

# MENGEMBANGKAN MODEL EKONOMI KEUANGAN *BOTTOM-UP*

**T**ANTANGAN PENELITIAN EKONOFISIKA YANG berbasis pada sains kompleksitas adalah bagaimana kita dapat membangun model dari sistem ekonomi keuangan yang sesungguhnya. Dalam hal ini kita dituntut untuk langsung mengamati sistem dan berusaha merepresentasikan sistem tersebut dalam sebuah model *bottom-up*, yakni bagaimana aspek mikro (individual) melahirkan aspek makro (kolektif) seperti perubahan harga, dan sebagainya. Inilah kompleksitas sesungguhnya dari sistem ekonomi. Bagaimana kita dapat menggambarkan unsur-unsur yang bermain dalam sistem bersama dengan hubungan antara satu faktor dengan faktor lainnya sehingga bila diterapkan suatu tindakan atau kebijakan pada sistem tersebut, kita dapat mengetahui alternatif efek pada sistem tersebut. Atau bisa juga sebaliknya, kita bisa menganalisis mengapa suatu fenomena bisa terjadi.

Beberapa model *bottom-up* untuk sistem ekonomi telah banyak dikembangkan. Antara lain yang cukup populer adalah model yang dibangun oleh fisikawan Per Bak, dkk. yang merupakan model berbasis-agen. Kemudian ada pula model *Artificial Stock Market* Santa Fe Institute yang menggambarkan sistem ekonomi sebagai sistem yang evolusioner dengan menggunakan piranti seperti algoritma genetika. Upaya pemodelan berbasis agen lainnya yang menarik adalah model King, yang berupaya memindahkan struktur sistem ekonomi keuangan bersama sisi teknis seperti bagaimana keterlibatan broker dalam pasar serta aplikasi teknis terjadinya pasar dan bursa saham, indeks, dan kurs mata uang.

Beberapa model yang menjadi fondasi dasar model ekonomi *bottom-up* ini akan kita ulas secara sederhana pada artikel ini.

## MODEL PERMAINAN MINORITAS

Karena hampir semua sistem sosial adalah kompleks, maka ide membuat model yang kompleks kadang muncul dari lingkungan keseharian kita. Diambil dari teori permainan, tersebutlah Permainan Minoritas, atau



*Minority game*. Idenya sebetulnya sederhana saja: Bagaimana mencari saat yang tepat untuk pergi ke sebuah warung kopi (atau bar) dengan memperhitungkan keputusan orang lain yang juga biasa ke tempat tersebut.

Tersebutlah ada sebuah bar di Santa Fe bernama bar El-Farrol. Idealnya, bar itu dapat menampung 60 orang pengunjung. Padahal ada 100 orang yang selalu ingin menghadiri acara mingguan di bar tersebut. Celakanya, semua orang hanya ingin hadir kalau jumlah pengunjung tidak lebih dari 60 orang. Maka dilemanya adalah bagaimana setiap orang dari 100 orang tersebut menentukan untuk datang atau tidak datang secara terpisah dan tanpa ada komunikasi di antara mereka. Informasi yang mereka miliki hanyalah jumlah yang hadir di minggu-minggu sebelumnya.

Contoh lain, kita mungkin ingat permainan masa kecil kita di kampung: *hom pim pah*. Ada dua pilihan kondisi yakni jika tangan kita menelungkup, maka kita menjadi pasien-pasienan sedangkan tangan yang terbuka akan menjadi dokternya yang jumlahnya satu orang. Setiap orang yang bermain *hom pim pah* tersebut menginginkan menjadi dokter-dokteran dikarenakan keuntungan tertentu. Dalam permainan ini, semua orang tanpa mengetahui pilihan temannya yang lain untuk menelungkup atau membuka tangan bermain. Hanya menduga dari sikap tangan temannya di waktu sebelumnya.

Sekarang, bayangkan Anda adalah pedagang pakaian di pasar. Di blok anda semua kios menjual jenis barang yang sama. Anda tentu ingin memperoleh untung sebesar-besarnya. Terdapat sebuah strategi bahwa jika anda menurunkan harga pakaian anda, anda akan memperoleh lebih banyak pembeli, dan tentunya memperoleh keuntungan lebih. Tapi, tukang kios lain tidak boleh mengetahuinya, jika banyak pedagang kios tersebut berpikiran sama, maka harga pakaian di pasar itu akan turun dan anda hanya dapat memperoleh untung sedikit.

Seperti halnya seorang sopir untuk menjemput tuannya di stasiun kereta tepat pada waktunya, ia harus berspekulasi untuk memilih rute yang paling tidak macet, pada saat yang sama ia harus mempertimbangkan berapa orang yang mungkin memilih keputusan yang sama.

Dalam konteks ekonofisika, permainan minoritas merupakan upaya fisikawan untuk menjelaskan perilaku pasar melalui interaksi pelaku-pelaku pasar. Model ini menekankan pada perdagangan spekulatif dan arus informasi. Masalah seperti dalam kasus bar *El-Farrol* atau *hom pim pah* diaplikasikan pada fenomena pasar.

Model-model ini dikategorikan permainan minoritas dan secara simplistik dapat dianggap sebagai suatu model mikro untuk menggambarkan kondisi pasar, khususnya pasar modal. Aturan-aturan main inilah yang lalu dipindahkan ke dalam komputer untuk kemudian disimulasikan sehingga beberapa aspek makro seperti formasi harga pasar, volume perdagangan, dan sebagainya dapat ditelaah dari aspek mikronya.

**MODEL SZNAJD**

Sznajd dan Weron memiliki pengalaman menarik di kampung halamannya di Polandia. Suatu saat mereka melihat seorang pejalan kaki di jalan raya tiba-tiba berhenti dan mendongak ke langit dengan terheran-heran namun pejalan kaki lainnya tampak tidak tertarik dan mungkin hanya menganggap orang itu sebagai aneh atau mencari perhatian. Tapi suatu ketika terdapat dua orang mendongak ke langit dengan secara mencolok, lantas para pejalan kaki menjadi tertarik untuk melihat apa yang dilihat kedua orang tadi.

**Model-model ini kita dikategorikan permainan minoritas dan secara simplistik dapat dianggap sebagai suatu model mikro untuk menggambarkan kondisi pasar...**

Kurang lebih itulah prinsip dari model Sznajd, “Bersatu kita teguh, bercerai kita runtuh”. Pada awalnya model Sznajd dibangun untuk menggambarkan dinamika opini dalam suatu sistem sosial. Bagaimana dua orang atau lebih yang memiliki opini tertentu dapat lebih meyakinkan orang di sekitarnya, sehingga orang-orang di sekitarnya terpengaruh dan mengikuti opini kedua orang tersebut. Proses ini terus berlangsung seperti reaksi rantai dalam kimia sehingga pada satu saat tercapai sebuah kesepakatan atau konsensus di mana hampir semua orang pada sistem sosial tersebut membenarkan opini kedua orang tadi.

Meskipun pada awal perkembangan model ini lebih banyak dipakai untuk memodelkan sistem politik (bagaimana satu kandidat bisa memperoleh lebih banyak ‘vote’ dibanding lawannya, atau dengan melihat sering tercapainya konsensus, membandingkan sistem pemerintahan yang lebih stabil terhadap dua pilihan, demokratis atau monarki, dan lain-lain), namun pada perkembangan terakhir, model Sznajd juga mulai dikembangkan dalam sistem ekonomi keuangan.

Mengambil dari konsep *spin* magnet Ising di Fisika, model Sznajd dikembangkan. Dalam sebatang magnet kita mengetahui bahwa terdapat ribuan *spin* magnet yang sama 11 maupun yang berlawanan 1 dan -1 yang tersusun secara acak. Dengan menerapkan sebuah medan magnet luar pada suhu tertentu, pola kemagnetan sistem berubah mencapai kondisi stabil tertentu, apakah itu ferromagnetik atau diamagnetik, atau paramagnetik. Dalam bahasa kompleksitas kita bisa mengatakan bahwa terdapat interaksi antar *spin* yang rumit sehingga



Persaingan berbagai restoran *fast-food* secara *bottom-up* dimodelkan dengan model Sznajd.

DOK. BFI

BURSA EFEK JAKARTA

| SYMBOL              | PREV  | OPEN | HIGH | LOW  | LAST | CHANGE | VOL |
|---------------------|-------|------|------|------|------|--------|-----|
| Brenta Multi Tbk    | 800   |      |      |      |      |        |     |
| Bristol-Ware Saib   | 30000 |      |      |      |      |        |     |
| Bristol-Ware Saib   | 18000 |      |      |      |      |        |     |
| Budi Acid Jawa Tbk  | 115   |      |      |      |      |        |     |
| Bukata Teknik Utama | 365   |      |      |      |      |        |     |
| Bukit Sentul Tbk    | 115   |      |      |      |      |        |     |
| Bumi Resources Tbk  | 775   | 775  | 775  | 775  | 775  | 61     | 18  |
| Bumi Teknokrat U    | 90    | 65   | 65   | 65   | 65   | -3     | 18  |
| Cahaya Kalbar Tbk   | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  |        | 30  |
| Centex (Bahan Prefe | 4500  |      |      |      |      |        |     |
| Central Korpindo    | 35    |      |      |      |      |        |     |
| Centris Multi Perca | 475   |      |      |      |      |        |     |
| Centrin Online Tbk  | 170   |      |      |      |      |        |     |
| Charoen Pokphand In | 200   |      |      |      |      |        |     |
| Ciandara (BiroIndus | 40    |      |      |      |      |        |     |
| Citilaka Kontrindo  | 80    |      |      |      |      |        |     |
| Citra Panelista To  | 700   |      |      |      |      |        |     |
| Citra Surya Tbk     | 1200  | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 300    | 500 |
| Citra Development   | 435   | 425  | 425  | 425  | 425  | -10    | 500 |
| Cititah Industri Ma | 70    |      |      |      |      |        |     |



**Interaksi dan keputusan agen ekonomi di level mikro memberikan perilaku makro dari sistem dalam hubungan yang tidak linier dan dapat didekati dengan simulasi *artificial stock market*.**

membrojolkan karakter makro (berupa sifat kemagnetan) pada batang magnet yang tak bisa kita jelaskan dengan semata-mata menjumlahkan *spin* 1 dan *spin* -1.

Bagaimana model Sznajd menjelaskan fenomena di pasar keuangan? Kita mungkin tak asing lagi dengan persaingan dua produk sejenis dalam meraih pembeli. Kita tidak memungkirkan bahwa Pepsi dan Coca-Cola bersaing ketat untuk mencapai market seluas-luasnya. Kompetisi yang serupa dapat kita jumpai dalam *franchise fast-food* raksasa misalnya McDonald, KFC, Dunkin Donuts, dan sebagainya. Melalui bahasa Model Sznajd, kita dapat menggambarkan bahwa Pepsi sebagai satu pilihan '1' yang dipegang seorang pelajar, sedangkan Coca-Cola adalah pilihan '-1' yang dipegang seorang pelajar yang lain. Dengan melihat pertentangan pelajar satu dengan yang lainnya, dengan menerapkan prinsip 'bersatu kita teguh, bercerai kita runtuh' kita dapat melihat dinamika saling mempengaruhi, di mana dua orang atau lebih dengan pilihan produk yang sama akan dapat lebih mempengaruhi orang lain untuk mempengaruhi produk yang sama. Ini jika kita menerapkan sistem penyebaran opini mulut-ke-mulut.

Dengan meminjam istilah medan luar dalam ilmu fisika pada kasus magnet di atas, kita juga dapat menambahkan faktor iklan pada sistem sosial tersebut, dengan tingkat iklan tertentu, bagaimanakah dinamika jumlah pembeli produk 1 dibanding dengan -1? Inilah salah satu penerapan model Sznajd pada pasar duopoli dengan pengaruh pemasangan iklan yang dikembangkan sendiri oleh Sznajd-Weron.

Dalam bahasa pasar modal, hal ini akan menjadi lebih rumit. Bagaimana seorang *trader* memutuskan menjual atau tidak menjual dari saham yang dipegangnya dengan dipengaruhi sikap *trader* yang lain, bila memperhatikan jaringan sosial serta informasi yang dimilikinya. Ini secara kompleks akan



membrojolkan data-data indeks pasar seperti yang kita lihat.

### **ARTIFICIAL STOCK MARKET & MODEL BERBASIS AGEN**

Untuk menganalisis secara komprehensif proses dalam pasar modal, maka salah satu pilihan terbaik adalah dengan meniru sistem tersebut (pasar modal) ke dalam sebuah pasar modal buatan. Mungkin mirip dengan membuat robot yang mirip manusia untuk mengetahui bagaimana manusia sebagai satu sistem kompleks, bekerja. Tentu ini merupakan pilihan yang tidak mudah. Karena selain kita harus mengetahui struktur mikro dari sistem, kita juga harus dapat menangkap persoalan dan dilema yang dialami agen-agen ekonomi di dalamnya. Model ini berupaya meniru bagaimana pasar sesungguhnya bekerja.

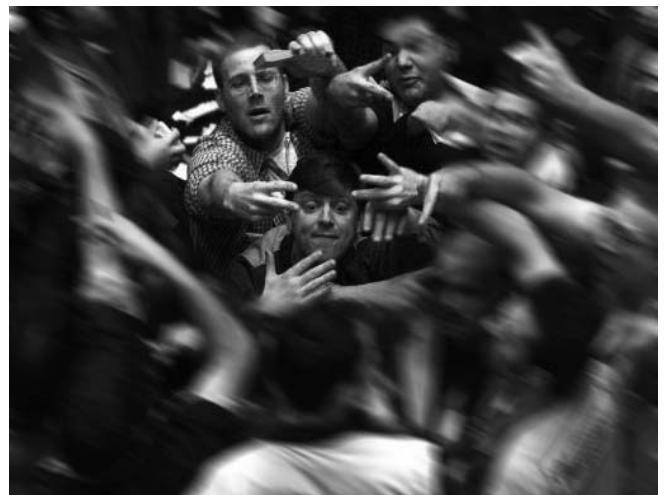
Model multi-agen Pasar Modal Buatan telah dikembangkan oleh Santa Fe Institute. Namun penting diingat bahwa setiap pasar modal di negara yang berbeda memiliki sistem pasar modal yang berbeda, ini akan membawa pada model Pasar Modal Buatan yang berbeda pula. Dengan membuat model buatan, maka kita dapat menganalisis banyak hal, di antaranya bagaimana sifat statistika data terbentuk dari interaksi agen-agen ekonomi dalam suatu pasar modal.

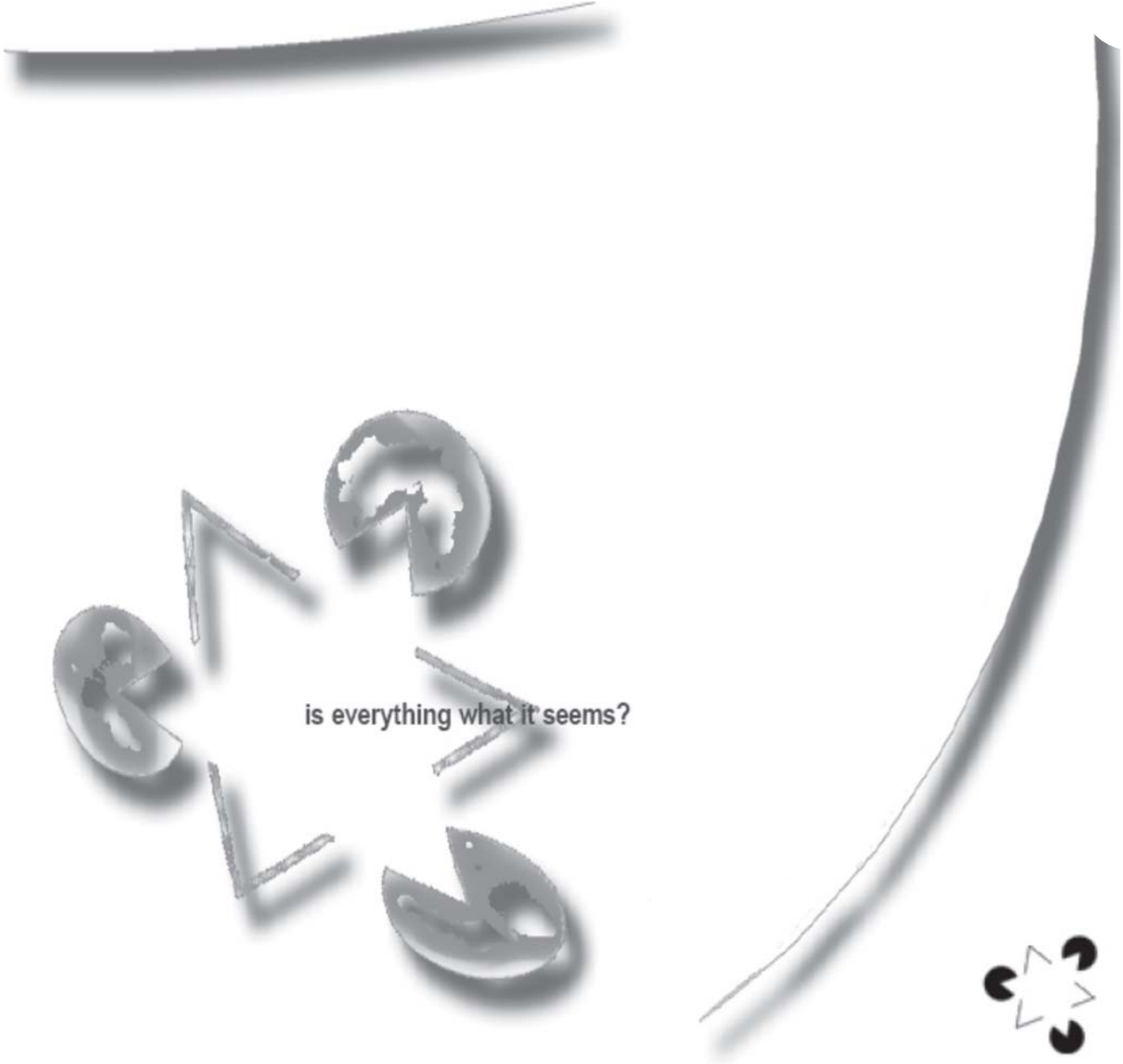
Dalam model ini, digunakan agen-agen komputasi yang berperan *bak* seorang investor atau *trader*. Ada agen ekonomi yang berstrategi *chartist*, oleh karena dalam keputusan jual-belinya ia senantiasa menggunakan dinamika historis harga, misalnya dengan perangkat analisis ARMA (*Autoregressive Moving Average*), dan sebagainya. Ada pula agen ekonomi yang berstrategi fundamental, dikarenakan ia senantiasa memiliki estimasi sendiri tentang harga sebuah saham dengan berbagai perangkat analitik seperti misalnya laporan keuangan perusahaan bersangkutan, *performance* dari perusahaan tersebut, dan sebagainya. Pada model pasar buatan komputasional ini, ditiru pula bagaimana agen-agen tersebut berinteraksi. Ada upaya saling pengaruh-

mempengaruhi di antara para investor/*trader* ini.

Dari sini, dilakukanlah simulasi komputer untuk melihat bagaimana dinamika pasar bergerak. Dalam hal investasi ini tentu nantinya dapat berguna dalam hal seorang investor dalam menyelidiki komposisi investor lain di dalam pasar. Namun dari sisi lain, misalnya dari sisi pengambil kebijakan, hal ini dapat digunakan untuk melakukan percobaan-percobaan dan menguji berbagai hipotesis atas berbagai kebijakan yang ingin diambil atau minimal untuk mengetahui akar permasalahan yang ditemui di dunia nyata. Lebih jauh, pasar modal buatan ini berguna pula bagi para ekonom atau teoretisi pasar modal. Melalui pasar modal buatan dan berbagai eksperimen komputasi yang dilakukan di dalamnya, banyak teori ekonomi dapat diverifikasi atau bahkan terdapat peluang untuk menghasilkan teori ekonomi baru.

Hingga saat ini, model ekonomi *bottom-up* telah banyak sekali jenisnya, dan telah pula digunakan untuk berbagai kepentingan. Umumnya, kepentingannya hingga hari ini biasanya masih berupa upaya verifikasi hipotesis dari teori ekonomi. Di samping tentunya sudah luas pula digunakan sebagai sebuah mekanisme dalam merancang sebuah kebijakan ekonomi atau pasar keuangan tertentu. (-tds)■





is everything what it seems?



## SURYA RESEARCH INTERNATIONAL

helps sharpen policy and decision-making through research and analysis by using the social complexity approaches!

### Penelitian kami meliputi:

*Ekonofisika dan Analisis dan Ekstraksi Informasi data Deret Waktu*  
*Pemodelan dan Simulasi Sosial, Budaya, dan Ekonomi*  
*Analisis Jaring Sosial untuk berbagai keperluan*  
*Financial Advisory*  
*Analisis Sosiologis dan Antropologis kuantitatif dan kualitatif*  
*Pengawasan, Manajemen, dan Optimisasi Organisasi*  
*Riset dan Survey Pengembangan Masyarakat*

Hubungi kami: SURYA RESEARCH INTERNATIONAL, a.n. Yohanis, Ruko Cyber Park Jl. Boulevard Gajah Mada  
No. 2152, Lippo-Karawachi - Tangerang 15811, Telp. +62 21 70227545, +62 81808588808, +62 8128195532