



Munich Personal RePEc Archive

**Understanding from and to the inability  
to understand: Social Complexity as a  
new perspective to understand social  
phenomena**

Situngkir, Hokky

Bandung Fe Institute

14 May 2011

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/30871/>

MPRA Paper No. 30871, posted 13 May 2011 01:03 UTC

# Pengertian dari dan untuk ketakmengertian!\*)

*Social Complexity* sebagai cara pandang baru dalam memahami fenomena sosial

Hokky Situngkir\*\*)

*Adakah cara untuk memprediksi dengan sangat tepat berapa Indeks Harga Saham Gabungan besok? Mengapa ada begitu banyak bahasa dan kebudayaan di seluruh planet bumi? Bagaimanakah cara mengatur portofolio investasi untuk menghindari risiko kerugian yang besar? Bagaimana cara memenangkan pemilihan umum atau voting? Mengapa sukar sekali menciptakan distribusi kekayaan yang adil demi kesejahteraan masyarakat seluasnya? Bagaimana cara menghentikan epidemi dan persebaran penyakit? Bagaimana cara mengantisipasi krisis perubahan iklim global? Mengapa norma dan nilai-nilai suatu masyarakat sulit sekali berubah? Mengapa selalu saja ada mode dan tren yang tak henti-hentinya diikuti oleh orang-orang kebanyakan? Bagaimana mungkin kita bisa mempertanyakan pertanyaan-pertanyaan sebelumnya ini?*

Keterukuran adalah sahabat ilmu pengetahuan. Semakin suatu fenomena dapat diukur, semakin banyak hal yang bisa dikontribusikan ilmu pengetahuan. Ini merupakan landasan dasar ilmu pengetahuan dalam pemahaman yang konvensional. Namun kenyataan kompleksitas sistem-sistem di alam (termasuk sosial), memberi pengertian bahwa terlalu banyak hal yang tak dapat kita mengerti sebagai makhluk-makhluk ilmu pengetahuan. Revolusi sains di penghujung abad ke-20 telah membuat “ilmu eksakta” menjadi tak lagi memberikan jaminan akan hal yang eksakta. Sains modern menjadi sains yang menyadari ketidakpastian sebagai bagian yang inheren dari kompleksitas sistem-sistem di alam. Wajah ilmu alam berubah.

Namun ilmu alam sepertinya memang agak lebih terlambat menginsyafi ketidakpastian yang inheren dalam kompleksitas. Sejarah ilmu sosial telah menunjukkan begitu banyak ketidakpastian dalam sistem sosial dan kemasyarakatan, sehingga bahkan sejak lama, “ilmu sosial” tak disebut sebagai “ilmu eksakta”. Dalam beberapa dekade terakhir, teori-teori sosial, khususnya yang berada dalam pengaruh filsafat Perancis abad XX, banyak terkait dengan studi-studi (dan metodologis?) terkait pos-strukturalisme yang sangat sastra jika tak ingin sekadar disebut kualitatif. Sudah menjadi lazim dikotomisasi yang kuat antara apa yang kualitatif dan yang kuantitatif dalam pendekatan metodologi sosial belakangan ini.

---

\*) Makalah dipersiapkan untuk Seminar Nasional Statistika, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 14 Mei 2011.

\*\*) Peneliti di Pusat Studi Kompleksitas Sosial Bandung Fe Institute dan Surya Research International, <http://www.bandungfe.net/hs>

### **Ketakpastian ada di mana-mana**

Mengambil keputusan merupakan suatu hal yang sangat mikro secara sosial. Perkembangan penelitian sosial (khususnya ekonomi) telah sangat berkembang, mulai dari klasikisme Teori Pilihan Rasional (*rational choice theory*) yang berpijak pada kenyataan bahwa orang memilih apa yang paling memberikan keuntungan bagi dirinya secara rasional. Pemahaman ini lalu diperlengkapi dengan kenyataan akan harapan (ekspektasi) atas berbagai kondisi yang dihadapi individu melalui Teori Harapan Rasional (*rational expectation theory*) memperluas zona keputusan atas perspektif waktu bagi individu ketika mengambil keputusan [10]. Hingga kemudian ada pertanyaan, apakah pemilih Indonesia rasional ketika ia memilih kandidat presiden hanya karena kiai-nya mengatakan hal tersebut? Ya, memilih sesuatu dengan memperhatikan apa yang dipilih oleh mereka yang memiliki kedekatan (afinitas) sosial dengan kita merupakan suatu hal yang pula rasional. Dalam hal ini, Teori Rasionalitas Terbatas (*bounded rationality*) memperkaya pemahaman kita akan rasionalitas individu dalam lanskap spasial – di mana kita berada dalam menentukan pilihan [15]. Namun lebih jauh lagi, kenyataan akan rasionalitas pun ternyata tak cukup untuk memahami berbagai tindakan pahlawan yang rela mati demi negaranya di masa lampau, atau mereka yang jadi seolah “gila” ketika sedang jatuh cinta. Ada banyak irasionalitas ditemukan dalam proses pengambilan keputusan individu sosial yang senantiasa menantang konsep tentang rasionalitas. Berbagai pendektan kontemporer dalam kajian ekonomi behavioral mengingatkan kita bahwa ada sisi-sisi emosionalitas yang juga perlu diperhatikan ketika seseorang melakukan sesuatu atau mengambil sebuah keputusan [10]

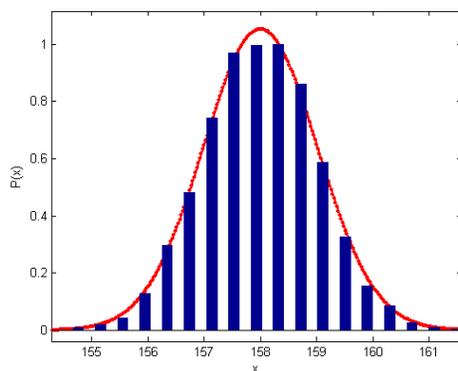
Memahami rasionalitas dalam pengambilan keputusan individual merupakan tonggak penting dalam kajian sosial karena dengan meng-asumsikan rasionalitas kita dapat memahami konsepsi akan ekuilibrium dalam kolektivitas sosial kita. Ketika konsepsi rasionalitas terus-menerus diperlengkapi demi kesesuaiannya dengan kenyataan sosial yang ada, bahkan hingga berbagai kenyataan begitu banyaknya irasionalitas terkait emosionalitas seseorang dalam mengambil keputusan mengubah paradigma ilmu sosial modern terkait keadaan ekuilibrium dalam berbagai domain ilmu sosial. Apa yang bisa kita katakan terkait konsep ekuilibrium dalam teori pilihan rasional ketika kita menemukan banyak pedagang di pasar tradisional bersedia menjual barang dagangannya lebih murah (bahkan mungkin merugi) demi sebuah konsep tentang “*penglaris*”? Seorang pedagang sayur bersedia menjual barang dagangannya (yang ia beli dengan harga Rp 2500,- seikat) ke seorang ibu pembeli dengan harga Rp 2300,- seikat, karena ia melihat betapa ramahnya si ibu tersebut dan merasa bahwa bahwa dagangan di awal pagi hari itu sebagai sebuah “*penglaris*”!

Terdapat tak cuma ada satu ekuilibrium dalam berbagai interaksi manusia, melainkan banyak ekuilibria! Begitu banyak ekuilibria yang membuat makin sulit untuk memahami berbagai fenomena sosial secara utuh. Hampir bisa dipastikan kita tak bisa melakukan prediksi akan harga saham sebuah perusahaan yang *listing* di Bursa Efek Indonesia (BEI) meskipun kita tahu semua “isi pikiran” dari para pialang dan investor saham di pasar atas perusahaan tersebut. Ketiadaan data bukanlah sumber ketakpastian dalam berbagai fenomena sosial, melainkan karena memang ketakpastian merupakan sebuah hal yang inheren di dalam sistem sosial!

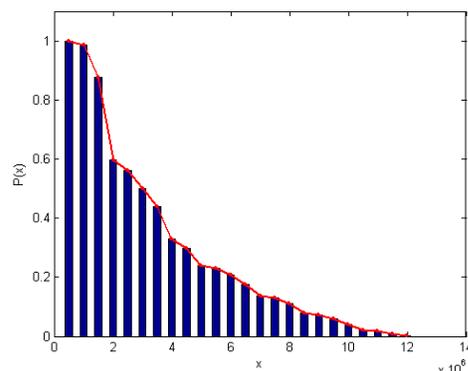
Yang menarik adalah adanya kenyataan bahwa berbagai strategi pilihan oleh individu-individu sosial juga berubah menurut waktu dan sangat ditentukan oleh bagaimana situasi

di mana interaksi tersebut terjadi. Ilmu-ilmu sosial mulai memperhatikan pendekatan-pendekatan evolusioner untuk memahami berbagai “ke-tak-rasional-an” aktor-aktor sosial serta berbagai ekuilibria yang sedemikian banyaknya dalam kolektivitas sistem sosial [24]. Dua ekor singa jantan suka berkelahi, saling cakar dan gigit, tapi adalah sebuah anomali jika kita menemukan dua ekor singa yang “bercengkerama” tersebut sebenarnya saling benci dan ingin membunuh satu sama lain. Seekor mangsa secara evolusioner membutuhkan pemangsanya. Keduanya tidak saling “benci” dalam paradigma rasional yang konvensional. Konflik-konflik sosial, seiring dengan proses adaptasi dan pola evolusioner di dalamnya, seringkali bukan merupakan sebuah konflik yang ajeg dan kaku. Ada beberapa kasus dalam kehidupan sosial di mana “yang tertindas” justru “memerlukan” si “penindas”-nya. Ini merupakan inti dari pendekatan kontemporer *evolutionary game theory* yang membuat kita makin sadar bahwa konsepsi kita tentang apa yang rasional (di level individu) dan ekuilibrium (di level kolektif sosial) juga berubah dan berkembang [29]!

Melakukan pemodelan sistem sosial merupakan hal yang jauh lebih rumit daripada sebuah sistem partikel dalam dunia materi sub-atomik dengan mekanika kuantum yang menegaskan begitu banyak hal yang sifatnya probabilistik dalam dunia yang tadinya dikira sangat deterministik (fisika Newtonian). Jika individu partikel bergerak dalam berbagai *constraint* yang dapat dimodelkan secara deterministik melalui kalkulus dalam berbagai kerangka acuan dengan derajat kebebasan sebanyak sistem koordinat spasio-temporal, maka individu sosial beraktivitas dalam ruang dengan derajat kebebasan yang hampir tak berhingga banyaknya [28]. Dengan memperhatikan tata cara fisikawan memperlakukan ilmu alam dalam konstruksi teoretisnya, maka seorang ilmuwan sosial berada pada keadaan yang paling sulit yang mungkin dialami oleh seorang penziarah sains, jika tak ingin mengatakannya hal yang membuat putus asa!



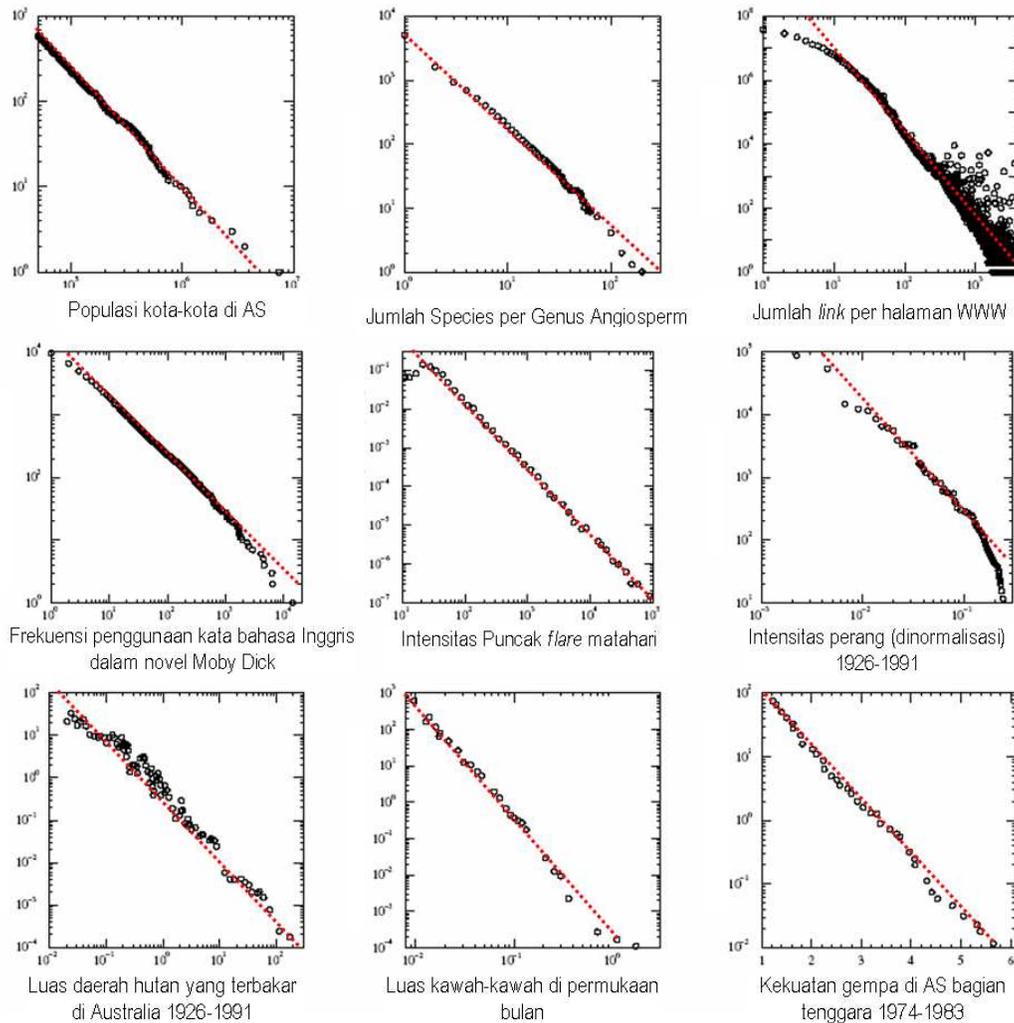
**Gambar 1a**  
Distribusi tinggi siswa SMU di sebuah tempat



**Gambar 1b**  
Distribusi pendapatan di kawasan tempat tinggal Budi

Ketika kita berbicara tentang sifat statistika dari pendapatan (*income*) dari sebuah populasi, hal ini sama sekali berbeda dengan ketika kita berbicara tentang hal lain, misalnya tinggi badan dari populasi tersebut [8]. Jika misalnya seseorang mengatakan bahwa tinggi badan rata-rata dari seluruh siswa SMU di kota Yogyakarta adalah 158 cm, maka kita bisa membayangkan bahwa hampir tidak mungkin kita akan mendapati ada siswa SMU di kota

tersebut yang tingginya 3 meter, dan hampir tidak mungkin pula ada yang tingginya hanya 50 cm. Hal ini jelas karena distribusi data-data dari tinggi siswa SMU adalah bersifat distribusi normal (berbentuk kurva bel).



**Gambar 2**  
Sifat hukum pangkat terlihat di berbagai aspek kehidupan kita

Hal ini sangat berbeda dengan ketika kita berbicara tentang data pendapatan. Bentuk distribusi dari data pendapatan sangat jarang berbentuk kurva bel terbalik. Sebagaimana telah sering dibahas dalam berbagai kajian ekonofisika [26], distribusi pendapatan cenderung membentuk “distribusi hukum pangkat”. Secara sederhana, distribusi hukum pangkat adalah sebuah distribusi non-Gaussian yang menunjukkan bahwa peluang terjadinya sebuah besaran kejadian berbanding terbalik dengan pangkat tertentu dari besaran kejadian tersebut. Untuk jelasnya, hal ini bisa kita lihat pada gambar 1b. Gambar tersebut menunjukkan distribusi pendapatan sebagaimana sering kita temui dalam hidup sehari-hari.

Distribusi hukum pangkat merupakan distribusi yang sangat berbeda dengan Distribusi Normal. Ia sama sekali tak sensitif terhadap nilai rata-rata. Secara kasar, kita bisa menyebut nilai rata-rata sebagai sebuah kenyataan ekuilibrium akan berbagai peubah acak pada ruang sampel populasi. Itulah sebabnya, statistika banyak diperlengkapi dengan berbagai pola acak (stokastik) dari sistem. Kita mengenal berbagai model-model sosial, khususnya data-data ekonomi dan keuangan yang didekati secara stokastik dengan memodelkannya sebagai gerak Brown. Keadaan tak akan menjadi masalah jika kepatuhan pada sifat distribusi data masih sensitif pada nilai rata-rata, seperti misalnya yang ditemukan pada saat kita mengukur tinggi badan orang-orang, seperti yang dicontohkan tadi [14]. Namun sayangnya, terlalu banyak data-data yang dikaitkan dengan interaksi individu-individu sosial, seperti halnya pendapatan, gerak naik turun harga, dan sebagainya yang sama sekali tak memiliki sifat sensitif pada nilai rata-ratanya. Uraian teknis terkait hal ini bisa dilihat pada Apendiks makalah ini.

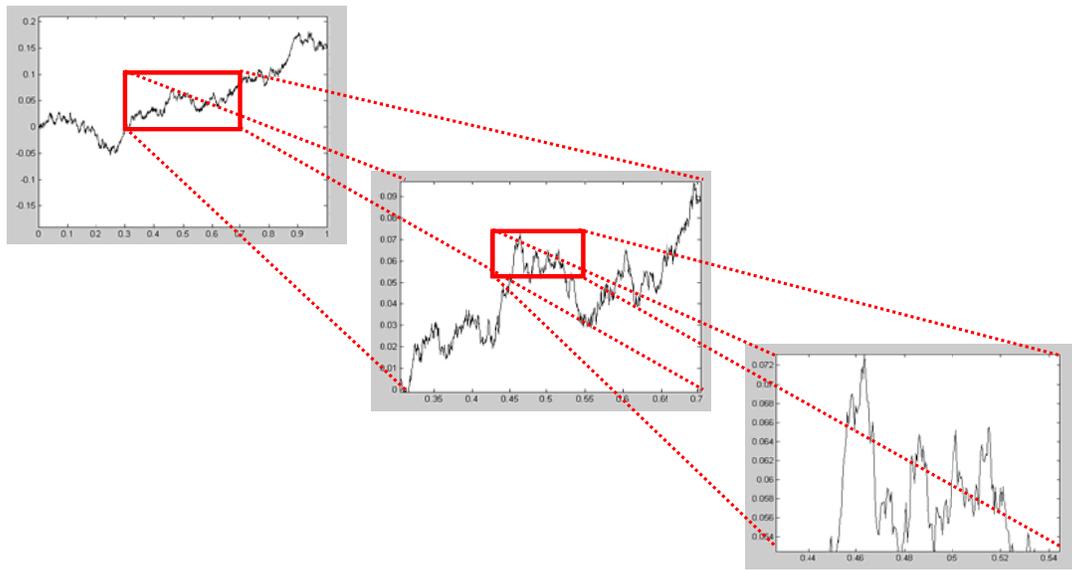
Pemodelan gerak Brown ternyata tidak cocok dengan berbagai data-data yang ditemukan dalam lapangan sosial, dan ilmu sosial modern telah mengenalkan berbagai pola-pola baru untuk memahami dan “mengoreksi” berbagai hal terkait berbagai distribusi data yang secara empiris non-Gaussian (tak berdistribusi normal secara empiris) dengan berbagai pendekatan, mulai dari penggunaan statistika non-parametrik (misalnya pemodelan dengan menggunakan jejaring syaraf (*neural network modeling*) melalui komputasi paralel terdistribusi [21] hingga model-model stokastik mutakhir seperti misalnya distribusi Levy yang memper-umum-kan sifat distribusi data-data [14] yang secara sederhana dinyatakan sebagai bentuk distribusi hukum pangkat.

### **Geometri Fraktal dalam Realitas kita**

Lantas, jika fenomena multiple-ekuilibria dan kesulitan kita memahami bagaimana individu-individu sosial mengambil keputusan dalam interaksi sosial mereka sedemikian penuh ketakpastian, masih adakah tempat bagi pemahaman analitik dan ilmu sosial yang kompleks?

Jika kita perhatikan pola distribusi hukum pangkat sebagaimana digambarkan pada gambar 2, terdapat sebuah karakteristik yang menarik, yang disebut sebagai pola skala bebas (*scale free*). Disebut skala bebas karena adanya susunan distribusional data memiliki kemiripan berpola pada sebuah garis lurus (pada koordinat logaritmik), tak peduli pada level skala berapa kita melihat sistem. Ada simetri yang terkait pada skala distribusional data. Ini sering dikaitkan dengan pola kemiripan pada diri sendiri (*self-similarity*) dan geometri fraktal.

Fraktal (berasal dari kata *fractional*) didefinisikan sebagai bentuk geometri yang tidak teratur namun memiliki kemiripan dengan dirinya sendiri (*self-similarity*) [2]. Bayangkan sebuah data deret waktu pergerakan harga saham atau komoditas yang sangat volatil. Jika kita tak diberitahu pada skala berapa potongan data deret waktu tersebut, maka kita tak akan pernah bisa membedakan mana data harian, data per jam, atau data per transaksi karena “kemiripan” pola naik turun yang terbentuk sebagaimana digambarkan pada gambar 3.



**Gambar 3**

Pola kemiripan pada diri sendiri pada data deret waktu (*time series data*).

Dalam fraktal, bentuk geometri pada bagian yang detail memiliki kemiripan bentuk dengan bentuk geometri semula. Kemiripan bentuk ini tidak mutlak harus sama persis, karena dalam pembentukan fraktal ini dilakukan beberapa proses transformasi yang kadang merubah bentuk geometri semula. Lantas, demikian pulalah karakteristik dari data-data yang kita temukan ternyata berbentuk pola hukum pangkat!

Almarhum Benoit Mandelbrot [12], matematikawan Perancis kelahiran Polandia, dikenal sebagai bapak fraktal dunia. Ia merupakan ilmuwan yang menjadi pionir penelitian dan formalisasi geometri fraktal, sekaligus orang yang pertama kali menggunakan istilah "fraktal". Salah satu pengembangan fraktal yang dikembangkannya kini dikenal dengan nama himpunan Mandelbrot. Ia merupakan sebuah gambar fraktal yang paling terkenal yang pernah dihasilkan oleh ilmu matematika sepanjang abad yang lalu. Secara filosofis, himpunan Mandelbrot berupaya menjawab pertanyaan: "bagaimana sebuah rumus matematika yang sangat sederhana mampu menghasilkan hal yang rumit dan memiliki keindahan struktural yang organik dan hidup?".

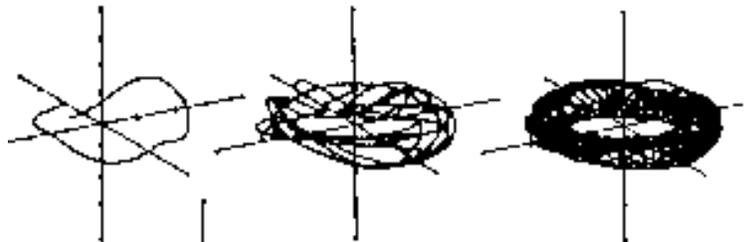
Sebagaimana dalam diskusi kita pada bagian sebelumnya, bahwa dengan memperhatikan bahwa pola sebagian data pada kita dihadapkan bahwa pola mikro dapat muncul pula secara geometris untuk skala yang berbeda. Fakta bahwa banyak data-data sosial memiliki sifat fraktal yang sangat unik ini, memberi kita kesempatan untuk berfikir ulang tentang konsep kemiripan berpola pada skala sistem yang berbeda. Dari sinilah analisis akan sistem kompleks dimulai!

Sebuah atom oksigen di London dengan sebuah atom oksigen di Balikpapan mungkin sama. Formalisme kimiawi dan kuantum di Tokyo sama saja dengan formalisme di Cimahi. Kita **bisa** membangun reaktor nuklir di Chernobyl sama saja dengan kita **bisa** membangun

reaktor yang sama di Blitar. Tapi apakah jika kita **bisa** sudah pasti kita **boleh** dan **mungkin** membangunnya dengan situasi yang sama? Tentu tidak semudah itu, karena begitu kita berbicara soal kemungkinan dan keboleh-tidak-an, kita sudah bersentuhan dengan ilmu tentang manusia, soal humaniora.

Manusia menyusun sistem sosial dan masyarakat bukanlah atom-atom yang menyusun molekul-molekul. Manusia memiliki derajat kebebasan yang sama sekali lain dengan derajat kebebasan sebuah atom. Derajat kebebasan atom dan apa yang dihasilkan dari interaksi antar atom dapat kita formalisasikan namun akan sangat jauh lebih sulit memformalkan interaksi antara manusia yang diobservasi sebagai faktor-faktor makro seperti kemiskinan, pengangguran, lonjakan harga saham, norma sosial, dan sebagainya. Analisis statistika menghitung faktor-faktor yang muncul, sedemikian namun tanpa ada pemikiran dan asumsi bahwa manusia itu memiliki tingkat kecerdasan. Fluktuasi elastisitas logam mungkin memiliki gambar grafik yang mirip dengan fluktuasi rupiah. Namun molekul-molekul penyusun logam tidak berfikir, sebagaimana manusia berfikir dan memiliki kesadaran.

Atom di Amerika dengan atom di Indonesia mungkin sama, tapi manusia di Indonesia dengan manusia di Amerika sangat tidak sama. Secara fisiologis manusia di manapun memiliki rambut, kepala, dan struktur tubuh yang memiliki kemiripan, namun kemiripan fisiologis atau biologis tak menjamin kesamaan kultural, norma sosial, dan sistem nilai masyarakatnya. Dengan landasan inilah kita berpijak bahwa analisis sistem sosial yang berhasil dengan baik di Eropah adalah naif jika langsung ditelan bulat-bulat oleh kalangan pencinta ilmu sosial di Indonesia. Begitu banyak faktor yang mungkin menghasilkan pola-pola yang menunjukkan perbedaan karakteristik, meski mirip satu sama lain.



**Gambar 4**

Torus. Dibentuk dari lingkaran pertama, kemudian diulang secara similar tapi tentu tidak sama. Setelah beberapa kali lingkaran, akan terbentuk sebuah torus yang tersusun sedemikian dari beberapa ratus garis yang dibuat secara similar.

Secara metaforis kita bisa mengatakan bahwa ada *self-similarity* konstruksi sistem sosial secara spasial dan temporal. Akibatnya, karena dengan pandangan makro mirip, kita seolah bisa menerapkan satu ilmu sosial dari satu tempat ke tempat lain, padahal hal ini bisa berakibat fatal. Ibarat sebuah torus (gambar 4), konstruksi ilmu sosial yang bersifat lokal itu seperti pembuatan sebuah torus. Torus dibentuk dari beberapa garis lingkaran yang digambarkan secara similar tapi tidak sama dalam sebuah bidang 3 dimensi. Satu garis dengan yang lain sama melingkar namun dengan lintasan pembentukan lingkaran tidak sama. Torus terbentuk setelah beberapa kali garis melingkar. Sebuah torus yang lengkap adalah konstruksi ilmu sosial yang kita harapkan, bersifat lokal.

Ilmu sosial harus bersifat lokal. Ini merupakan konsekuensi dari ketidakmungkinan manusia memperoleh penjelasan umum tentang ilmu sosial (metanarasi) sebagaimana diyakini oleh beberapa sosiolog kontemporer. Karena sistem sosial di berbagai tempat di dunia ini terjadi dengan kondisi awal (*initial condition*) yang tidak sama dan berbeda-beda secara geografis, klimatologis, dan sebagainya, sistem sosial yang hidup di berbagai tempat itu masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda-beda pula. Inilah yang menyebabkan konstruksi ilmu sosial itu harus dibuat dari bawah ke atas (*bottom-up*) – harus dari individu-individu yang berinteraksi satu sama lain secara lokal, membentuk faktor yang secara kolektif kita analisis sebagai sistem sosial secara makro. Dari satu sistem sosial ke sistem sosial yang lain mungkin dapat kita kemukakan beberapa kemiripannya, namun tentu saja, tetap ada perbedaannya. Inilah karakteristik *self-similarity* dari seluruh sistem sosial yang ada di planet bumi.

### **Analisis Kompleksitas Sosial**

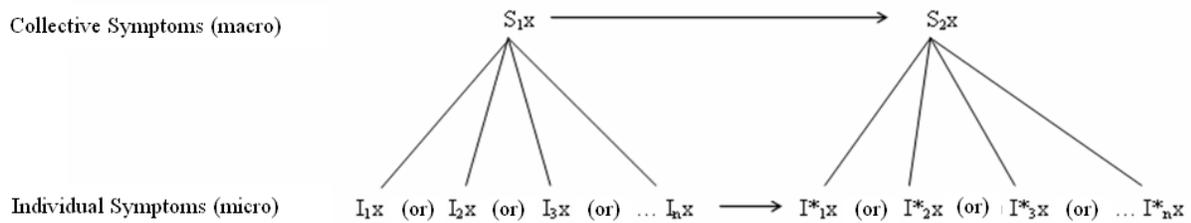
Bagaimanapun cara pandang kita, sistem sosial sangatlah kompleks. Sebuah sistem kompleks adalah sebuah sistem yang sulit, kalau bukan tidak mungkin untuk membatasi deskripsi sistem menjadi sejumlah terbatas parameter atau variabel pengkarakterisasi tanpa kehilangan karakteristik fungsional umum utamanya [16]. Ia merupakan gabungan dari banyak komponen atau sub-unit yang saling berinteraksi dengan cantiknya tapi tak begitu jelas bila hanya keluaran interaksi-interaksi itu yang diamati [13]. Yang lebih menantang lagi, elemen dari sistem sosial adalah manusia, di mana satu individunya pun telah sedemikian (atau bahkan mungkin lebih) kompleks.

Metode saintifik tradisional telah menghadirkan banyak percabangan dalam disiplin ilmu. Pada kenyataannya, ini merupakan karakteristik dari peradaban modern yang memisahkan tak hanya banyak aspek kehidupan tapi juga secara praktis satu individu dari yang lain. Dalam dunia akademik ini, bentuk keterpisahan ini dikenal sebagai bentuk spesialisasi [4]. Namun, sehebat apapun keterpisahan ini, berbagai masalah yang dihadapi masih tetap jauh dari titik upaya akhir penyelesaian. Pertanyaannya sekarang adalah bagaimana sebuah lembaga ilmiah kita hari ini menyikapi persoalan tersebut?

Gaya Cartesian dalam reduksionisme analitis bagaimanapun tak dapat mengatasi karakter kompleks dari sistem sosial. Dengan kata lain, akan sangat sulit untuk mengatasi sebuah sistem kompleks bila kita hanya melibatkan satu disiplin saja. Misalnya, ketika kita berbicara tentang pengangguran, kita tak dapat menghindari untuk membicarakan tingkat kriminalitas, keahlian dan nilai mental dari angkatan kerja, dan sebagainya di samping sekadar memelototi berbagai angka-angka dari data dan variabel ekonomi agregat [3]. Saat kita berdiskusi tentang sebuah kasus epidemi, kita perlu memperhitungkan jaringan sosial, aspek kebiasaan dan budaya, kesulitan-kesulitan ekonomi, migrasi, dan seterusnya [20]. Dari sini kita faham bahwa kita mesti membuka sekat-sekat antar disiplin sehingga masalah politik tak dapat terpisahkan dari aspek budaya, ekonomi, psikologis dan antropologis dari suatu entitas sosial. Inilah yang kita namakan interdisiplinartitas dan di sinilah panggung saintifik senantiasa dikembangkan berkumpul ketika berhadapan dengan situasi nyata di masyarakat. Batasan ruang gerak yang lebih lebar dari pendekatan konvensional bahkan harus memberikan kesempatan pada analisis sosial dalam memanfaatkan matematika dan

ilmu alam. Ada begitu banyak model dan perangkat analisis dalam ilmu alam yang dapat memberikan wawasan atau bahkan sekadar inspirasi. Beberapa bidang interdisipliner antara lain: ekonofisika [26], sosiofisika [25, 8], ekonomi evolusioner [27], dan banyak yang telah menunjukkan kontribusi yang luar biasa dalam memahami banyak hal yang secara tradisional membingungkan ilmuwan sosial.

Akan tetapi, masalah ilmu sosial hari ini bukan hanya bahwa mereka telah terpisah jauh satu sama lain dan jarak yang terhempang antara ilmu sosial dan matematika, dan ilmu alam secara umum. Selama ini, terdapat beberapa pendekatan yang menunjukkan bahwa ilmu sosial tak dapat dipisahkan dari ideologi tertentu dikarenakan mereka (seringkali) lemah dalam formalisasi struktur permasalahan. Hal ini tentu berbeda sekali dengan ilmu alam dalam hal eksperimentasi di laboratorium, sebagai landasan yang kokoh bagi teori-teori besar dibangun dan disandarkan [11]. Tidaklah mengherankan bagi kita mendengar tentang berbagai macam aliran dari teori-teori sosiologi, psikologi, dan ekonomi. Kebanyakan teori tersebut muncul dari asumsi-asumsi yang berbeda yang secara “aneh” membentuk semacam ideologi di antara peneliti dan analisis sosial. Oleh karena itu kita perlu memperhatikan dua hal yang sering terlupakan ini dalam jalan kita menuju sains kompleksitas sosial.

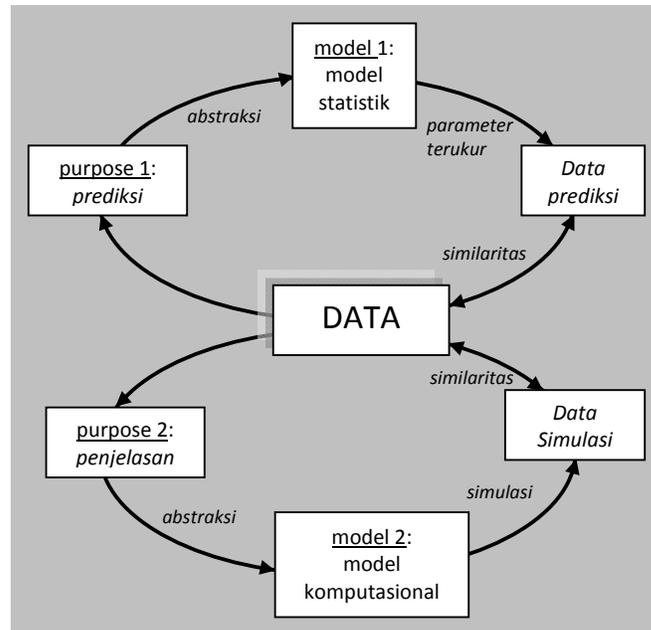


**Gambar 5**

Gejala kolektif (properti-makro) dari beragam gejala-gejala individu (properti-mikro) dalam kausalitas yang tidak linier.

Jadi, apakah sains kompleksitas sosial itu? Sistem sosial dapat dibedakan ke dalam beberapa level deskripsi sebagai objek yang kita amati (lihat gambar 5). Di tataran makro dapat dikatakan bahwa, misalnya, satu perilaku kolektif  $S_{1x}$  menyebabkan perilaku kolektif  $S_{2x}$ , dengan  $x$  adalah bentuk dinamis dari komunitas atau masyarakat yang terlokalisasi. Baik  $S_{1x}$  maupun  $S_{2x}$  muncul dari interaksi “acak” dari individu-individu yang menyusunnya (katakanlah  $I_{1x}, I_{2x}, \dots, I_{nx}$ ). Analisis statistik atau teori sosial konvensional biasanya mendekati perilaku makro ini semata-mata namun sangat langka mempertimbangkan wilayah mikro yang menyebabkannya. Dalam perspektif ini, biasanya  $S_{1x}$  dan  $S_{2x}$  dapat dikorelasikan secara berurutan atau dalam hal sebab-akibat yang tentu dapat menyalah-artikan analisis. Dikarenakan  $S_{1x}$  merupakan hasil dari  $I_{1x}, I_{2x}, \dots, I_{nx}$  dan  $S_{2x}$  dari  $I^*_{1x}, I^*_{2x}, \dots, I^*_{nx}$ , maka jelas bahwa sebab-akibat atau korelasi langsung antara  $S_{1x}$  dan  $S_{2x}$  cenderung menghasilkan kesimpulan yang keliru secara teoretis – akan tetapi, ketika kita bicara tentang kesimpulan sebagai sebuah landasan dari suatu kebijakan publik, hal ini menjadi berbahaya [17, 22]. Sains kompleksitas sosial – sebagaimana terinspirasi dari banyak model analitis dari bidang fisika dan biologi – memahami bahwa dari hubungan kausal level mikro dan level makro terdapat ketak-linieran yang menunjukkan evolusi dan dinamika sistem. Proses adaptif dan pengorganisasian diri di level-makro secara tak linier merupakan hal yang kita lihat dalam

dinamika global sistem ( $S_{1x} \rightarrow S_{2x}$ ) [1, 23]. Pertanyaannya adalah bagaimana bisa kita memahami hal ini semata-mata dengan menggunakan metodologi tradisional?



**Gambar 6**

Tujuan berbeda dalam properti makro-makro (prediksi, dsb.) dan properti mikro-mikro (eksplanasi) dalam riset sosial[19].

Ilmuwan sosial, Joshua Epstein dan Robert Axtell [6] menunjukkan bahwa sebuah cara untuk melakukan hal ini adalah dengan memanfaatkan simulasi komputasional, sebuah metodologi yang sering dipakai dalam berbagai kajian ilmu alam. Supaya tidak terpusing dengan kesimpulan teoretis yang salah dalam hubungan dinamis antara  $S_{1x}$  dan  $S_{2x}$ , kita dapat membangkitkan dunia komputasional dari  $I_{1x}, I_{2x}, \dots, I_{nx}$  yang secara kolektif dilihat sebagai  $S_{1x}$  yang kemudian secara dinamis berubah menjadi  $S_{2x}$  dengan perubahan properti mikronya. Ini merupakan upaya algoritmik dan matematis yang menuntut kolaborasi interdisipliner antara peneliti sosial dan peneliti matematika. Upaya untuk menjelaskan fenomena sosial sebagai bentuk kausasi dari level deskripsi mikro ke level deskripsi makro telah menjadi hal yang penting saat ini. Dalam hal ini, tentu berbagai kerja inter-disipliner antar ilmuwan sosial (dan dalam ikhwal tertentu juga ilmu alam) menjadi sebuah keharusan.

Upaya perintis dan pelopor untuk pendekatan semacam ini menjadi salah satu alasan penting penganugerahan hadiah Nobel untuk Ilmu-ilmu Ekonomi 2005 bagi Thomas C. Schelling [18]. Dan ini secara tegas menunjukkan bagaimana interdisiplineritas dalam sains kompleksitas sosial bekerja (proses kerja analitiknya lihat Gambar 6) [19].

Kompleksitas sosial adalah sains sosial yang terbuka dalam menerima inovasi komputasional sebagai latar belakang, terkadang sebagai tulang punggung. Mengingat ketakutan akan reduksi yang terlalu terdigitalisasi, kompleksitas sosial memiliki semangat untuk secara adil

menyesuaikan pendekatan kuantitatif dan kualitatif, baik sebagai sebuah kerangka deduksi atau induksi. Dunia saat ini telah menjadi saksi lahirnya penemuan ilmiah, dan kompleksitas sosial hanyalah salah satu di antaranya yang merangkak, menjelajahi ruang keilmuan evolusioner.

### Catatan Penutup

Indonesia hari ini adalah sebuah negeri dengan titik kritis muncul di semua kerangka pengorganisasian-dirinya. Transisi sosial terlihat begitu jelas dan berulang-ulang, setelah ia terbangunkan dari represifitas dan secara drastis bergerak menuju alam demokrasi yang mana kreativitas masih merupakan sebuah janji dari ruang tak terbatas akan pikiran-pikiran. Berita-berita utama koran masih sering menampilkan suatu “kemarahan” yang keluar dari cacat-definisi tentang negara dan negarawan, demokratisasi dan demokrasi, ideologi dan pelencengannya, masyarakat dan kewarga-negara, dan masih banyak lagi.

Apakah masih ada harapan yang bisa diberikan dari cara-pandang ilmu sosial yang terkotak-kotak dan linier untuk mengamati fenomena-fenomena Indonesia di mana ketidak-linieran muncul di mana-mana? Secara akademis, kompleksitas sosial mungkin satu-satunya alternatif yang ada, sebagai sebuah sains yang siap dengan kompleksitas realitas sosial kita. Oleh karena itu, mari kita mulai dengan membuka pintu sekat bidang kita atas nama interdisiplinartitas dan mari kita tengok apa yang bisa kita kontribusikan atas nama sains dan riset untuk menjawab satu persatu persoalan di atas. Hanya dengan jejaring kolaboratif antar-disiplin, kita bisa mendapatkan pengertian dari dan untuk menjelaskan ketakmengertian yang kita peroleh dari setiap kali kita menemukan kompleksitas yang luar biasa dari kehidupan sosial dan kemasyarakatan kita.

### Literatur Yang Disebutkan

- [1] Axtell, R. (2000). “Why Agents? On the varied Motivations for Agent Computing in The Social Sciences”. Working Paper No.17. *Center on Social Economics Dynamics*, The Brookings Institution
- [2] Barnsley, M. F. (1988) *Fractals Everywhere*. Academic Press
- [3] Calvou, A.A., dan Zenou, Y. (2002). “Does Crime Affect Unemployment?: The Role of Innovations with Network Effects”. *Annales d’Economie et de Statistique* 2002.
- [4] Coser, L. A. (1977). *Masters of Sociological Thought: Ideas in Historical and Social Context 2nd ed.* Harcourt Brace Jovanovich.
- [5] de Sousa, R. (1987). *The Rationality of Emotion*. MIT Press.
- [6] Epstein, J.M., dan R. Axtell. (1996). *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*. The Brookings Institution Press dan MIT Press.
- [7] Freund, J. (1968). *The Sociology of Max Weber*. Vintage Books.
- [8] Galam, S. (2004). “Sociophysics: a personal testimony”. *Physica A* 336:49-55.
- [9] Gunther, R., Levitin, L., Shapiro, B., Wagner, P. (1996), “Zipf’s law and the effect of ranking on probability distributions”, *International Journal of Theoretical Physics* 35(2):395-417
- [10] Hanish C. Lodhia (2005) *The Irrationality of Rational Expectations - An Exploration into Economic Fallacy*. 1st Edition, Warwick University Press, UK.
- [11] Keen, S. (2002). *Debunking Economics: The Naked Emperor of the Social Sciences*. Pluto Press.
- [12] Mandelbrot, B. (1983) *The Fractal Geometry of Nature*. W. H. Freeman
- [13] Parwani, Rajesh R. (2002), *Complexity*, publikasi on-line, URL: <http://staff.science.nus.edu.sg/~parwani/>
- [14] Paul, W. & Baschnagel, J. (1999). *Stochastic Processes from Physics to Finance*. Springer.

- [15] Simon, Herbert (1991). "Bounded Rationality and Organizational Learning". *Organization Science* 2 (1): 125–134
- [16] Pavard, B., dan Dugdale, J. (2002). *An Introduction to Complexity in Social Science*, GRIC-IRIT, Toulouse, Perancis, Publikasi on-line, URL: <http://www.irit.fr/COSI/>.
- [17] Sawyer, R. K. (2003). "Artificial Societies: Multiagent Systems and Micro-Macro Link in Sociological Theory". *Sociological Methods & Research* 31(3). Sage Publications.
- [18] Schelling, T. C. (1978). *Micromotives and Macrobehavior*. W. W. Norton.
- [19] Situngkir, H. (2004). "How Far can We Go Through Social System?". *Journal of Social Complexity* 2(1):57-64. Bandung Fe Institute.
- [20] Situngkir, H. (2004). Epidemiology with Cellular Automata: Case of Study the epidemics of avian flu in Indonesia. *Working Paper WPE2004*. Bandung Fe Institute. Pre-print:arxiv:nlin.CG/0403035.
- [21] Situngkir, H. & Surya, Y. (2003). "Neural network revisited: perception on modified Poincare map of financial time-series data". *Physica A* 344.
- [22] Situngkir, H. & Surya, Y. (2004). "Stylized Statistical Facts of Indonesian Financial Data: Empirical Study of Several Stock Indexes in Indonesia". *Proceeding National Physics Symposium XX Pekanbaru, 25-26 August 2004:173-8*. Himpunan Fisikawan Indonesia.
- [23] Smith, T. S. dan Stevens, G. T. (1996). "Emergence, Self-Organization, and Social Interaction: Arousal-Dependent Structure in Social Systems". *Sociological Theory* 14(2):131-153.
- [24] Smith, J. M. (1982). *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge UP.
- [25] Stauffer, D. (2002). "Sociophysics: the Sznajd model and its Applications". *Computer Physics Communications* 146:93-98.
- [26] Surya, Y., Situngkir, H., Hariadi, Y. dan Suroso, R. (2004). *Aplikasi Fisika dalam Analisis Keuangan: Mekanika Statistika Interaksi Agen*. Sumber Daya MIPA.
- [27] Tesfatsion, L. (2003). "Agent-Based Computational Economics: Modeling Economies as Complex Adaptive Systems". *Information Sciences* 149:263-269.
- [28] Waldrop, M. (1993). *Complexity: The Emerging Science at the edge of order and chaos*. Simon & Schuster.
- [29] Weibull, J. (1995). *Evolutionary Game Theory*. MIT Press.

## Apendiks: Tentang Sifat Hukum Pangkat

Jika sebuah besaran kontinu yang berdistribusi hukum pangkat memiliki probabilitas sebesar  $p(x) dx$  dalam interval dari  $x$  hingga  $x + dx$  yang memenuhi,

$$p(x) = Ax^{-\alpha} \quad (A1)$$

di mana  $\alpha > 0$ , maka akan ada sebuah nilai  $x_0$  yang mulai diketahui mengikuti hukum dan distribusi pangkat pada  $x > x_0$ . Dari sini kita dapat menghitung momen pertama atau nilai rata-rata dari besaran ini sebagai,

$$\bar{x} = \int_{x_0}^{\infty} xp(x)dx \quad (A2)$$

dan persamaan (A1) kita masukkan ke dalam persamaan (A2),

$$\bar{x} = A \int_{x_0}^{\infty} x^{-\alpha+1} dx = \left( \frac{1}{2-\alpha} \right) Ax^{-\alpha+2} \Big|_{x_0}^{\infty} \quad A(3)$$

Jika pangkat  $\alpha \leq 2$  maka nilai rata-rata dari besaran ini menjadi tak berhingga, dan data yang memiliki distribusi dengan rata-rata divergen menuju tak berhingga merupakan data yang memiliki dominasi yang sangat kuat nilai data yang luar biasa besar. Dengan kata lain, nilai rata-rata dari data empiris yang memiliki pangkat sedemikian tak mengatakan atau menggambarkan apapun dari kenyataan sampel data kita. Di sisi lain, untuk data-data yang berdistribusi hukum pangkat dengan  $\alpha > 2$ , nilai rata-ratanya berhingga pada,

$$\bar{x} = \frac{\alpha-1}{\alpha-2} x_0 \quad A(4)$$

Dari sisi momen kedua dari data ini dapat ditulis sebagai,

$$\sigma^2 = \int_{x_0}^{\infty} x^2 p(x) dx = A \int_{x_0}^{\infty} x^{-\alpha+2} dx \quad A(5)$$

atau

$$\sigma^2 = \left( \frac{1}{3-\alpha} \right) Ax^{-\alpha+3} \Big|_{x_0}^{\infty} \quad A(6)$$

yang akan divergen ke ketakberhinggaan pada pangkat  $\alpha \leq 3$ . Namun untuk data-data berdistribusi  $\alpha > 3$  maka

$$\sigma^2 = \frac{\alpha - 1}{\alpha - 3} x_0^2$$

A(7)

Penemuan empiris kebanyakan menunjukkan pangkat distribusi yang ada adalah  $\alpha \leq 3$  yang memberikan implikasi teoretis bahwa baik nilai rata-rata dan variansinya sama sekali tidak sensitif untuk diperhitungkan dalam analisis kita.

Dari sini kita dapat melihat betapa pola distribusi hukum pangkat yang ditemukan pada berbagai data empiris menunjukkan ketidakpastian yang ada di mana-mana, dan pemahaman tradisional atas nilai rata-rata atau bagaimana data tersebar tak bisa dijadikan acuan untuk memahami kompleksitas atas berbagai interaksi mikro secara kolektif.