebut." (Sembel, 2005).

Game Theory: "Beautiful Mind", Persaingan Usaha, dan Ekonomi-Politik

Game theory adalah cabang matematika terapan yang sering dipakai dalam analisis ekonomi. Teori ini mempelajari interaksi strategis antarpemain ("agen"). *Game theory* menganalisis interaksi sosial manusia menggunakan suatu model strategi permainan. Model ini memakai analisis matematika untuk membantu memahami pilihan strategi yang perlu diambil oleh setiap pemain. Sebagaimana suatu permainan, setiap pemain ingin menang, karena itu dia harus mengambil keputusan yang terbaik yang akan membawa kemenangan baginya. Banyak para ahli sepakat bahwa *game theory* pertama kali dikembangkan oleh John von Neumann (matematikawan dan fisikawan) dan Oskar Morgenstern (ekonom) pada tahun 1944 sebagai aplikasi teori matematika guna menganalisis interaksi antara individu, perusahaan, bahkan negara. Tokoh lain yang juga penting dalam penggunaan *game theory* adalah John Nash (matematikawan) yang menemukan keseimbangan dalam sebuah interaksi di antara dua pihak (Henderson 1993).

Walaupun *game theory* sudah diformulasikan sejak lama, tapi baru dalam dekade terakhir ini model ini banyak mendapatkan perhatian. Hal ini sejalan dengan keberhasilan *game theory*, terutama di dunia bisnis dan politik, sebagai alat analisis mengapa suatu keputusan diambil dan bagaimana suatu strategi dijalankan. Hal lain yang membuat *game theory* makin populer adalah keberhasilan para tokoh-tokohnya dalam memenangkan Nobel dalam bidang ekonomi seperti John Nash (1994), Schelling dan Aumann (2005) serta Hurwicz, Maskin dan Myerson (2007). Mereka dianggap sebagai tokoh yang membuat terobosan baru dalam menggunakan dan mengembangkan *game theory* dalam analisis ekonomi.

Prinsip dasarnya, konsep *game theory* kurang lebih sama dengan yang disampaikan secara kocak dalam film "*Beautiful Mind*" yang merupakan film terbaik Academy Award. Dalam film tersebut, John Nash -diperankan dengan baik oleh Russel Crowe meskipun gagal meraih Oscar- menemukan idenya saat ia tertarik pada seorang gadis di kafe. Nash berpikir, kalau ada sejumlah laki-laki yang saling sikut atau baku hantam satu sama lain untuk memperebutkan hati seorang gadis, bisa jadi kisah mereka akan berakhir di rumah sakit tanpa ada satu pria pun yang mendapatkan gadis tersebut.

Menurut Nash, masing-masing pria akan menjalankan strategi tertentu yang jitu untuk memikat sang gadis. Jika sang gadis menyukai bunga atau puisi atau musik, strateginya adalah membawakan seikat bunga atau menuliskan puisi atau menyanyikan sebuah lagu. Namun selain perlu tahu kesukaan gadis tersebut, sang pria juga harus memperhatikan strategi pesaingnya. Seandainya pria lain sudah membawakan bunga, maka ia harus datang dengan puisi atau musik. Lantas, ketika ia datang dengan puisi, sang pesaing pun akan mengatur strategi baru; mungkin datang dengan musik. Demikian seterusnya, hingga masing-masing akan menemukan satu strategi yang ia anggap terbaik sebagai respons atas strategi yang dijalankan orang lain. Kondisi ini yang dalam teori ekonomi dikenal dengan "keseimbangan Nash" (*Nash equilibrium*).

Keseimbangan Nash menggambarkan kondisi di mana satu pihak mengambil keputusan optimal berdasarkan keputusan pihak lain. Teori Nash menjadi batu pijakan bagi penerapan *game theory* dalam ilmu ekonomi. *Game theory* sudah menjadi metode umum dalam menganalisis perilaku penjual dalam pasar oligopoli. Berbeda dengan pasar yang kompetitif, jumlah penjual dalam pasar oligopoli relatif sedikit. Karena itu, tindakan yang dilakukan oleh satu penjual akan mempengaruhi keputusan penjual lain. Dalam situasi ini, *game theory*

digunakan untuk menganalisis perilaku persaingan bisnis, perilaku persaingan harga dan kualitas layanan antara waralaba restoran siap saji dan supermarket atau persaingan iklan di kalangan produsen minuman ringan, dsb. Dalam ekonomi makro, *game theory* juga digunakan untuk menilai apakah pemerintah cukup kredibel dalam mengambil kebijakan. Contohnya ketika pemerintah mengatakan akan memberikan jaminan investasi, investor akan menghitung seberapa besar insentif bagi pemerintah untuk memegang ucapannya sebelum memutuskan untuk menanam modal.

Analisis keseimbangan Nash serta *game theory* jadi makin relevan dalam konteks ekonomi-politik di Indonesia. Teori tersebut juga dapat memperlihatkan bahwa pada dasarnya sebuah kebijakan ekonomi bisa digunakan sebagai strategi bagi kepentingan elite untuk bertahan dalam sebuah kompetisi politik dan hal ini berbeda dengan teori ekonomi secara umum yang mengasumsikan bahwa kebijakan pemerintah selalu berorientasi pada kesejahteraan masyarakat luas. Kadangkala perilaku pemerintah dipengaruhi oleh berbagai kepentingan yang berusaha agar kebijakan pemerintah menguntungkan pihak tertentu. Hal ini dapat membuat kebijakan yang optimal secara politik tidak selalu optimal secara ekonomi. Menurut *game theory*, kesenjangan antara kebijakan yang optimal secara politik dan ekonomi dapat diatasi dengan melakukan proses yang sama secara berulang-ulang (*repeated games*). Melalui *repeated games*, pengambil kebijakan bisa melihat bagaimana publik akan merespons kebijakan yang cenderung berorientasi pada kepentingan politik. Melalui pemilu yang digelar secara periodik, rakyat sebetulnya juga menjalani suatu *repeated games*. Setelah beberapa kali pemilu, rakyat dapat semakin realistis dan bisa tidak menaruh harapan terlalu tinggi pada partai politik. Masyarakat akhirnya bisa sadar bahwa partai yang membela rakyat dan memenuhi janjinya tidak mungkin ada di dunia nyata ini.

Ekonometrika, Matematika Ekonomi dan Teori Ekonomi

Tugas utama matematika ekonomi adalah merepresentasikan teori ekonomi ke dalam persamaan-persamaan matematika tanpa memperdulikan mengenai pengukuran parameter-parameter dalam persamaan matematika tersebut ataupun memverifikasi secara empiris dari teori ekonomi yang dikaji. Sedangkan ekonometrika di pihak lain tertarik untuk memverifikasi teori ekonomi secara empiris. Akibat posisi utamanya yang berhubungan dengan pengukuran-pengukuran ini, banyak para ahli ekonometrika menjulukinya bermacam-macam. Mulai dari Gujarati (2006) yang mendefinisikan ekonometrika bukan sebatas arti harfiahnya yaitu "ukuran ukuran ekonomi" sampai Goldberger (1964) yang menjuluki ekonometrika sebagai suatu ilmu sosial yang menggunakan seperangkat teori ekonomi, matematika dan inferensial statistika untuk menganalisis fenomena-fenomena ekonomi. Bahkan Tintner (1968) melihat ekonometrika sebagai suatu matematika statistik yang digunakan pada model matematika ekonomi untuk memperoleh hasil yang berupa angka-angka dengan menggunakan data-data ekonomi.

Seringkali teori ekonomi dinyatakan dalam suatu pernyataan atau hipotesis yang sifatnya kualitatif. Sebagai contoh, teori mikroekonomi mengatakan bahwa bila harga suatu komoditas naik, dengan mengasumsikan variabel lain tidak berubah (*ceteris paribus*), maka permintaan akan barang tersebut menjadi berkurang. Namun teori ini tidak menjelaskan lebih lanjut mengenai besaran penurunan permintaan sebagai reaksi dari peningkatan harga komoditas tersebut. Lebih konkritnya lagi, misalkan saja Pertamina menaikkan harga BBM sebesar 30 persen (sebagai reaksi dari gejolak harga minyak dunia). Menurut teori mikroekonomi, akibat kenaikan harga ini (dengan asumsi *ceteris paribus*), permintaan BBM oleh konsumen akan turun. Hanya saja teori ini tidak menjelaskan lebih jauh berapa penurunannya: apakah

permintaan akan turun dengan persentasi yang sama yaitu 30 persen, atau kurang dari 30 persen atau bahkan lebih dari 30 persen. Tambahan kelengkapan informasi inilah yang sangat dibutuhkan. Dengan bantuan ekonometrika, kita bisa menghitung besaran-besaran tersebut; tentunya setelah dilengkapi dengan data ekonomi yang cukup, model matematika yang layak serta proses komputasi yang memadai.

Ekonometrika: Siapa Takut?

Nachrowi dan Usman (2006) menggarisbawahi bahwa ekonometrika dapat diartikan secara lebih luas sebagai *suatu ilmu yang mempelajari analisis kuantitatif dari fenomena ekonomi dalam artian yang lebih umum (termasuk ilmu sosial lainnya)*. Pada mulanya kajian ekonometrika hanya meliputi aplikasi matematika statistik dengan menggunakan data ekonomi untuk menganalisis model-model ekonomi saja. Akan tetapi dalam perkembangannya teknik ini tidak hanya dapat digunakan untuk menganalisis model-model ekonomi saja melainkan juga dapat digunakan untuk menganalisis berbagai fenomena sosial lainnya.

Secara prinsip teknik ekonometrika merupakan gabungan antara beberapa disiplin ilmu: teori ekonomi, matematika ekonomi, statistika ekonomi, matematika statistik, dan teknik komputasi. Dengan demikian, analisis ekonometrika memerlukan pemahaman dan pendekatan multidisipliner. Meskipun demikian, untuk mempelajari ekonometrika seseorang tidak harus pakar dalam ilmu-ilmu penunjangnya seperti ilmu matematika dan ilmu statistika. Tetapi cukup memahami prinsip-prinsip dasar dari disiplin ilmu tersebut. Yang terpenting dalam menggunakan teknik ekonometrika adalah hendaknya kita selalu berangkat dari dan berlandaskan kepada teori yang mendasari gejala-gejala ekonomi ataupun fenomena sosial lainnya yang sedang kita analisis.

Secara kasar tahapan metodologi ekonometrika bisa dikelompokkan menjadi 6 (enam) tahapan. Pertama, dengan mengacu kepada teori, kita mengajukan suatu hipotesis atau pertanyaan. Kedua, untuk menjawab pertanyaan atau hipotesis yang diajukan pada tahap pertama, kita mengajukan model matematika yang dapat digunakan untuk menguji hipotesis kita. Ketiga, setelah modelnya sudah terbangun, parameter dari model tersebut kita estimasi dengan suatu *software computer*. Keempat, hasil dari estimasi parameter perlu kita verifikasi terlebih dahulu apakah hasilnya sesuai dengan model atau tidak. Kelima, jika dari hasil verifikasi mengatakan model yang telah diestimasi sudah layak, maka model tersebut kita gunakan untuk memprediksi pergerakan atau memprediksi nilai suatu variabel. Keenam, akhirnya prediksi tersebut dapat kita gunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan suatu keputusan atau suatu kebijakan.

Ekonometrika dan Teori Ekonomi yang Kadangkala Tidak Konklusif⁵

Teori Ekonomi seringkali dapat memberi penuntun kepada kita mengenai arah pergerakan dari suatu variabel yang sedang kita perhatikan. Pada diskusi terdahulu, dengan asumsi *ceteris paribus*, bila harga suatu komoditas meningkat maka permintaan akan barang tersebut menurun. Sebaliknya, bila penawaran melimpah maka harga komoditas tersebut cenderung menurun, *ceteris paribus*. Jadi dalam hal ini teori ekonomi secara tegas dapat menjelaskan hubungan timbal balik antara kuantitas dan harga. Kadangkala teori ekonomi kurang bisa mengarahkan kepada kita mengenai kaitan pergerakan beberapa variabel yang sedang kita analisis secara konklusif. Misalnya saja kita ingin melihat kaitan antara pergerakan harga

⁵ Diambil dari Nachrowi dan Usman (2006).

minyak dunia dengan pertumbuhan ekonomi suatu negara. Adakah hubungan diantara keduanya? Jika ada, bagaimana hubungannya. Salah satu penjelasan yang dapat ditawarkan mengenai dampak harga minyak dunia terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara adalah sebagai berikut.

Bila harga minyak dunia naik, dampaknya terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara akan berbeda bagi negara pengimpor minyak dan negara pengekspor minyak. Untuk negara pengimpor minyak, kenaikan harga minyak dunia dapat berakibat pada peningkatan biaya produksi dan hal ini dapat membuat lesu kegiatan industri-industri yang banyak menggunakan bahan bakar minyak. Rangkaian dampak berikutnya, kejadian tersebut dapat memperlambat pertumbuhan ekonomi negara tersebut. Akibat sebaliknya berlaku untuk negara-negara pengekspor minyak. Bila harga minyak dunia naik, pendapatan ekonomi negara tersebut meningkat dan hal ini dapat berakibat pada peningkatan kegiatan ekonomi di negara tersebut dan akhirnya ekonomi negara tersebut dapat tumbuh lebih baik.

Bagaimana dengan arah sebaliknya. Apakah pertumbuhan ekonomi suatu negara dapat berdampak pada kenaikan harga minyak dunia? Untuk menjawab pertanyaan ini, penjelasan yang dapat ditawarkan seperti berikut ini. Bila ekonomi suatu negara tumbuh pesat, kegiatan-kegiatan ekonomi negara tersebut meningkat. Konsekuensinya, kebutuhan bahan bakar di negara tersebut juga meningkat. Bila negara tersebut merupakan negara besar, peningkatan permintaan bahan bakar tersebut dapat mempengaruhi permintaan bahan bakar minyak dunia sehingga harga minyak dunia dapat meningkat. Akan tetapi bila negara tersebut negara kecil, peningkatan permintaan minyak domestik kurang mempengaruhi permintaan minyak dunia sehingga harga minyak dunia bisa tidak terpengaruh. Dengan demikian, pertumbuhan ekonomi suatu negara bisa berpengaruh pada harga minyak dunia dan bisa juga tidak. Akibatnya, kita tidak tahu secara pasti dampak dari kenaikan harga minyak dunia terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara maupun dampak pertumbuhan suatu negara terhadap kenaikan harga minyak dunia. Namun dengan menggunakan teknik ekonometrika kita dapat mengetahui lebih pasti hubungan kedua variabel tersebut untuk suatu negara tertentu yang sedang kita amati.

Faktor versus Pola: Dua Pendekatan Alternatif

Untuk menganalisis suatu variabel ekonomi, kita dapat memperhatikannya melalui variabel-variabel lain yang terkait kemudian kita membuat model matematika yang dapat merepresentasikan hubungan variabel yang kita amati dengan variabel-variabel (faktor-faktor) lain yang mempengaruhinya melalui suatu teori yang mendasari hubungan tersebut. Tetapi adakalanya faktor yang mempengaruhi variabel yang kita amati tidak dapat atau sulit dikuantifikasi atau faktor tersebut belum terobservasi sehingga perlu diprediksi dulu. Kalau hal ini terjadi, model ekonometrika yang kita bangun tidak dengan mudah dapat diestimasi dengan baik. Sebagai alternatif, kita dapat mengamati suatu variabel ekonomi melalui nilai-nilai variabel itu sendiri di masa lalu. Dalam pendekatan ini, data-data yang kita perlukan relatif mudah tersedia karena merupakan data-data masa lalu dari variabel yang kita amati. Pertanyaannya sekarang adalah apakah benar besaran variabel yang kita amati di masa datang hanya dipengaruhi oleh variabel itu sendiri di masa lalu. Bukankah banyak variabel lain yang juga mempengaruhi variabel yang sedang kita kaji? Sejauh mana pola (*trend*) pergerakan suatu variabel di masa datang mengikuti pola pergerakannya di masa lalu?

Dua pendekatan ini masing-masing ada keunggulannya dan kelemahannya. Pendekatan faktor atau pendekatan kausalitas biasanya didasari oleh suatu teori yang sudah mapan. Dengan demikian,

model yang dibangun mengacu pada suatu teori yang dapat dipertanggungjawabkan. Akan tetapi seringkali ada variabel yang sangat berpengaruh tetapi susah dikuantifikasi sehingga seringkali faktor yang sangat berpengaruh ini tidak diikutsertakan dalam model yang dapat mengurangi kekuatan dari model yang kita bangun. Sebaliknya, pendekatan pola hanya mengandalkan informasi variabel itu sendiri di masa lalu; padahal variabel ekonomi tidak ada yang kebal oleh pengaruh variabel lain. Namun selama pola di masa datang tidak jauh berbeda dengan pola di masa lalu, pendekatan ini akan dapat diandalkan. Selain itu sejumlah pakar percaya bahwa pergerakan variabel di masa lalu itu sudah mencerminkan pengaruh-pengaruh variabel lain sehingga pergerakan variabel yang diamati baik bergerak naik atau turun atau tidak bergerak sama sekali sudah merupakan hasil akhir dari dampak variabel-variabel yang mempengaruhinya.

Sebagai ilustrasi, misalnya saja kita akan mengamati pergerakan IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) di BEJ (Bursa Efek Jakarta) yang dapat dijadikan sebagai indikator atau cerminan dari kondisi makroekonomi kita. Kalau kita mengacu pada suatu teori yang mengatakan bahwa mata uang yang kuat dapat mempengaruhi mata uang yang lemah dan teori ini berlaku juga pada pasar modal, maka pasar modal yang lebih kuat dapat mempengaruhi pasar modal yang lebih lemah. Artinya, pasar modal di Amerika Serikat atau Jepang yang lebih kuat, misalnya, dapat mempengaruhi pasar modal di Indonesia. Pertanyaannya sekarang adalah apakah kita dapat dengan mudah memprediksi pergerakan IHSG melalui pergerakan indeks harga saham di New York (DJIA/Dow Jones Industrial Average) ataupun di Jepang (NIKKEI). Apakah kalau DJIA meningkat akan diikuti peningkatan IHSG? Kalau hubungannya sesederhana ini maka kita akan mudah menebak pergerakan IHSG dan dapat mendapatkan keuntungan dari perdagangan di BEJ. Tetapi kenyatannya tidak demikian mudahnya. Adakalanya kenaikan DJIA diikuti penurunan IHSG, dan pelemahan DJIA malah direspons dengan penguatan IHSG. Sementara, sering terjadi juga DJIA tidak bergerak tetapi IHSG pergerakannya luar biasa. Dengan demikian kita tidak dapat hanya mengandalkan teori tersebut untuk mempelajari pergerakan DJIA dan IHSG. Kita perlu membuka lebar-lebar informasi lain yang dapat memicu pergerakan kedua indeks tersebut.

Untuk melihat pergerakan IHSG lebih lanjut, kita dapat mengamatinya melalui variabel-variabel atau faktor-faktor lain yang mempengaruhinya. Pada paragraf terdahulu telah disebutkan bahwa DJIA dapat mempengaruhi pergerakan IHSG. Selain itu kondisi makroekonomi Indonesia juga dapat mempengaruhi pergerakan IHSG. Jika kondisi makroekonomi semakin kondusif maka semakin banyak investor yang percaya untuk investasi di Indonesia baik melalui investasi langsung maupun melalui investasi portofolio. Akibatnya banyak dana yang akan mengalir ke BEJ yang dapat mengakibatkan meningkatnya IHSG. Sebaliknya bila kondisi makroekonomi mengkhawatirkan, banyak investor yang lari dari pasar modal dan menarik modalnya dari BEJ yang berakibat pada penurunan IHSG. Selain faktor ekonomi dan keuangan, ada faktor lain yang dapat mempengaruhi pergerakan IHSG. Faktor keamanan dan politik sangat mempengaruhi pergerakan indeks tersebut. Sebagai contoh, pada bulan Agustus tahun 2000 terjadi ledakan bom di BEJ. Akibat ledakan ini IHSG turun sangat tajam. Dari sini terbukti bahwa faktor keamanan juga dapat mempengaruhi pergerakan IHSG. Sementara itu IHSG melesit tajam pada saat Presiden Susilo Bambang Yudoyono dilantik pada bulan Oktober 2004. Hal ini juga merupakan suatu bukti bahwa faktor politik pun mempengaruhi pergerakan IHSG dan variabel ekonomi lainnya.

Karena ekonometrika adalah salah satu metode kuantitatif maka semua variabel yang akan dianalisis dengan ekonometrika harus dapat dikuantitatifkan. Padahal kadangkala kita mendapatkan kesulitan dalam mengkuantifisir variabel yang dianalisis. Kalau kita kembali mencermati pergerakan IHSG, dari diskusi terdahulu, variabel ini selain dipengaruhi oleh faktor fundamental ekonomi juga dipengaruhi oleh faktor keamanan dan politik. Masalahnya sekarang adalah bagaimana kita dapat mengkuantifisir kondisi keamanan dan politik suatu negara dengan baik sehingga variabel ini dapat diakomodasikan pada model matematika. Padahal kedua variabel tersebut sangat berpengaruh. Oleh karena adanya kesulitan pengukuran variabel tersebut maka ada upaya untuk melihat pergerakan IHSG tidak melalui pergerakan variabel yang mempengaruhinya melainkan melalui pola pergerakan variabel itu sendiri di masa lalu. Dengan demikian kesulitan mengkuantifisir variabel yang mempengaruhinya maupun kesulitan memprediksi variabel yang mempengaruhinya tetapi belum terobservasi tidak ada lagi. Namun teknik ini bukan berarti menjadi bebas dari masalah. Pertanyaan yang muncul sekarang adalah apakah pergerakan IHSG memang tidak dipengaruhi oleh pergerakan variabel lainnya. Apakah pergerakan IHSG di masa datang dapat ditentukan dengan hanya melihat pola pergerakannya di masa lalu? Bagaimana dengan variabel-variabel lainnya seperti faktor fundamental ekonomi, faktor keamanan dan politik yang sangat mempengaruhi pergerakan IHSG tersebut? Untuk menjawab pertanyaan ini sejumlah pakar berpendapat bahwa pergerakan suatu variabel itu sudah mencerminkan pengaruh dari variabel-variabel yang mempengaruhinya. Konkritnya, jika IHSG menurun maka penurunan ini sudah mencerminkan pengaruh dari variabel-variabel lain yang mempengaruhinya. Bisa jadi penurunan IHSG tersebut karena kondisi ekonomi politik yang tidak mendukung atau faktor fundamental ekonomi yang cenderung berakibat pada sentimen negatif. Dengan demikian kalau kita mengamati variabel itu sendiri maka kita sudah cukup mendapatkan informasi yang sangat lengkap karena faktor lain yang mempengaruhinya sudah tercermin pada pergerakan variabel tersebut. Hanya saja perlu diwaspadai bahwa analisis pola yang semacam ini akan akurat bila kondisi yang mempengaruhi pola pergerakan data ke depan tidak jauh berbeda dengan kondisi pola pergerakan di masa lampau (Nachrowi dan Usman 2006).

Dalam kaitannya dengan dua pendekatan ini, Nachrowi dan Usman (2007) mencoba memprediksi pergerakan IHSG melalui pendekatan kausalitas dan pendekatan pola kemudian membandingkan hasil dari dua pendekatan tersebut. Pada periode akhir tahun 2004 dan awal 2005 IHSG menembus angka psikologis 1000. Banyak yang berpendapat bahwa kenaikan tajam ini dipengaruhi oleh pelarian modal keluar dari Thailand yang masuk ke Indonesia akibat kekisruhan politik di Thailand pada saat itu. Selain itu sentimen positif dari bursa global dan bursa regional beserta faktor fundamental lainnya juga mendukung kenaikan IHSG tersebut. Dari hasil empiris yang menggunakan model GARCH (*Generalized Auto Regressive Conditional Heteroscedasticity*) mengindikasikan bahwa dugaan tersebut memang benar adanya. Hanya saja masih banyak variabel-variabel lain yang mempengaruhi pergerakan IHSG yang belum tereksplorasi dan sulit diakomodasikan dalam model tersebut. Oleh sebab itu, IHSG dicoba dianalisis dengan melihat pergerakan IHSG di masa lalu (pendekatan pola) dengan menggunakan model ARIMA (*Auto Regressive Moving Average*). Hasil estimasi dengan menggunakan model yang relatif sederhana ini menunjukkan bahwa pergerakan IHSG lebih dapat dijelaskan melalui model ini. Kesimpulan dari studi ini adalah prediksi jangka pendek⁶ IHSG dengan model ARIMA mempunyai kesalahan yang lebih kecil bila dibandingkan dengan

⁶ "If you must forecast, forecast often" (Paul A. Samuelson, pemenang Nobel Ekonomi 1970, dikutip oleh Berndt, 1991).

prediksi yang menggunakan model GARCH. Namun hasil studi ini harus disikapi dengan lebih hati-hati karena kita belum bisa menyimpulkan secara umum bahwa kekuatan prediksi model ARIMA memang selalu lebih unggul bila dibandingkan dengan prediksi model GARCH.

Perlu digarisbawahi bahwa kedua pendekatan tersebut dapat saling melengkapi atau dapat juga sebagai alternatif tergantung pada tujuan analisis dan ketersediaan data yang ada. Beberapa studi dengan berbagai macam aplikasi seperti Sitanggang dan Nachrowi (2004); Dennis, Manurung dan Nachrowi (2004), Novita dan Nachrowi (2005), Satwiko, Nachrowi dan Manurung (2005), serta Usman dan Nachrowi (2004) menggunakan pendekatan kausalitas dalam melakukan analisisnya. Sementara Nachrowi dan Usman (2004) menggunakan pendekatan pola sebagai suatu alternatif dalam melakukan studinya.

Perkembangan Metode Kuantitatif dalam Analisis Ekonomi

Seringkali kita dihadapkan pada pilihan model matematika yang relatif sederhana dan mudah tetapi kadangkala kurang realistis atau pada pilihan model yang sangat kompleks (baik bentuk fungsionalnya maupun relasi antarvariabelnya) tetapi secara matematis solusinya susah dilacak (*mathematically untractable*). Oleh karena itu, beberapa upaya telah dilakukan untuk mencari teknik atau metode yang lebih baik dan lebih pas dalam mempelajari fenomena ekonomi. Arah pencarian ini tidak terbatas pada ranah matematika ekonomi saja namun sudah ke arah ilmu lain seperti konsep yang ada pada Biologi dan Psikologi. Pada kesempatan ini saya akan mengangkat secara sepintas mengenai metode-metode yang masih belum banyak dipakai dalam analisis ekonomi tetapi sudah banyak digunakan dalam aplikasi lain seperti *Neural Network*, *Cluster Fuzzy*, dan *Wavelet*. Metode-metode ini makin fisibel digunakan dalam analisis ekonomi seiring perkembangan yang luar biasa pada sisi komputasinya.

Model Neural Network

Neural network (NN) atau tepatnya *artificial neural networks* adalah suatu alat analisis yang mencoba meniru pola pengolahan informasi pada otak manusia. Teknik ini mulai banyak digunakan oleh para ekonom untuk membuat suatu prediksi (*forecast*) dan digunakan sebagai metode alternatif dari model-model regresi tidak linier dan sistem dinamik yang tidak linier. Model-model ekonometrika dan model *neural network* dua-duanya dapat digunakan untuk membuat suatu prediksi tetapi masing-masing teknik menggunakan prosedur yang berbeda dan masing-masing juga mempunyai keunggulan dan kelemahannya.

Banyak keunggulan dari pendekatan NN bila dibandingkan dengan model ekonometrika konvensional. NN mempunyai kemampuan untuk menganalisis pola yang sangat kompleks secara cepat dan dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Dalam menggunakan NN, tidak diperlukan adanya asumsi distribusi pada populasinya karena teknik ini dapat mempelajari data guna membangun hubungan antarvariabel yang diamati. Sehingga model ini akan menjadi model alternatif yang lebih baik bila hubungan antara beberapa variabel yang diamati susah direpresentasikan dengan baik oleh suatu model konvensional. Selain itu karena data *time series* sifatnya sangat dinamis, sebaiknya digunakan model yang tidak linier dan model NN akan lebih tepat. Selain itu NN akan bisa mengatasi *missing data* dan *incomplete data* dengan baik.

Selain model NN mempunyai banyak keunggulan, pendekatan ini juga mempunyai kelemahan-kelemahan. Sampai saat ini belum ada metodologi yang terstruktur untuk memilih, membangun, melatih dan memverifikasi model NN. Kualitas output dari NN bisa *unpredictable*. Model ekonometrika biasanya dibangun berdasarkan suatu teori yang sudah baku sehingga

mempunyai landasan yang kuat sedangkan model NN dibangun tidak berdasarkan teori melainkan berdasarkan simulasi (Schachmorove 2003).

Panda dan Narasimhan (2007) menggunakan metode *neural networks* untuk membuat ramalan (*forecast*) nilai tukar rupee India terhadap dolar Amerika. Hasil studinya menyimpulkan bahwa metode *neural network* lebih unggul bila dibandingkan dengan model *auto regressive* (linier) maupun model *random walk* dengan mengacu pada kriteria evaluasi *forecast* yang baku. Selain itu Pao (2006) menggunakan model *neural networks* untuk memodel dan memprediksi konsumsi energi di Taiwan. Studi ini menyimpulkan bahwa prediksi yang diperoleh dengan metode *neural network* lebih baik bila dibandingkan dengan prediksi yang menggunakan model regresi linier.

Model Cluster Fuzzy

Model ini bisa digunakan untuk menganalisis data yang pergerakannya mengikuti suatu pola tertentu untuk suatu periode tertentu, kemudian polanya berubah pada periode berikutnya dan berubah-ubah lagi pada periode-periode selanjutnya. Ditambah lagi transisi perubahan antarperiodenya juga tidak begitu jelas kapan mulai dan berakhirnya. Sebagai ilustrasi kalau kita mengamati pergerakan rupiah terhadap US dolar mulai tahun 1995 sampai dengan tahun 2007, pergerakannya mengikuti pola yang berbeda-beda. Di awal periode yaitu sekitar tahun 1995 sampai dengan pertengahan 1997, pola gerakannya stabil di kisaran Rp2.500,00. Pada periode berikutnya, gerakan nilai tukar sangat fluktuatif dengan *trend* naik dan sempat mencapai Rp16.000,00. Sedangkan pada periode ke tiga, nilai tukar berada di kisaran Rp10.000,00 dengan *trend* turun, dst. Dengan konsep *cluster fuzzy* kita dapat mengelompokkan pergerakan rupiah tersebut dengan pengelompokan yang layak (*reasonable*). Misalkan kelompok rendah, sedang dan tinggi; dan kemudian kita dapat mencari model (kurva) yang paling cocok untuk tiap-tiap kelompoknya dan akhirnya dengan mengetahui pola-pola pada tiap-tiap kelompok, kita dapat mencari pola gerakan secara keseluruhan sehingga kita dapat menggunakan pendekatan ini untuk melihat pergerakannya di masa datang. Dalam kaitanya dengan pendekatan ini, Muslim (2007) mengimplementasikan model *cluster fuzzy* untuk membangun model ekspor Indonesia ke Jepang.

Model Wavelet

Ozun dan Cifter (2007) mencoba melihat hubungan kausalitas antara konsumsi energi (listrik) dan GNP di Turki dengan menggunakan analisis *wavelet* yaitu suatu model semi-parameterik yang berbasis pada analisis *fourier*. Mereka menggunakan *wavelet* dalam papernya untuk mendeteksi relasi jangka panjang antara variabel-variabel yang diamati. Mereka menambahkan bahwa beberapa studi empiris mengindikasikan bahwa metode *wavelet* ini sangat bagus untuk menangkap perilaku jangka panjang dari data *time series*. Dalam paper tersebut mereka juga mengklaim bahwa merekalah yang pertama kali menggunakan *wavelet* untuk menyelidiki hubungan antara input yang berupa energi dengan output. Studi ini menyimpulkan bahwa dalam jangka pendek terdapat hubungan timbal balik antara GNP dan konsumsi energi sedangkan dalam jangka panjang pertumbuhan GNP berdampak pada peningkatan konsumsi energi.

Seni Membangun Model Matematika

Kita perlu berhati-hati dalam menggunakan model matematika dalam membuat suatu analisis ekonomi. Model matematika hanyalah representasi dari masalah yang sedang kita hadapi yang kita nyatakan dalam suatu persamaan-persamaan matematika dengan mengacu pada

Bagaimana hubungan variabel-variabel yang sedang kita analisis. Model ini dapat didesain untuk menjelaskan hubungan antarvariabel sampai rinci sekali atau dibangun untuk menjelaskan relasi antarvariabel secara garis besar tergantung pada tujuan analisis yang kita kehendaki. Ibarat peta suatu wilayah geografis, kita bisa secara garis besar membuat gambar wilayah tersebut beserta lokasi kota-kota besarnya saja atau kita dapat menunjukkan secara rinci sampai jalan-jalan yang menghubungkan antarkota tersebut dan bahkan kita dapat membangun peta yang sangat lengkap yang dapat menggambarkan bagaimana jalan satu lengan jalan lainnya berhubungan. Peta mana yang kita gunakan sangat tergantung pada kebutuhan. Kalau kita ingin menjelajahi wilayah tersebut dalam rangka wisata, kita membutuhkan peta yang sangat rinci yang dapat menggambarkan obyek wisata beserta jalan-jalan yang dilalui agar bisa mencapai obyek tersebut. Sebaliknya kalau kita hanya ingin melewati wilayah tersebut kita hanya membutuhkan peta yang dapat menggambarkan hubungan antarkota satu dengan kota lainnya. Begitu juga dalam pembuatan dan penggunaan model matematika.

Model matematika yang sangat kompleks, baik dari sisi bentuk fungsionalnya, maupun banyaknya variabel yang digunakan beserta bagaimana variabel-variabel tersebut berkaitan tidak selalu lebih baik bila dibandingkan dengan model yang simpel. Model yang sederhana tetapi bisa menjelaskan banyak sekali fenomena yang sedang dianalisis lebih berharga daripada model yang sangat rumit tetapi tidak banyak dapat menjelaskan. Oleh sebab itu dalam membangun model matematika disarankan menggunakan prinsip *parsimony* yaitu menggunakan model yang sesimpel mungkin tetapi dapat menjelaskan banyak hal. Prinsip ini sejalan dengan konsep *small is beautiful* yang dianut dalam penyusunan struktur suatu organisasi.

Persoalan yang dihadapi para ekonom dalam analisisnya sehari-hari adalah masalah dunia nyata (*real world*); sedangkan model matematika hanyalah merupakan representasi (*mimic*) dari dunia nyata. Pertanyaannya sekarang adalah apakah masalah dunia nyata tersebut dapat direpresentasikan secara sempurna oleh suatu model matematika. Ternyata memang ada gap antara dunia nyata yang dianalisis dengan suatu model matematika yang ditawarkan. Untuk menjembatani hal ini perlu dibuat asumsi-asumsi agar model matematikanya dapat dibangun. Dalam membuat asumsi-asumsi inilah diperlukan pemahaman-pemahaman yang tajam mengenai substansi yang dianalisis dan kemudian menggabungkannya dengan pilihan model yang ditawarkan. Bila asumsi-asumsi yang digunakan tidak tepat atau bila asumsi-asumsi tersebut tidak dapat dipenuhi, maka solusi yang dihasilkan melalui model matematika bisa menyesatkan karena model matematika yang digunakan disini menganut prinsip "if-then". Artinya hanya bila persyaratan-persyaratan atau asumsi-asumsi ("if") tersebut dipenuhi maka solusi yang dihasilkan ("then") bisa benar atau valid. Oleh sebab itu diperlukan kehati-hatian dalam membangun dan menggunakan model tersebut. Disinilah perlunya verifikasi model untuk mengetahui apakah solusi yang dihasilkan "*sound economics*".

Catatan Penutup

Memang benar bahwa model matematika dapat mempermudah dalam memahami ilmu ekonomi dan menganalisis fenomena-fenomena ekonomi. Namun, karena model tersebut bagaikan pisau yang bermata dua, diperlukan kehati-hatian dalam membangun dan menggunakannya. Pilihan model dan penggunaan model yang kurang tepat dapat menyesatkan. Bila hasil yang kurang tepat ini digunakan sebagai landasan untuk membuat kebijakan ekonomi yang menyangkut hajat hidup orang banyak, hal ini dapat berakibat pada

biaya sosial yang sangat tinggi. Oleh sebab itu sebelum solusi dari model tersebut digunakan perlu diverifikasi terlebih dahulu untuk menguji validitas model tersebut. Jika dimungkinkan hasil tersebut dapat dicobakan dulu dalam suatu "laboratorium" yaitu dalam suatu kelompok masyarakat dengan skala kecil atau dibuat suatu simulasi-simulasi terlebih dahulu.

Perkembangan ilmu pengetahuan akhir-akhir ini mengindikasikan bahwa suatu disiplin ilmu dapat sangat tergantung pada disiplin ilmu yang lain dan dalam saat yang bersamaan, batas antara satu disiplin ilmu dengan disiplin ilmu yang lain makin tidak jelas. Ke depan para ekonom dalam mengembangkan ilmunya maupun perangkat analisisnya perlu juga memperhatikan disiplin ilmu lain. Fakta menunjukkan bahwa banyak fenomena-fenomena dalam ilmu ekonomi yang paralel dengan fenomena yang terjadi dalam ilmu fisika (lihat misalnya Silberberg 1978: 114-116). Selain itu ada beberapa perangkat analisis yang bekerjanya mengikuti perilaku organ tubuh manusia (biologi); seperti "neural network" yang selama ini banyak diaplikasikan pada bidang elektronika dan robotika, akhir-akhir ini banyak dipakai sebagai metode alternatif dalam analisis ekonomi.

Akhirnya, marilah kita buka lebar-lebar mata dan telinga kita, perbanyak melakukan pendekatan universal ke berbagai disiplin ilmu; siapa tahu di seberang sana ada sesuatu yang menarik yang dapat kita manfaatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Arsjad, M., Ananta, A., Kuncoro, A., & (ed.). (1997). *Widjojo Nitiasastro 70 Tahun - Pembangunan Nasional: Teori, Kebijakan, dan Pelaksanaan*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Berndt, & Ernst, R. (1991). *The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary*. Massachusetts: Addison-Wesley.
- Chandra, P., & Narasimhan, A. (2007). Forecasting Exchange Rate Better with Artificial Neural Network. *the Journal of Policy Modelling*, 29 (2).
- Chiang, A. C., & Wainwright, K. (2005). *Fundamental Methods of Mathematical Economics* (4 ed.). Boston: McGraw-Hill.
- Dennis, P., Jerry, Adler, H. M., & Nachrowi, D. N. (2004). Analisis Determinasi Kinerja Reksa Dana Pendapatan tetap di Indonesia Periode 1999-2003 (Penggunaan Model Jensen dan Model Gudinkunst). *Jurnal Riset Akuntansi Indonesia*, 7 (2), 224-250.
- Goldberger, & Arthur, S. (1964). *Econometric Theory*. New York: John Wiley and Son.
- Greene, & William, H. (2003). *Econometric Analysis* (5 ed.). New York: Prentice Hall.
- Gujarati, D. (2006). *Essentials of Econometrics* (3 ed.). Singapore: McGraw-hill.
- Halimatussadiyah, A. (2004). Tingkat Ekstraksi Optimal Minyak bumi di Indonesia: Aplikasi Model Optimisasi Dinamik. *Tesis S2 Pascasarjana Ilmu Ekonomi FEUI*. Depok.
- Henderson, David, R., & (ed.). (1993). *The Fortune Encyclopedia of Economics*. New York: Warner Books Inc.
- Kuper, A., & Kuper, J. (2000). *The Social Science Encyclopedia*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Muslim, A. (2007). Implementasi Algoritma Cluster Fuzzy dan Neuro Fuzzy: Studi Kasus Model Ekspor Indonesia ke Jepang. *Thesis S2 Pascasarjana Ilmu Ekonomi FEUI*. Depok.

- Nachrowi, D. N., & Hardius, U. (2006). *Ekonometrika untuk Analisis Ekonomi dan Keuangan. Pendekatan Populer dan Praktis*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Nachrowi, D. N., & Hardius, U. (2005). *Penggunaan Teknik Ekonometrika* (Rev ed.). Jakarta: Rajawali Pers.
- Nachrowi, D. N., & Hardius, U. (2007). Prediksi IHSG dengan Model GARCH dan Model ARIMA. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 7 (2), 73-91.
- Nachrowi, D. N., & Hardius, U. (2004). *Teknik Pengambilan Keputusan*. Jakarta: Grasindo (Gramedia Widiasarana Indonesia).
- Novita, M., & Nachrowi, D. N. (2005). Dynamic Analysis of the Stock Price Index and the Exchange Rate Using Vector Auto Regression (VAR); an Empirical Study in Jakarta Stock Exchange 2001-2004. *Journal of Economics and Finance in Indonesia*, 53 (3), 263-278.
- Ozun, Alper, & Atilla, C. Multi-Scale Causality between Energy Consumption in Emerging Markets: Evidence from Turkey. *Journal Investment Management and Financial Innovation*, 4 (2).
- Pao, & Hsiao-Tin. (2006). Modelling and Forecasting the Energy Consumption in Taiwan Using Artificial Neural Networks. *The Journal of American Academy of Business*, 8 (1).
- Prayitno, J. (2006). Analisis Tingkat Efisiensi Wilayah Kabupaten dan Kota dalam Industri Manufaktur di Pulau Jawa Tahun 1993, 1998, dan 2003. *Thesis s2 Pascasarjana Ilmu Ekonomi FEUI*. Depok.
- Satwiko, Agung, G., Nachrowi, D. N., & Adler, H. M. (2005). Kebijakan Dividen Perusahaan yang Listing di Bursa Efek Jakarta (BEJ): Besaran, strategi, dan Stabilitas Dividen. *Jurnal Riset Akuntansi Indonesia*, 8 (1), 13-33.
- Schachmurove, & Yochanan. (2003). *Applying Artificial Neural Networks to Business, Economics and Finance*. USA: Departments of Economics the University of Pennsylvania.
- Sembel, & Roy. (2005). Retrieved from Smart Wisdom@yahoo.com
- Silberberg, & Eugene. (1978). *The Structure of Economics: a Mathematical Analysis*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Sitanggang, Ignatia, R., & Nachrowi, D. N. (2004). Pengaruh Struktur Ekonomi pada Penyerapan Tenaga Kerja Sektoral di Indonesia: Analisis Model Demometrik. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 5 (1), 103-133.
- Sophia, & Ratu, F. (2006). Optimalisasi Manfaat Ekonomi Hutan Alam Produksi di Povinsi Kalimantan Selatan. *Thesis S2 MPKP FEUI*. Depok.
- Sundaram, & Rangajaran, K. (1996). *A First Course in Optimization Theory*. Cambridge University Press.
- Tintner, & Gerhard. (1968). *Methodology of Mathematical Economics and the Econometrics*. The University of Chicago Press.
- Usman, H., & Nachrowi, D. N. (2004). *Pekerja Anak di Indonesia*. Jakarta: Grasindo (Gramedia Widiasarana Indonesia).