

# PREDIKSI DATA KEUANGAN DENGAN METODE-METODE EKONOFISIKA

## SIGNIFIKANSI PERAMALAN DALAM EKONOMI

Deni Khanafiah

Scholar Bidang Evolusi Sistem Sosial  
Bandung Fe Institute

*Peramalan merupakan suatu kegiatan yang seringkali dikaitkan dengan sesuatu yang berbau mistis atau supranatural. Ingatan kita mungkin akan tertuju pada suku bangsa Gipsi, suatu suku pengelana yang memang terkenal mempunyai kebiasaan meramal masa depan, atau mungkin kepada seorang Tiresias, peramal buta dalam mitologi Yunani, yang diberkahi dewa Athena suatu kemampuan untuk bisa mengetahui secara pasti apa yang terjadi di masa depan.*

**N**amun peramalan bukanlah sekadar mistis atau supranatural semata. Sejak dulu, manusia pada dasarnya mempunyai minat dalam meramalkan kejadian yang akan terjadi di masa yang akan datang. Dari sejarah manusia itu sendiri kita bisa melihat bagaimana manusia menggunakan berbagai macam cara agar dapat meramalkan suatu kejadian yang akan datang. Pada jaman dahulu, aktivitas peramalan seringkali dilakukan dengan mengamati kejadian alam pada suatu waktu, yang diyakini menjadi tanda akan munculnya suatu kejadian. Salah satu hal yang bisa kita jadikan contoh adalah peramalan akan cuaca ataupun iklim, suatu aktivitas peramalan yang sudah dilakukan manusia sejak berabad-abad yang lalu, atau setidaknya dimulai ketika manusia mulai mengenal kebiasaan bercocok tanam atau pertanian. Untuk meramalkan cuaca atau iklim di masa itu, manusia seringkali menggunakan tanda-tanda dari kejadian alam di saat tertentu, seperti rasi bintang, arah angin dan kejadian alam lainnya, untuk menentukan cuaca atau iklim di waktu yang akan datang.

Peramalan bisa dikatakan telah memainkan peranan yang cukup penting bagi kehidupan manusia, bahkan hingga saat ini. Dalam kasus peramalan cuaca di atas, kita bisa melihat bagaimana peramalan terhadap cuaca pada waktu dulu akan sangat berguna dalam menentukan kapan mulai bercocok tanam, yang pada akhirnya menentukan juga keberhasilan panen. Di masa sekarang pun, ramalan cuaca yang tepat ternyata masih kita perlukan, terutama untuk menunjang aktivitas-aktivitas tertentu yang bergantung pada kondisi cuaca, seperti penerbangan, pelayaran, hingga rekreasi.

Jika kita cermati paparan di atas, arti penting peramalan itu sendiri pada dasarnya terletak pada keinginan manusia sendiri untuk menghindari diri dari hal-hal yang merugikan di masa yang akan datang, serta kebergantungannya akan kondisi alam di mana ia hidup. Peramalan bisa jadi merupakan salah satu upaya manusia untuk mendapatkan informasi prediktif tentang suatu kejadian di masa depan, yang nantinya bisa digunakan

untuk mengurangi resiko kerugian atau jika mungkin, mendapatkan keuntungan dari informasi tersebut. Korban tsunami atau bencana alam lainnya yang beberapa waktu lalu menimpa negeri kita, mungkin akan dapat kita kurangi seandainya kita mempunyai metode analisis yang lebih baik untuk memprediksi kejadian tersebut.

Dalam perkembangannya, metode peramalan sendiri bisa dikatakan sangat dekat dengan ilmu pengetahuan. Ilmu pengetahuan yang pada hakikatnya berupaya untuk menyingkap rahasia alam, secara langsung maupun tidak, telah memberikan andil yang cukup besar dalam pembangunan metode peramalan untuk suatu kejadian di alam. Dalam sains, kita sering mendapati bagaimana seorang ilmuwan seringkali berusaha membangun suatu analisis saintifik yang bisa digunakan untuk menjelaskan dan sekaligus untuk memprediksi perilaku suatu fenomena yang dianalisisnya. Contoh sumbangsih ilmu pengetahuan yang cukup nyata bagi peramalan, bisa kita dapatkan pada kasus peramalan cuaca dan gempa. Kita bisa melihat bagaimana penemuan-penemuan baru di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, seperti penemuan barometer, termometer, radar, satelit, seismogram, dan bahkan hingga ke perkembangan komputasi dan teori chaos, telah memberikan sumbangan yang berarti dalam pembangunan metode peramalan cuaca yang lebih baik.

Peramalan tidak hanya terjadi untuk kasus cuaca atau kejadian alam lainnya saja. Peramalan juga terjadi dalam sistem-sistem yang lain, seperti halnya ekonomi, suatu sistem yang terkait erat dengan berbagai aktivitas, seperti produksi, distribusi, pertukaran, serta konsumsi barang dan jasa. Tidak lepasnya ekonomi dari aktivitas peramalan, dapat tercermin dari sebuah pertanyaan yang terkesan sederhana, seperti: “Bisakah kita tahu berapa harga-harga barang (misalnya harga tomat) esok hari, minggu depan, atau bulan depan?” atau “apakah suatu barang X akan laku di pasaran?” dan lain sebagainya.

Dari pertanyaan sederhana ini, kita bisa mendapati bahwa pada akhirnya kita dituntut untuk melakukan suatu peramalan atau prediksi tentang kejadian dalam sistem ekonomi di masa mendatang.

Dalam ekonomi modern saat ini, peramalan merupakan suatu hal yang cukup penting dilakukan, terutama untuk pengambilan keputusan yang sangat memerlukan informasi mengenai kondisi yang akan terjadi. Sesuai dengan prinsip ekonomi, pelaku ekonomi pada dasarnya memerlukan hal tersebut dengan harapan akan membuatnya terhindar dari kerugian, bahkan sebaliknya mendapatkan keuntungan sebanyak-banyaknya. Andaikan kita tahu persis harga tomat minggu depan akan jatuh, dan naik pada minggu berikutnya, tentu akan menguntungkan jika kita membeli tomat pada minggu depan, lalu menjualnya pada minggu berikutnya.

Dalam kasus negara, prediksi memainkan peranan yang sangat penting, terutama dalam menentukan anggaran belanja dan penyusunan kebijakan ekonomi pemerintah. Begitu penting sebuah prediksi, khususnya dalam ekonomi, sampai-sampai seorang Milton Freidmann, peraih penghargaan Nobel Ekonomi tahun 1976, menyebutkan bahwa suatu ilmu dikatakan ilmu jika ia mempunyai kemampuan untuk meramal atau memprediksi.

Namun di balik arti penting peramalan di atas, terdapat suatu masalah utama yang dihadapi oleh setiap peramalan, bahkan dalam ekonomi, yaitu masalah ketidak-tentuan (*uncertainty*). Ketidak-tentuan memang senantiasa menghinggapi kejadian-kejadian di masa mendatang. Akibatnya, untuk menentukan secara tepat bagaimana kejadian di masa depan bisa dikatakan merupakan hal yang sulit, atau bahkan tidak mungkin. Dalam peramalan, hal paling mungkin yang bisa kita lakukan adalah menentukan seberapa besar peluang terjadinya suatu kejadian di masa yang akan datang. Itulah sebabnya mengapa peramalan seringkali terkait dengan masalah peluang. Hal ini secara tak sadar terkadang kita temukan dalam fenomena sehari-hari, seperti bagaimana seorang pengamat sepak bola seringkali mengawali komentarnya dengan: “ ... Kesebelasan A **berpeluang** memenangkan pertandingan ini dengan skor telak...”.

Dari paparan di atas, kita bisa melihat bahwa peramalan pada dasarnya bertujuan menentukan besarnya peluang terjadinya suatu kejadian. Dalam perkembangannya, hal ini kemudian memunculkan teori tersendiri dalam

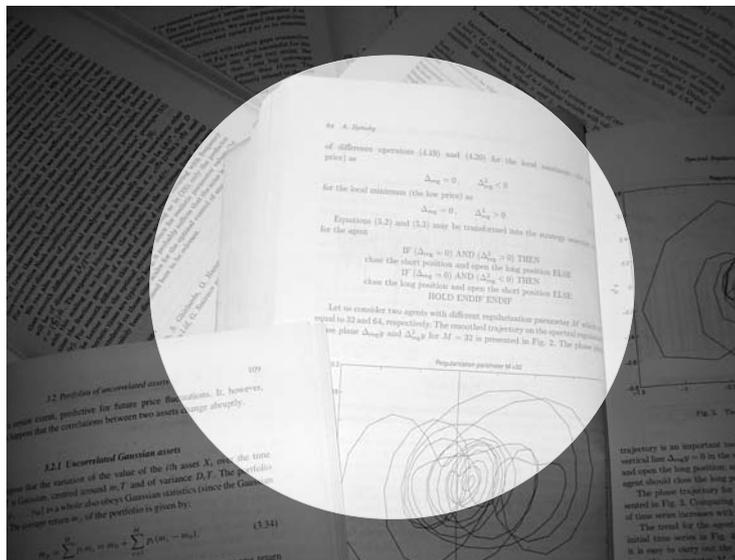
matematika yang disebut sebagai teori peluang suatu teori yang bangunan utamanya terdiri atas kejadian acak dan peluang munculnya kejadian acak tersebut. Dengan kehadiran teori tersebut, tak mengherankan jika peramalan sangat terkait erat dengan perkembangan ilmu matematika dan juga statistika, termasuk dalam ekonomi.

Peramalan dalam ekonomi sangat terkait erat dengan bagaimana bangunan model yang dijadikan sebagai alat untuk meramal fenomena ekonomi ke depan. Sumbangsih matematika dan statistika dalam konstruksi model ekonomi ini bisa kita lihat pada kasus ekonometri, suatu cabang ekonomi yang menggunakan metode dan model matematika, seperti kalkulus, teori probabilitas, statistika, program linier dan juga teori permainan, untuk menganalisis, menginterpretasi serta **memprediksi** sistem ekonomi, serta faktor-faktor yang terdapat di dalamnya. Ekonometri telah memberikan sumbangsih yang besar bagi analisis sistem ekonomi dan digunakan sebagai alat pengambilan kebijakan setidaknya di era 1980-an. Hal ini ditandai dengan penganugerahan Nobel ekonomi kepada Lawrence Klien, untuk penciptaan model ekonometrik dan aplikasinya untuk menganalisis fluktuasi ekonomi dan juga dalam penyusunan kebijakan ekonomi.

Namun saat ini, semakin disadari bahwa sistem ekonomi pada dasarnya merupakan sistem yang kompleks, yang ditandai dengan adanya sifat yang non-linier dan sensitif terhadap kondisi awal. Perilaku sistem yang

pada awalnya banyak didapatkan pada berbagai sistem fisis dan sistem hayati, seperti sifat kemagnetan, molekul, metabolisme dan ekosistem. Dengan kenyataan tersebut, untuk menganalisis perilaku sistem kompleks, seperti halnya sistem ekonomi, bisa dikatakan sangatlah sulit, atau bisa dikatakan mustahil dilakukan dengan hanya mengandalkan persamaan matematis linier sederhana, apalagi untuk meramalkannya. Kita tentu dituntut untuk menggunakan analisis yang lebih baik untuk bisa memahaminya, dengan harapan, hal ini nantinya bisa kita gunakan untuk memprediksi bagaimana perilaku sistem tersebut di waktu yang akan datang.

Pemahaman akan sistem kompleks yang berkembang pesat di dalam ilmu fisika, cukup membawa “angin segar” dalam upaya memahami sistem kompleks lainnya, termasuk ekonomi. Munculnya teori chaos dan perkembangan yang cukup pesat di bidang komputasi, semakin “membuka jalan” dilakukannya analisis lebih



**Dalam peramalan, hal paling mungkin yang bisa kita lakukan adalah menentukan seberapa besar peluang terjadinya suatu kejadian di masa yang akan datang**

lanjut mengenai perilaku sistem tersebut. Perkembangan yang cukup menarik adalah penggunaan model-model fisika yang digunakan sebagai sebuah pendekatan untuk menganalisis sistem ekonomi. Suatu pendekatan baru yang kemudian mentasbihkan diri sebagai ekonofisika. Dalam praktiknya, pendekatan-pendekatan ekonofisika lebih menekankan pada bagaimana pendekatan secara metodologis dari ilmu fisika digunakan dalam memahami kompleksitas ekonomi. Perkembangan ekonofisika pada akhirnya ikut mempengaruhi perkembangan metode analisis yang digunakan dalam prediksi atau peramalan.

Berikut ini, kita mencoba melihat beberapa konsep di fisika yang memberikan sumbangan yang cukup besar dalam memahami kompleksitas sistem ekonomi dan bagaimana perkembangan metode analisis di ekonofisika serta sumbangannya dalam meramal atau memprediksi sistem ekonomi, khususnya sistem pasar modal atau bursa efek.

**METODE ANALISIS DALAM EKONOFISIKA DAN KAITANNYA DENGAN PERAMALAN**

Seperti telah diuraikan sebelumnya, ekonofisika merupakan suatu pendekatan yang mencoba menganalisis ekonomi menggunakan model-model dan perangkat-perangkat dalam ilmu fisika. Terkait dengan hal tersebut, terdapat 3 konsep besar yang berkembang dalam ilmu fisika, yang bisa dikatakan memberikan kontribusi atau pengaruh yang cukup berarti dalam analisis ekonomi, meliputi:

**Pertama, mekanika.** Secara sederhana, pendekatan ini meliputi beberapa konsep di fisika mengenai gaya dan energi potensial. Agen atau pelaku ekonomi pada dasarnya mirip dengan konsep partikel dalam fisika. Jika dalam fisika perilaku partikel diwakili oleh posisi

koordinatnya, dalam ekonomi perilaku agen diwakili oleh parameter-parameter tertentu. Hal lain yang merupakan sumbangan dari mekanika adalah konsep mekanika statistika. Konsep ini bisa digunakan untuk mempelajari bagaimana sifat atau karakteristik dari sistem ekonomi dilihat dari sifat-sifat umum statistika dari data-data ekonomi.

**Kedua, konsep ketidak-linieran sistem.** Salah satu konsep yang berkembang dalam fisika terutama termodinamika, adalah konsep ketidak-linieran sistem. Fenomena ketidak-linieran ini begitu banyak ditemui dalam sistem-sistem fisis. Sebagai contoh adalah air, di mana sifat sistem secara keseluruhan ternyata tidak sama dengan penjumlahan dari unsur-unsur penyusunnya, yaitu hidrogen dan oksigen. Dalam suhu kamar, air bersifat cair dan tidak mudah terbakar, sedangkan hidrogen dan oksigen, berbentuk gas dan mudah terbakar. Hal ini juga ternyata terjadi dalam ekonomi. Sistem ekonomi secara keseluruhan tidaklah semata-mata penjumlahan 1 ditambah 1 dari perilaku-perilaku individunya. Inilah yang kemudian mendasari dilakukannya pendekatan ketidak-linieran dalam sistem ekonomi.

Perkembangan yang lebih maju dalam ilmu fisika tentang ketidak-linieran sistem ini, telah membuat beberapa konsep, seperti transisi fasa, entropi, statistika fisika dan sebagainya, banyak digunakan untuk analisis di bidang ekonomi. Lebih jauh, dalam bidang ini banyak sekali model-model fisika yang kemudian menginspirasi analisis ekonomi, terutama untuk melihat kaitan antara perilaku sistem keseluruhan dengan perilaku elemen-elemen penyusunnya. Sebagai contoh: model tentang sifat kemagnetan digunakan dalam menganalisis fluktuasi harga, dan sebagainya.

**Ketiga, fisika komputasi.** Komputasi mungkin merupakan salah satu piranti baru yang menjanjikan guna menganalisis suatu fenomena. Fisika komputasi telah banyak digunakan untuk menganalisis berbagai fenomena dalam sistem fisis, seperti bagaimana



mensimulasikan model *spin* magnet, mensimulasikan model jatuhnya pasir, mensimulasikan difusi gas, dan banyak hal lainnya. Simulasi komputasional, secara sederhana, memindahkan urutan-urutan suatu proses dalam sebuah sistem ke dalam bahasa komputer.

Implementasi dari konsep-konsep di atas dalam ekonofisika, telah melahirkan berbagai model dan metode analisis untuk sistem ekonomi, yang kemudian banyak di antaranya digunakan untuk tujuan prediksi. Terkait dengan masalah prediksi tersebut, analisis ekonofisika cukup banyak berkontribusi dalam analisis terhadap data-data deret waktu keuangan atau data ekonomi lainnya yang senantiasa berubah menurut waktu. Data-data deret waktu dalam sistem ekonomi begitu banyak, dari mulai tingkat inflasi suatu negara, nilai tukar mata uang, hingga pergerakan harga saham di pasar bursa, dan sebagainya. Salah satu konsep fisika yang banyak digunakan dalam memahami data deret waktu adalah mekanika statistik. Dalam prediksi atau peramalan, mekanika statistik merupakan suatu perangkat analisis yang mencoba mencari gambaran umum mengenai sifat-sifat statistika dari data keuangan, yang kemudian pada akhirnya digunakan juga untuk dapat meramalkan garis besar atau *tren* perubahan harga yang terjadi.

Pendekatan statistika sendiri pada dasarnya merupakan pendekatan yang berisifat *top-down*, karena analisis yang dilakukan hanya menggunakan data semata dan membiarkan hanya dari data tersebutlah kita memperoleh informasi. Mekanika statistika digunakan untuk membantu kita memahami perilaku atau karakteristik suatu sistem tanpa harus melihat secara detail perilaku elemen penyusunnya. Kita tentu tak usah repot-repot memperhitungkan perilaku satu per satu dari partikel dalam suatu sistem hanya untuk menghitung tekanan dari suatu gas dengan suhu konstan pada volume tertentu. Dengan kata lain, analisis data keuangan dengan berbagai perangkat dan model mekanika statistik berusaha menganalisis bagaimana sifat-sifat statistika data keuangan, tanpa berupaya untuk melihat apa yang menjadi penyebab sifat tersebut. Berbagai metode analisis data keuangan yang berkembang menggunakan pendekatan ini dan kemudian digunakan untuk prediksi, di antaranya: ARCH/GARCH, Teori Matriks Acak, Jaring Saraf Buatan, dan lain sebagainya. Untuk menunjukkan bagaimana konsep mekanika statistika dan juga komputasi mempengaruhi tren analisis dari data keuangan dan juga

prediksi, kita akan mencoba mengulas sedikit tentang beberapa metode analisis tersebut.

## TEORI MATRIKS ACAK (TMA)

Adalah tidak mungkin bagi kita untuk menebak berapa angka dadu yang akan keluar pada lemparan tertentu, kecuali kita tahu persis sisi mana yang akan jatuh, arah gelindingnya dadu, dan berapa putaran yang akan ia jalani. Hal itupun bahkan mungkin belum cukup untuk mengetahui secara pasti angka yang akan keluar karena masih banyak faktor lain yang tentunya tidak bisa dengan gampang kita perhitungkan. Berapa angka dadu yang keluar, bisa jadi merupakan salah satu “kuasa” alam. Suatu “keadilan alam” yang ditandai dengan besarnya peluang yang hampir sama untuk keenam angka dadu. Kemunculan angka dadu bisa dikatakan sebagai suatu kejadian acak, di mana hampir tidak mungkin untuk menebak berapa angka dadu yang akan keluar.

Namun apakah data keuangan juga bersifat acak seperti lemparan dadu? Jika *ya*, tentunya sulit bagi kita, atau bahkan tidak mungkin untuk meramalkan data keuangan yang akan terjadi kemudian. Hal inilah yang kemudian menjadi ide dasar dari Teori Matriks Acak, yaitu melihat seberapa jauh suatu data mempunyai perilaku atau karakteristik yang dikaitkan dengan sifat keacakan. Dalam hal ini, TMA membandingkan distribusi peluang dari korelasi silang antara data deret waktu dengan data yang dibangkitkan secara acak. Korelasi sendiri, bisa diartikan sebagai seberapa jauh keterkaitan antara suatu kejadian terhadap kejadian lainnya. Sebagai contoh, jika pada suatu waktu kita mendapati harga saham naik, dan kemudian pada waktu berikutnya ia naik juga, maka dikatakan bahwa kedua data harga saham tersebut berkorelasi positif, sebaliknya ia berkorelasi negatif.

TMA semula berkembang di fisika, untuk memahami data spektral yang tidak diketahui hukum/aturan interaksi yang terjadi di dalamnya. Dalam analisis data keuangan, TMA digunakan untuk menguji apakah suatu data mempunyai kesamaan dengan data acak, atau tidak. Hal ini tentu akan sangat berguna untuk menilai apakah suatu data keuangan bisa kita prediksi ataukah tidak. Model otokorelasi dituliskan dalam bentuk matriks, dimana masing-masing elemen matriks, adalah nilai korelasi antara saham dalam baris dan kolomnya. Distribusi peluang dari nilai korelasi pada data



saham tersebut kemudian dibanding-kan dengan distribusi korelasi silang yang terjadi pada data acak. Dari sini, kita bisa menganalisis apakah data keuangan mempunyai karakteristik yang sama dengan data acak atau tidak.

**ARCH/GARCH**

Pemahaman akan sifat statistika data keuangan, bisa jadi merupakan salah satu modal dasar untuk melakukan prediksi. Salah satu metode yang cukup terkenal dalam analisis sifat statistika data keuangan ini adalah ARCH atau *autoregressive conditional heterokedastic*. ARCH sendiri pada dasarnya lahir dari perkembangan konsep mekanika statistika. Tak mengherankan bila dalam analisisnya, beberapa hal mendasar dalam ilmu statistika seperti konsep rata-rata, dan variansi - yang melihat seberapa jauh data tertentu menyimpang dari rata-ratanya, mewarnai analisis ini.

ARCH hadir untuk menjawab salah satu permasalahan utama yang dihadapi dalam analisis data-data keuangan yaitu masalah volatilitas. Volatilitas merupakan suatu ukuran mengenai seberapa jauh data menyimpang dari variansinya. Inilah mengapa variansi merupakan satu besaran statistika yang kemudian digunakan untuk melihat besarnya volatilitas suatu data. Dengan variansi kita bisa mengukur seberapa besar data-data tersebut menyimpang dari rata-rata data secara keseluruhan.

Dalam analisis data yang berubah terhadap waktu seperti data keuangan, terkadang kita ingin melihat pola dari besarnya variansi data pada setiap waktu tersebut, dengan harapan peramalan dari suatu data dapat kita lakukan dengan melihat seberapa jauh data-data tersebut

menyimpang dari rata-ratanya dalam setiap waktunya. Berbeda dengan analisis pendahulunya seperti *Auto-regresive (AR)*

**tidak ada fenomena alam yang lebih menarik daripada apa yang terdapat dalam manusia itu sendiri**

dan *Moving Average (MA)* yang meng-anggap bahwa suatu data mempunyai nilai variansi yang konstan, yaitu dengan menghitung variansi dari keseluruhan data yang hendak dianalisis, dalam ARCH diasumsikan bahwa variansi suatu data akan juga berubah menurut waktu. Asumsi ini tentunya bisa dikatakan lebih masuk akal untuk digunakan pada data-data keuangan, yang pada dasarnya mempunyai tingkat perubahan yang sangat tinggi, baik menurut waktu maupun besarnya. Hal lain yang sangat menarik dalam ARCH adalah asumsi bahwa data-data deret waktu, pada dasarnya akan berhubungan dengan data itu sendiri yang terjadi sebelumnya. Bisa dikatakan bahwa model ARCH mencoba memformalkan suatu analisis data dilihat dari dinamika historisnya.

Pada analisis data keuangan, dalam model ARCH ditunjukkan bahwa variansi pada waktu tertentu akan sebanding dengan kuadrat dari data sebelumnya dan variansi dari data sebelumnya. Lebih lanjut, model ARCH sendiri kemudian dikembangkan menjadi model umum yang dikenal dengan GARCH atau *Generalized autoregressive conditional heterokedastic*. Perubahan yang terjadi dalam GARCH pada dasarnya terletak pada bagaimana ARCH dapat digunakan untuk menganalisis data untuk interval waktu yang berbeda. Dalam GARCH kemudian ditunjukkan bahwa variansi data pada waktu tertentu, akan sebanding dengan kuadrat data pada waktu  $q$  sebelumnya dan variansi pada waktu  $p$  sebelumnya.

**PEMODELAN JARING SARAF BUATAN**

Selain model-model mekanika statistika, seperti TMA dan ARCH/GARCH di atas, perkembangan komputasi dan pemrograman serta pemahaman akan proses fisis lain di alam, telah ikut mewarnai lahirnya metode analisis untuk memproses dan memahami perilaku data yang banyak. Dalam perkembangannya, proses-proses di alam telah memberikan inspirasi yang tak ada habisnya dalam melahirkan metode-metode analisis dalam bidang lainnya. Peniruan terhadap fenomena di alam telah banyak memberikan corak dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini, khususnya dalam hal komputasi. Hal tersebut bisa dilihat dari banyaknya urutan proses atau algoritma pemrograman yang terinspirasi oleh fenomena alam, sebut saja algoritma genetika (*genetic algorithm* atau GA), suatu algoritma yang meniru urutan proses dari evolusi genetika, yaitu mutasi, *crossover* dan seleksi.

Namun, tidak ada fenomena alam yang lebih menarik daripada apa yang terdapat dalam manusia itu sendiri. Salah satunya adalah cara kerja saraf. Seperti kita ketahui, sebagian besar atau bahkan mungkin seluruh



aktivitas manusia dari mulai gerak refleks tangan saat menyentuh benda panas, hingga gerak mata saat membaca tulisan ini, dikontrol oleh satu bagian tubuh yang dinamakan saraf. Penelitian tentang bagaimana ia merespon sinyal dari lingkungan dan kaitannya dengan struktur jaringan neuron yang begitu rumit, masih tetap berlanjut hingga saat ini, terutama untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang mekanisme sesungguhnya dari cara kerja saraf.

Kemampuan jaring saraf hewan, terutama kemampuannya untuk mengenali sinyal tertentu dari lingkungan dan kemudian memberikan respon yang sesuai, telah memberikan inspirasi tersendiri bagi perkembangan komputasi. Salah satu yang mungkin cukup revolusioner adalah teknologi jaring saraf buatan, suatu bidang yang lebih dulu berkembang dalam biofisika dan kecerdasan buatan. Jaring saraf buatan merupakan salah satu contoh bagaimana peniruan fenomena alam, yakni struktur dan mekanisme kerja jaring saraf, digunakan dalam penyusunan program yang kemudian bisa digunakan untuk tujuan pemrosesan data. Dalam kerjanya, mekanisme pemrosesan data menggunakan jaring saraf buatan, diupayakan sama dengan cara kerja suatu jaring saraf, di mana ia bisa menerima input dan kemudian merespon input tersebut, serta mempunyai kemampuan belajar (*learning*).

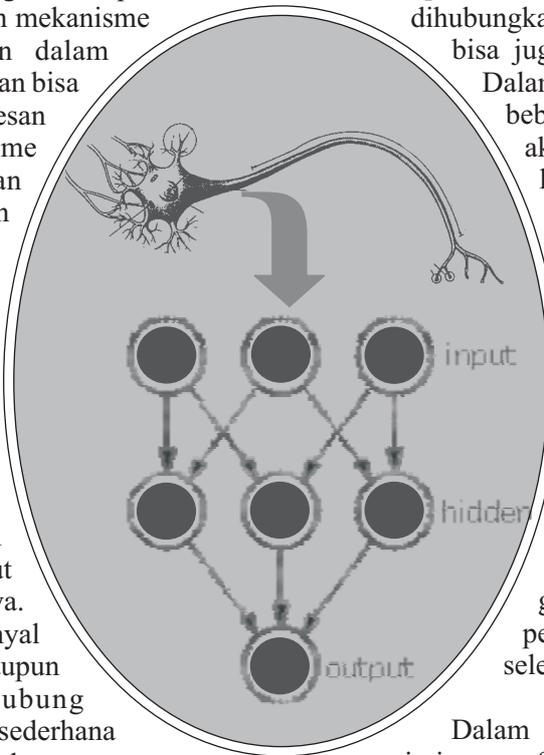
Jaringan saraf pada dasarnya merupakan jaringan yang cukup menjelimet yang menghubungkan suatu unit-unit terkecil yang disebut *neuron* dengan neuron yang lainnya. Suatu neuron akan memproses sinyal yang didapat dari lingkungan maupun dari neuron lain yang terhubung dengannya. Neuron-neuron yang sederhana tersebut akan berhubungan satu dengan yang lainnya, melalui sebuah lapisan penghubung yang dinamakan *sinaps*. Melalui sinaps inilah sinyal-sinyal ditransfer dari suatu neuron ke neuron yang lainnya, dan akan direspon ketika sinyal yang ditransfer mencapai suatu batas ambang tertentu. Layaknya neuron dalam susunan saraf, neuron buatan (dalam pemrograman) pada dasarnya meniru mekanisme sederhana dalam satu neuron, yaitu sebagai berikut: sinyal muncul sebagai masukan unit; efek dari tiap sinyal tentunya akan berbeda, di mana hal ini kemudian direpresentasikan

sebagai bobot dari sinyal tersebut; setiap sinyal akan dikalikan bobotnya dan kemudian dijumlahkan untuk menghasilkan unit aktivasi, ketika unit aktivasi ini melewati suatu ambang tertentu, maka unit tersebut akan memberikan respon berupa nilai keluaran. Pengaturan akan nilai keluaran yang dihasilkan ini tentu akan berbeda untuk setiap kasus. Dalam hal ini, nilai keluaran bisa dikatakan diatur oleh suatu fungsi tertentu yang dipunyai oleh suatu neuron. Dalam pengolahan data, fungsi transfer ini kemudian bisa direpresentasikan sebagai fungsi apapun. Pada dasarnya, kita bisa merekayasa karakter fungsi yang dimiliki oleh setiap neuron sesuai dengan karakter dari data yang hendak diolah.

Seperti halnya jaringan saraf, jaringan saraf buatan ini pada dasarnya terdiri atas banyak neuron dan berlapis-lapis. Model jaringan saraf buatan dapat tersusun atas satu lapisan, di mana setiap masukan akan langsung dihubungkan dengan neuron keluarannya, atau bisa juga tersusun atas beberapa lapisan.

Dalam jejaring saraf yang tersusun atas beberapa lapisan tersebut, setiap input akan diproses dalam suatu neuron, keluarannya kemudian akan menjadi input bagi neuron-neuron buatan di lapisan berikutnya, dan demikian seterusnya, hingga pada akhirnya akan menghasilkan keluaran tertentu di neuron keluaran. Sama halnya dengan pemberian suatu fungsi pada suatu neuron, dalam membuat lapisan-lapisan ini pun, kita dapat merekayasa sedemikian rupa sehingga arsitekturnya mendekati arsitektur jaring saraf buatan tertentu yang bisa kita gunakan untuk mendekati permasalahan yang hendak kita selesaikan.

Dalam upaya untuk memprediksi, model jaring saraf yang banyak digunakan adalah model jaring saraf yang mempersepsi dan mempelajari suatu deret data, serta memberikan aproksimasi terhadap data yang akan terjadi di waktu kemudian. Dalam mekanisme kerjanya, suatu set data kemudian digunakan sebagai masukan, yang nantinya diolah oleh lapisan masukan dan lapisan tersembunyi, untuk menghasilkan suatu keluaran tertentu di lapisan keluaran. Agar jaring saraf kita dapat memberikan prediksi yang tepat, seperti halnya pada hewan, jaring saraf harus "dilatih", agar dapat "memahami" data deret waktu yang kita masukkan. Proses latihannya sendiri bertujuan untuk menentukan bagaimana bobot suatu neuron agar memberikan keluaran yang tepat, serta pengaturan yang terjadi di dalam jaringan tersebut agar memberikan keluaran yang tepat dengan data sesungguhnya.



**Jaring saraf buatan merupakan salah satu contoh bagaimana peniruan fenomena alam ... digunakan dalam penyusunan program yang kemudian bisa digunakan untuk tujuan pemrosesan data**

Secara sederhana proses pelatihan terjadi sebagai berikut, pada awalnya setiap neuron akan diberikan nilai bobot dan nilai bias tertentu yang dipilih acak, galat yang dihasilkan dari keluaran akan dimasukkan kembali ke dalam lapisan tersembunyi demikian seterusnya hingga didapat galat paling minimum. Selama latihan, bobot tiap neuron akan diubah-ubah, dan pada akhirnya kita mendapat nilai bobot dari setiap neuron yang menghasilkan galat yang paling kecil. Selanjutnya, kita menggunakan model tersebut untuk melakukan uji prediksi terhadap data tertentu yang hendak kita estimasi, dimana hasilnya diharapkan mendekati nilai sebenarnya yang akan terjadi.

Berbeda dengan model-model yang telah kita paparkan sebelumnya, yaitu GARCH dan TMA, model jaring saraf buatan merupakan salah satu contoh bagaimana model non-parametrik dapat digunakan untuk memprediksi atau mengestimasi suatu nilai. Model ini bersifat non-parametrik karena di dalam mekanisme kerjanya, model ini tidak dibatasi oleh suatu parameter statistika tertentu, seperti nilai rata-rata, variansi, dan sebagainya.

Dengan melihat paparan tentang penggunaan jaring saraf buatan untuk analisis sekaligus prediksi data keuangan, kita bisa melihat bagaimana konsep-konsep yang berada di luar ekonomi, dalam hal ini komputasi, mekanisme jaringan saraf dan konsep fisika seperti pengaturan diri dan ketidak-linieran sistem, dapat diterapkan dalam menganalisis sistem ekonomi. Hal ini merupakan suatu contoh yang cukup nyata bagaimana pendekatan lintas ilmu dapat melahirkan suatu metode analisis alternatif guna menganalisis fenomena dalam suatu sistem.

\*\*\*

Dari penjelasan di atas, kita telah melihat bagaimana pendekatan fisika telah ikut mewarnai perkembangan metode analisis dalam sistem ekonomi, dan kemudian pada akhirnya dimanfaatkan juga untuk tujuan peramalan atau prediksi. Secara umum kita bisa melihat bahwa perkembangan metode analitis dalam ekonomi,

khususnya untuk tujuan prediksi, pada dasarnya tidak terlepas dari perkembangan konsep serta pemahaman yang lebih baik tentang sistem itu sendiri. Prediksi atau peramalan dengan menggunakan metode analisis ekonofisika bisa kita katakan terlahir dari suatu upaya untuk memahami bagaimana perilaku sistem kompleks, seperti halnya ekonomi.

Perlu digaris-bawahi bahwa kompleksitas sistem ekonomi yang muncul akibat dari banyaknya elemen yang saling berinteraksi dan saling mempengaruhi satu sama lain, memang menghadirkan kesulitan tersendiri untuk merinci setiap perubahan yang terjadi serta faktor-faktor apa yang menyebabkan terjadinya perubahan tersebut, sehingga tidaklah mungkin kita menjadi seperti seorang Tiresias yang mengetahui persis apa yang akan terjadi. Penggunaan metode analisis di ekonofisika yang

menggunakan konsep-konsep seperti mekanika statistika, ketidak-linieran dan juga komputasi untuk meng-analisis sistem ekonomi, pada dasarnya lebih ditujukan untuk memberikan suatu gambaran tentang bagaimana tren atau garis besar suatu perubahan dalam sistem ekonomi, serta menunjukkan bagaimana peluang suatu

kejadian di waktu selanjutnya.

Secara umum, metode-metode analisis yang lahir dalam ekonofisika cukup berpeluang dalam memberikan informasi yang lebih prediktif tentang sistem ekonomi, khususnya mengenai data-data keuangan. Hal tersebut tidak hanya dilihat dari penggunaan perangkat komputasi yang mampu mengolah ribuan bahkan jutaan data dengan tingkat ketepatan yang tinggi, melainkan dari pembangunan modelnya sendiri yang didasari atas asumsi yang lebih baik tentang sistem ekonomi sebagai suatu sistem mempunyai perilaku yang kompleks. Hal lain yang perlu dicatat adalah fungsi peramalan itu sendiri pada dasarnya merupakan satu dari sekian banyak kegunaan suatu analisis. Hal tersebut tentu tak lebih penting dari kegunaannya yang lain, yaitu untuk memahami serta memberikan penjelasan tentang berbagai fenomena yang terjadi dalam sistem ekonomi. ■

**perkembangan metode analitis dalam ekonomi, khususnya untuk tujuan prediksi, pada dasarnya tidak terlepas dari perkembangan konsep serta pemahaman yang lebih baik tentang sistem itu sendiri**

## BACAAN LEBIH LANJUT

- ❖ Hariadi, Yun. & Surya, Yohanes. (2003). *Kulminasi Prediksi Data Deret Waktu Keuangan: Volatilitas dalam GARCH (1,1)*. Working Paper Series. WPF2003. Bandung Fe Institute.
- ❖ Hariadi, Yun., dan Surya, Yohanes. (2004). *LQ45 dalam TMA*. Working Paper Series. WPI2004. Bandung Fe Institute.
- ❖ Situngkir, Hokky. dan Surya, Yohanes. (2004). *Neural network revisited: perception on modified Poincare map of financial time-series data*. Physica A 344: 100-103. Elsevier Science.
- ❖ Situngkir, Hokky. & Surya, Yohanes. (2003). *Keuangan Komputasional: Jaring Saraf Buatan untuk Prediksi Data Deret Waktu Keuangan*. Working Paper Series. WPE2003. Bandung Fe Institute.
- ❖ Surya, Y., Situngkir, H., Hariadi, Y., dan Suroso, R. (2004). *Aplikasi Fisika dalam Analisis Keuangan : Mekanika Statistika Interaksi Agen*. PT. Sumber Daya MIPA.