

DILEMA DETERMINISME MANUSIA: Sebuah Perjalanan Reflektif Sains

Surjani Wonorahardjo

Universitas Negeri, Malang

Abstract:

The development of science and technology cannot be excluded from the human thinking in modern world. One of the major problem which echo comes and goes along the time is the what so called "dilemma of determinism", which is also associated inclusively to the problem of God's existence. Natural science brings a deep implication in thinking leading to determinism of human being as a part of the nature and moves together with the natural processes, that flows according to the natural laws without human decision. But modern science which development is accelerated by the combination of concepts in physics, chemistry and computer, explains that the previous natural laws do not apply in micro systems and the quantum mechanics takes over to rule the behavior of elementary particles in atomic scale. Then modern concepts in science aroused: chaos, complexity, dissipative structure, fractal, which speak about irregularity, unpredictability, then a causality of things that rooted deeply from the microscale dynamics, are expected to be one way out which provides a "chance" which in turn still offers a place for human freedom.

Keywords: *determinisme, chaos, chance, kehendak bebas.*

Sains dan teknologi yang bernuansa empiris-eksperimentalis dapat dikatakan berperan sangat penting dalam kehidupan manusia modern. Usaha manusia untuk mengatasi permasalahan hidup melahirkan teknologi yang semakin maju dan tidak terikuti jejaknya. Pada umumnya kita menggunakan hasil akhir dan produk teknologi tanpa melihat proses perkembangan sains sampai kepada teknologi. Namun beberapa ilmuwan yang berkecimpung dalam usaha penelitian dan pengembangan sains murni harus tenggelam dan bergulat dalam konsep-konsep yang malang melintang serta saling kait mengait ini. Dari sinilah sering timbul refleksi mendalam yang masuk ke wilayah mendasar eksistensi manusia, yang memang menjadi pusat pembahasan filsafat. Sains yang memiliki kekayaan karena metode empirisnya, memberi corak yang berbeda dengan kerja rasio murni maupun refleksi dari pengalaman yang tidak dikondisikan. Tidak heran banyak yang beranggapan bahwa sains adalah satu-satunya pengetahuan yang obyektif, menyangkut alam namun dan bahkan tentang seluruh kenyataan.

Di lain pihak, pertanyaan-pertanyaan filsafati lebih sering dikerjakan dari sudut pandang teologis-religius dari agama-agama. Konsep-konsep hasil temuan sains sering menggoyang tatanan mapan agama-agama, walaupun beberapa ilmuwan seperti Albert Einstein, Niels Bohr bahkan A.N. Whitehead telah menyatakan secara eksplisit bahwa

pengetahuan dan sains tidak dapat dipisahkan dari keyakinan ketuhanan, dan juga religioisitas. Ini merupakan pendapat kontra dari banyak ilmuwan dan teolog yang putus asa dan menganjurkan dikotomi dari sains dan agama yang harus dibahas dalam dua domain yang terpisah dan menggunakan dua bahasa yang berbeda.

Seperti kita ketahui bersama sains murni (*pure science*) mempelajari struktur dari materi dalam skala besar maupun kecil dan perubahan energi yang menyertainya. Sejak jaman Yunani kuno, Demokritos dan Leukippos serta Epikurus, sudah merenungkan inti penyusun materi yang mereka namakan atomos itu. Dalam perkembangannya, teori atom berubah karena ada macam-macam model atom dan kombinasi atom-atom serta cara kombinasinya, apalagi setelah ditemukannya partikel-partikel dasar dalam atom. Semua itu dilukiskan dalam deskripsi yang semakin lama semakin detil dan dalam bentuk aturan-aturan. Dalam skala makro (skala atom adalah skala mikro), telah dirumuskan aturan-aturan perubahan materi. Newton membuka jalan terhadap terciptanya hukum-hukum alam. Dari gambaran kepatuhan perubahan materi terhadap hukum alam inilah lahir masalah besar: apakah semua yang ada di alam ini, termasuk manusia yang tubuhnya terdiri dari materi ini juga sebenarnya mematuhi hukum alam? Seberapa jauhkan peranan jiwa terhadap manusia yang menjalani hidup dan hukum alam? Atau, apakah sebenarnya jiwa itu? Apakah jiwa itu bagian dari alam juga? Adakah tindakan jiwa manusia yang melanggar hukum alam, sedang badan manusia mematuhinya? Bagian apa dan di mana dalam sejarah proses alam, yang menerima keputusan dan kehendak manusia? Bagaimana ilmuwan sains mempunyai tempat untuk berkehendak bebas dan memberi penjelasan dengan bahas sains juga? Inilah "dilema determinisme" yang juga sudah direnungkan oleh filsuf Epikurus pada jamannya. Apakah manusia mempunyai kuasa dalam menentukan sendiri hidupnya atau, karena terikat dengan tubuh materialnya, hanya sekedar menjalani dan ikut dalam alur proses-proses spontan alami yang sesuai dengan hukum alam seperti lahir, hidup, mati secara otomatis tanpa kemampuan untuk melakukan perubahan menurut kehendak manusia sendiri?

Tulisan ini ingin menelusuri masalah ini lebih jauh dan berusaha menarik perhatian pembaca kepada penemuan-penemuan terakhir dalam kegiatan sains multidimensi (setidak-tidaknya gabungan fisika, kimia, matematika, dan komputer) yang memberi horizon baru dalam cara pandang yang mengarah kepada pemecahan dilema determinisme ini, dalam bahasa sains. Sebetulnya topik ini adalah hasil dialog dari para ilmuwan di sektor ini selama dua-tiga dekade terakhir, yang senantiasa mencoba membuat pemahaman baru antara alam dan manusia. Usaha ini belum maksimal, dalam arti untuk mengintegrasikan semua konsep alam, jejak Tuhan, kedirian manusia ke dalam satu konsep besar atau persamaan besar universal (*grand equation*) yang sudah menjadi utopi ke depan para ilmuwan sepanjang sejarah manusia, adalah masih jauh dari jangkauan. Penjelasan yang sudah ada masih senantiasa bersifat kontekstual, spatio temporal. Saat ini, hanya dalam dimensi waktu, problem ini dapat dipikirkan, karena berkaitan dengan prediksi ke depan. Indeterminism harus berarti *unpredictable* yang harus menampakkan wujud nyata dalam konteks laboratorium dan layar komputer, bukan sekedar dalam ratio para filsuf dan teolog. Setidak-tidaknya *insight* ini melegakan banyak pihak.

1. DILEMA DETERMINISME

Adalah Epikurus, yang telah menyuarakan dilema determinisme dengan begitu intensif. Sebagai pengikut Demokritos, Epikurus percaya bahwa semua materi di dunia terdiri dari atom dan ruang kosong. Lebih jauh lagi disimpulkan bahwa atom jatuh ke dalam ruang kosong dengan kecepatan yang sama dengan dalam lajur-lajur paralel. Bagaimana mungkin atom-atom ini nanti bisa bersentuhan, bertabrakan, atau bergabung dengan atom-atom lain karena kenyataannya semua materi di atas bumi ini terdiri dari gabungan beberapa macam atom dengan kombinasi-kombinasi tertentu yang sulit ditebak. Padahal, menurut dia, nasib manusia dan intelektual dari alam tak dapat dipisahkan. Jadi, apakah makna dari kebebasan manusia dalam dunia deterministik atom?

Sebenarnya Epikurus sudah menemukan alternatif solusi untuk gerak deterministik atomnya. Namanya *clinamen* (inklinasi), suatu proses yang terjadi pada suatu saat dan suatu tempat tertentu sewaktu atom jatuh di dalam ruang kosong dengan jalur paralel, dimana atom ini menyimpang sedikit dari jalurnya, sehingga dapat dikatakan atom ini berubah arah [Prigogine, 1997], untuk bergabung dengan atom-atom lain membentuk apa saja yang ada di bumi. Perubahan arah ini tidak ada mekanismenya, sehingga sering dikatakan sebagai suatu tambahan dari luar, suatu elemen sebarang untuk sekedar memasukkan unsur indeterminasi kepada sistem yang terdeterminasi.

Gambaran sederhana ini ternyata mewarnai pemikiran barat dua milenium kemudian. Ilmuwan Albert Einstein juga sangat yakin akan *scientific determinism*, walaupun dianggap *clinamen* ini didasarkan pada kebetulan belaka. Dunia ini (termasuk manusianya) adalah sebuah automaton, bergerak otomatis sesuai hukum-hukum alam, dan segala kegiatan dan interaksi manusia, merupakan hasil dari *clinamen* ini, yang merupakan bagian dari alam. Kemampuan manusia untuk berpikir sangat tergantung dari kekuatan dan kombinasi sel-sel otaknya, yang kerjanya sama dan alami. Pengaruh lingkungan, pendidikan, masa lalu, yang juga dibatasi oleh alam sekaligus membatasi gerak bebas manusia. Apa dan bagaimana *clinamen* ini bekerja masih merupakan misteri selama berabad-abad, namun *clinamen* harus ada dan dibutuhkan untuk menjelaskan bergabungnya atom-atom. Pertanyaan mendasar yang harus dijawab adalah: bagaimana *clinamen* ini terjadi, dan mengapa terjadi. Inilah yang sebetulnya sekarang sibuk diteliti oleh para ahli fisika modern, tentu dengan pemahaman baru akan material atomis, diuraikan dan dicari implikasi serta refleksinya.

Di lain pihak, agama-agama menawarkan Tuhan yang mencipta dan mengatur alam raya, manusia sebagai ciptaan adalah pribadi-pribadi yang dicintai sekaligus dikuasai Tuhan, dalam hal ini determinasi berasal dari Tuhan. Kadang digambarkan Tuhan sebagai dalang yang memainkan wayangnya, dan manusia serta alam adalah bagian dari lakon yang sedang dimainkan. Kalaupun ada kehendak bebas, inipun bagian dari permainan megah Tuhan dan harus selalu terarah kepada Tuhan. Maka manusia digerakkan oleh Tuhan, dan inipun, tidak dapat disangkal lagi, adalah suatu bentuk determinisme. Di dalam cara pandang sains modern seperti menurut Einstein, manusia dikuasai oleh hukum-hukum alam, atau Tuhan menjelma dalam kesatuan

dengan alam, seperti yang juga dipikirkan Spinoza (*Deus sive natura*), tokoh yang sangat mewarnai perjalanan filosofis Einstein sebagai ilmuwan alam yang merenungi makna temuan-temuannya. Bahkan juga dikisahkan karya penciptaan secara berbeda (Teori Dentuman Besar, teori evolusi Darwin), yang akhirnya kembali alam dan hukum-hukumnya, Tuhan tidak disebut-sebut campur tangannya selain (kadang-kadang) dianggap sebagai awal saja.

Di tengah alam yang deterministik dan sebagai ciptaan Allah dalam agama-agama besar, manusia mencari-cari jati diri dan peran sertanya dalam menentukan hidup serta masa depannya sendiri. Manusia meletakkan kreativitas dan keputusan pribadinya dalam satu tempat khusus yang sedang dicari lokasinya dalam sains modern yang nyata-nyata merajai alam pikir manusia jaman ini. Singkatnya, bagaimana mendialogkan dan mengintegrasikan Tuhan, alam, dan manusia dalam satu konsep universal, adalah tugas manusia jaman kini.

2. REFLEKSI DARI FISIKA KLASIK DAN MEKANIKA KUANTUM

Sir Isaac Newton (1642-1727) yang hidup di jaman kejayaan aliran empirisme di Inggris yang dimotori Hobbes dan Locke, merumuskan teorinya mengenai hukum-hukum alam yang bertahan sangat kokoh sampai 300 tahun. Menurut Newton, alam semesta hanya terdiri dari tiga realitas: materi-ruang-waktu. Ruang dan waktu adalah mutlak, sedang materi berubah-ubah sebagaimana perpisahan, penggabungan, pergerakan dan ini terjadi pada peristiwa-peristiwa fisika maupun kimia. Hukum-hukum fisika dan kimia mengatur perubahan materi dalam ruang dan waktu. Konsep-konsep Newton membawa kemajuan amat pesat di bidang kimia fisika yang langsung memberi jalan kepada penemuan-penemuan penting dan menghasilkan teknologi (listrik, sumber-sumber energi, mesin-mesin), dan juga memberi ilham kepada hukum-hukum lain termasuk filsafat, yaitu dipercayanya materi sebagai satu-satunya realitas yang nyata. Materi yang bergerak menurut hukum-hukum fisika yang begitu mekanistik dan teratur. Se-otomatis air yang mengalir ke tempat yang lebih rendah dengan spontanitas yang tak dapat diganggu gugat lagi.

Penemuan-penemuan lebih jauh membuktikan bahwa pikiran manusia yang berasal dari materi (sel-sel otak), juga diatur oleh hukum alam yang mengatur perubahan-perubahan molekuler di otak kita. Bahkan emosi, kemarahan, keharuan, kesedihan, kegembiraan, gairah bekerja, bahkan cinta dan gairah seksual kini dapat dijelaskan dengan pergerakan sel-sel otak dan reaksi-reaksi biokimiawi dalam otak. Reaksi-reaksi biokimia antara lain dipicu oleh senyawa-senyawa lain yang disekresi otomatis sebagai respon terhadap penglihatan atau pendengaran, sentuhan, bahkan ekstraksi makanan, akan menghasilkan senyawa-senyawa khusus lain yang mendorong respon terhadap stimuli dari luar, misalnya emosi, kemarahan, dan dorongan bertindak. Kalaupun manusia berbeda satu sama lain, inipun diyakini sebagai hasil dari kompleksitas kombinasi macam-macam baik pengalaman, memori, respon terhadap stimulus, dan lain-lain. Tidak lagi diyakini karena manusia menentukan sendiri

tindakan-tindakannya namun semuanya sebagai akibat ribuan macam proses di alam tubuh manusia.

Dari penemuan-penemuan ini ada beberapa implikasi penting dalam bingkai filsafat: manusia adalah "*automaton*" yaitu mesin rumit yang terdiri dari sekian banyak komponen yang masing-masing bergerak dan berubah seturut hukumnya, sesuai urutan waktunya. Ini persis seperti kegelisahan yang dialami Epikurus di jaman Yunani. Bahkan Einstein dengan yakin berpendapat, bahwa segala sesuatu yang terjadi di bumi ini ada sebabnya (secara mekanis), dan walaupun kita tidak mengakuinya, itu semata-mata karena kita tidak mengetahuinya saat ini dengan kemampuan yang ada pada kita.

Lebih jauh lagi, yang tidak bisa ada adalah konsep keindahan, karena kreativitas adalah ilusi semata, hanya imaginasi seniman yang tidak tahu kalau semuanya memang harus begitu. Tidak ada yang lahir spontan karena kehendak manusia karena semuanya adalah bagian dari skema stimulus-respon yang berjalan otomatis. Ini mengingatkan kita pada pernyataan-pernyataan Zeno dari Elea di jaman Parmenides dengan paradoks-paradoksnya. Semua gerakan yang tampak pada kita adalah semu, kreativitas adalah semu.

Jika semuanya tunduk kepada hukum alam, maka semua yang akan terjadi dapat diprediksi sejak sekarang asal hubungan materi satu dan lain dapat diketahui. Bukan lahir seperti puisi dari tangan penyair atau kuas berwarna di tangan pelukis yang tiba-tiba bisa menjadi spektakuler tanpa diketahui sebelumnya. Tidak ada musik indah yang tercipta spontan dari hati nurani musikus karena kehendak musikus tersebut, tapi dorongan itu timbul sebagai hasil olah emosi dan logika yang merespon sesuatu dari alam dan lingkungannya. Kalau suasana terciptanya musik indah diulang sama persis, dapat diharapkan proses yang sama akan terjadi. Termasuk di sini insting-insting takut akan kematian, mencari kepuasan, seks, yang pada dasarnya menjadi penggerak utama manusia, dapat dengan cukup mudah diprediksi sebelumnya.

Singkatnya tak ada kebebasan manusia untuk menentukan masa depannya menurut kehendak manusia sendiri karena semuanya merupakan produk dari perubahan-perubahan material dalam diri manusia dan dalam lingkungannya. Dalam kondisi inilah problem ketuhanan muncul karena kehadiran Allah harus dieliminasi dalam proses-proses perubahan materi yang sudah dapat terjadi dengan sendirinya ini. Allah hanya diperlukan sebagai awal, lalu semuanya dapat berjalan otomatis sendiri tanpa bantuan Allah lagi, dan dengan demikian "tujuan akhir" dari proses-proses ini juga harus dieliminir. Newton yang pada dasarnya religius cuma mengatakan: Allah mengatur hukum-hukum alam, pergerakan planet-planet. Manusia bagian dari alam itu. Titik. Waktu itu juga sudah timbul anggapan bahwa Allah memang ada dan Dia diperlukan sebagai tempat pelarian manusia yang ketakutan di tengah keganasan alam [Soetomo, 1995].

Mekanika klasik Newton membicarakan fenomena-fenomena dalam dunia makro, dunia yang membicarakan masa, dan ruang serta pengaruh lingkungan luar seperti tekanan, dan kemudian temperatur. Perjalanan waktu membawa manusia untuk akhirnya berpikir secara lebih fundamental, ke dalam dunia mikro, dunia atom-atom yang menyusun materi. Dibandingkan dengan dunia makro Newton, materi-

ruang-waktu yang dibahas di sini sangat kecil, namun tidak dapat diabaikan. Di sinilah teori-teori Newton menemukan kesulitan besar. Bahwa dalam atom terjadi mekanisme pengaturan gerak yang sangat rumit yang tidak lagi mematuhi gerak-gerak materi menurut Newton. Dan terminologi "energi" di sini mulai memerlukan tempat yang sangat penting, dan juga dimensi "waktu" masuk ke dalam perhitungan dengan cara yang berbeda dari kelompok terminologi Newton.

Sebetulnya kehadiran mekanika kuantum yang dicetuskan awalnya oleh Max Planck, dilanjutkan Niels Bohr, dan dilanjutkan ramai-ramai dari berbagai perspektif oleh Louis de Broglie, Erwin Schrödinger, dan Werner Heisenberg adalah sangat spektakuler, disebut sebagai revolusi sains oleh Thomas Samuel Kuhn, yang merupakan paradigma baru dalam sains. Awalnya mereka mengamati paradoks-paradoks dalam fenomena-fenomena atomik yang berhubungan dengan sifat ganda: kadang-kadang terlihat seperti partikel, kadang-kadang tampak sebagai gelombang. Secara bertahap para ahli menuruti intuisi intelektual dan "masuk ke dalam roh teori kuantum" (seperti kata Heisenberg) dan menciptakan suasana, sebelum mengembangkan rumusan matematisnya yang eksak. Partikel materi yang harus dipikirkan sebagai gelombang diperkenalkan de Broglie sudah mengusik konsep materi dari Newton, dan paradoks akan semakin tajam kalau kita berpikir dengan cara klasik Newton. Dari proses-proses rumit inilah tersusun kerangka baru yang jauh lebih abstrak dimana kuantitas fisik digantikan oleh struktur matematis yang disebut "matriks". Mekanika matriks adalah gambaran rasional dari masa yang bergerak dengan pola yang lebih kompleks, dan rumusan yang juga rumit. Persamaan Schrödinger yang terkenal itu menghubungkan energi sistem dengan fungsi gelombang, adalah pencapaian luar biasa dalam dunia ilmu fisika yang melengkapi penjelasan gerak partikel sebagai gelombang dalam dua bahasa matematis yang berbeda. Prinsip kebolehjadian Heisenberg menjadi begitu penting dalam menjelaskan letak elektron yang bergerak mengelilingi inti atom dalam bentuk intensitas kemungkinan tidak dapat dipastikan persis letaknya. Dari segala sesuatu yang tadinya pasti, ternyata masih harus ada "kebolehjadian", kadang diterjemahkan juga dengan "ketidakpastian" (*uncertainty*). Sifat-sifat partikel terkecil tidak dapat ditetapkan lepas dari berbagai pilihan dan tindakan peneliti atau pengamat yang harus memasukkan parameter yang dikehendaki untuk mendapatkan penyelesaiannya. Jadi, di sini ada kemajuan, yaitu manusia yang bisa hadir sebagai partisipator, bukan sekedar pengamat seperti dalam fisika Newton. Jadi di sini ada faktor "kesadaran" yang diikutsertakan [Soetomo, 1995]. Dengan masuknya pengamat sebagai subyek, masuk juga unsur "pikiran" dan "kehendak" dalam proses berjalannya ilmu pengetahuan. Dan walaupun dapat dipastikan bahwa banyak pengalaman manusia adalah hasil tidak langsung dari kegiatan biologis di otak, tetapi ini diluar intelek dan kehendak itu sendiri, karena kehendak bukan entitas material. Alam atom yang demikian "absurd" inilah yang sebetulnya membuka pemikiran manusia ke domain yang lebih besar dari dunia atomik.

Seperti yang telah kita ketahui bersama, lahirnya Mekanika Kuantum meredupkan bayang-bayang fisika klasik ala Newton. Namun sayangnya hukum-hukum dasar mekanika kuantum juga mengandung makna deterministik dan simetri waktu tetap ada dalam persamaan Schrödinger. Persamaan ini mengandung muatan

determinisme dari faktor operator Laplace-nya. Jika kondisi awal diberikan, semua yang terjadi berikutnya sudah dideterminasi paling tidak dalam suatu jangkauan tertentu dari ketepatannya.

4. REFLEKSI DARI DINAMIKA CHAOS, KOMPLEKSITAS, FLUKTUASI, SELF-ORGANIZATION

Mulai tahun 80-90-an hingga kini, para ilmuwan mulai melirik kepada proses-proses yang melibatkan fluktuasi dan ketidakstabilan, yang sudah terlihat polanya hampir di semua bidang ilmu: kosmologi, geologi, biologi, fisika, kimia bahkan ilmu-ilmu sosial yang dianalisa menurut metoda ilmu-ilmu alam. Tercetuslah istilah chaos dan fraktal di tengah usaha untuk memahami ketidakstabilan ini oleh Benoit Mandelbrot, seorang matematikawan Perancis yang menulis buku terkenal *The Fractal Geometry of Nature*, sebagai hasil usaha dia dalam memetakan fluktuasi dan ketidakstabilan di alam. Yang dibutuhkan sekarang adalah formulasi baru hukum-hukum fisika, yang akhirnya antara lain dapat memecahkan dilema determinisme Epikurus dan untuk itu diperlukan suatu alasan bagi indeterminasi (*necessity*), yang bukan hanya kebetulan semata dan ini harus berakar pada dinamika internal dari sistem. Di sinilah faktor kesempatan dan kemungkinan (*chance and probability*) memainkan peranan sangat penting. Sebetulnya pemikiran ke arah ini sudah dimulai dari awal abad ini, dengan dirumuskannya kembali hukum termodinamika kedua dimana kenaikan entropi adalah suatu gejala yang tidak dapat dibendung dalam proses-proses spontan yang ada di alam.

Sistem chaos dapat direpresentasikan dengan fraktal, yang memetakan pola ketidakteraturan suatu sistem. Terminologi ketidakteraturan ini sama dengan yang dibahas dalam hukum termodinamika kedua mengenai entropi. Salah satu gambar fraktal yang paling terkenal adalah diagram Mandelbrot yang sangat indah, yang dihasilkan dari program komputernya dan diiterasi berkali-kali. Gambar ini terdiri dari paduan grafik dalam skala kecil yang berulang polanya dalam skala yang lebih besar. Bagian yang lebih kecil lagi terbuat dari persamaan matematika yang sama. Dikatakan bahwa tiap tepi kurva-kurva dari gambar ini adalah daerah transisi perbatasan menuju chaos yang dimulai dari perubahan dengan nilai yang sudah ditentukan. Dan di alam ditemukan pola serupa jika kita mengamati pola daun-daunan misalnya, atau bahkan pohon dengan dahan-dahan, dahan dengan ranting-ranting, dan seterusnya. Ada pola yang diikuti dalam perbesaran skala.

Dalam chaos ada juga interplay antara kesempatan dan kebutuhan (*chance and necessity*). Dalam hal ini *chance* akan menyebabkan evolusi di kemudian hari dan ini diyakini oleh Jacques Monod dalam buku *Chance and Necessity* [Peacocke dalam *Chaos and Complexity*, 1995]. Monod memikirkan konsekuensi-konsekuensi dari adanya mutasi genetik yang keluar dari sekian juta kemungkinan di alam raya. Namun dikatakan dalam ilmu-ilmu biologi, kesempatan dan kebutuhan ini menyangkut organisasi diri dari makhluk hidup yang juga tergantung pada harmoni. Karena itu

dalam ilmu biologi, determinasi bukanlah suatu problem lagi, karena tidak ada pertumbuhan yang benar-benar direncanakan atau melalui Kausalnexus maupun kepenuhan finalitas [dtv-Atlas Philosophie, 2001].

Dalam chaos, tingkah laku yang tidak dapat diprediksi dapat timbul dari sistem yang sebenarnya mematuhi hukum-hukum deterministik, sebagai konsekuensi dari kepekaan sistem terhadap variasi dari keadaan awal dan terhadap variabel-variabel dari luar [*Dictionary of Physics*, 1991]. Namun, hukum-hukum deterministik tidak dapat lagi melakukan prediksi kondisi sistem di masa depan, karena semuanya tergantung pada kemampuan untuk menetapkan kumpulan parameter-parameter dengan sangat tepat pada waktu yang sudah ditentukan dengan sangat tepat pula. Simulasi dengan komputer sangat membantu untuk memetakan dan menirukan kerja sistem dalam mengembangkan chaos. Salah satu contoh dari sistem chaos ini adalah efek kupu-kupu (*the butterfly effect*) dimana dipostulatkan bahwa kepak sayap kupu-kupu di Brazil, misalnya, dapat menyebabkan badai dan tornado yang tidak terduga jauh di masa depan di Amerika Utara, sebagai akibat dari sensitifitas dari dinamika meteorologi. Banyak contoh lain untuk sistem-sistem chaotic ini misalnya beberapa reaksi osilasi dalam kimia, osilasi dalam sirkuit listrik, kekacauan dalam pasar bebas, dan lain-lain. Perhitungan sangat rumit untuk sepotong waktu yang ditentukan dengan amat pasti bisa ikut memperkirakan hasil akhir dari perubahan sangat kecil dari keadaan awal.

Apakah yang sebenarnya melatarbelakangi terjadinya chaos? Selain Monod ada beberapa teoritikus membicarakan termodinamika. Beberapa grup riset, antara lain yang dimotori oleh Ilya Prigogine di Brussell dan Austin, mencoba menjelaskannya dari dinamika non-linear yang secara makroskopik memang terkandung dalam tiap sistem dalam skala mikronya. Gejala yang dahulu tidak terduga sebelum masa jaya mekanika kuantum ini ternyata bisa menjelaskan ketidaklinearan arah suatu proses, yang pada gilirannya nanti akan membuktikan perubahan besar, mutasi dalam genetika. Jika Newton membicarakan sistem besar bermasa, yang sebenarnya tersusun atas atom-atom yang tidak se-reguler diduga, maka tidak heran dinamika internal ini akan menghasilkan anomali-anomali jika sampai pada skala makronya. Inilah yang sering diamati dari turbulens dalam fluida, reaksi-reaksi kimia yang berosilasi, sampai pada fluktuasi chaotic di bursa komoditi atau perubahan cuaca yang tiba-tiba dan luput dari prediksi semula.

Jika semula dalam termodinamika dikatakan bahwa kestabilan terjadi kalau sistem mengalami kesetimbangan, dalam hal chaos yang diperhitungkan adalah sistem jauh dari kesetimbangan (*far from equilibrium*), yang disebabkan oleh fluktuasi internal di skala mikronya, yang mempunyai cara tersendiri untuk mencapai kesetimbangannya. Fluktuasi ini adalah kekayaan setiap sistem yang telah dijelaskan dengan indah dalam mekanika kuantum. Cara-cara menyeimbangkan diri ini sering disebut dengan organisasi diri (*self-organization*) yang ternyata hasilnya bisa menyimpang sama sekali dari gejala biasa. Bagaimana sistem jauh dari kesetimbangan ini bertahan adalah tergantung pada sensitifitas sifat-sifat mikroskopiknya, tergantung pada struktur dasarnya serta cara mempertahankan eksistensinya sehingga seimbang (biasa dibahasakan sebagai equilibrium).

Struktur setimbang semacam ini sering disebut sebagai struktur disipatif yang memuat koherensi dan organisasi di wilayah non-keseimbangan. Kestabilan didapat dari pertukaran energi dengan lingkungan di sekitarnya. Wujud nyata dari cara mencapai keadaan keseimbangan ini adalah bifurkasi, perpecahan jalan sistem menjadi dua arah yang berbeda dan menyimpang satu sama lain. Kestabilan baru akan diperoleh setelah titik bifurkasi, dan perubahan ini tidak harus simetris. Di sinilah unsur *unpredictability* berakar.

Apakah dahulu sistem-sistem semacam ini ada? Ada, namun tidak sering dibicarakan dan luput dari perhatian. Dahulu para ahli sibuk merumuskan hukum-hukum universal dari proses-proses regular dan tidak menaruh perhatian kepada anomali-anomali. Sekarang setelah peristiwa-peristiwa regular selesai didefinisikan, kelompok anomali dan non linear mulai muncul di permukaan, dan banyak masalah-masalah yang tidak terpecahkan dahulu, sekarang menemukan jawabannya.

Kemajuan apakah yang dibawa oleh konsep chaos dalam perkembangan filsafat sains dari konsep-konsep sebelumnya? Kita bisa mulai dari istilah yang lebih tepat: *deterministic chaos*, deterministik namun tidak dapat diprediksi sebelumnya, karena walaupun jelas apa saja penyebab chaos, namun apa yang terjadi tidak dapat diprediksi sebelumnya berdasarkan keadaan yang sudah diamati. Dengan demikian, istilah determinisme ini mendapat makna baru dari yang sudah-sudah, yaitu dimana segala fenomena yang terjadi di alam termasuk pada manusia dengan segenap atribut eksistensinya adalah ditentukan oleh proses-proses lainnya termasuk konsekuensi dari keputusan manusia sendiri yang diambil dengan kehendak bebas, *the free choices* ada di mana-mana. Istilah determinisme semacam ini mengeluarkan (meng-excludekan) kemungkinan untuk diprediksi pada tiap proses. Jadi *deterministic but unpredictable*. Dan sistem semacam ini menyisakan tempat untuk kreativitas, organisasi diri, dan cara hidup baru yang lebih besar ketergantungannya pada kehendak bebas individu.

Terhadap pertanyaan: apakah alam ini sebuah mesin? Sekarang manusia bisa menjawab: tidak, dengan lebih yakin, karena konsep indeterminisme yang terkandung dalam mekanika kuantum, akan berpengaruh kepada dinamika setiap sistem, baik yang bersifat chaos atau yang regular, pada skala mikro. Namun pada skala makro, kebolehjadian dalam kuantum berpadu dengan efek chaos akan meningkatkan sifat tidak dapat ditebak dari alam raya. *Strange attractor*, penarik yang aneh, adalah jalan dari perubahan-perubahan, karena tiap situasi dimungkinkan mempunyai *chance* untuk bertemu dengan suatu parameter, penarik yang aneh ini, yang bisa merubah arah semula. Maka, dapat disimpulkan, inilah yang menyebabkan clinamen-nya Epikurus dahulu, yang memungkinkan atom berpadu dengan atom-atom lain dan membentuk material lain yang sama sekali baru.

Masuknya *insight* dari teori chaos ke dalam wilayah teologi sebetulnya sudah dilakukan sejak lama. Buku *Chaos and Complexity, Scientific Perspection on Divine Action* memuat analisis lumayan mendalam dari refleksi-refleksi teologis mengenai chaos di dunia dan hubungannya dengan eksistensi Tuhan juga, dari tokoh-tokoh teologi yang memperhatikan sains modern. Buku ini memuat hasil konperensi "*Our*

knowledge of God and Nature: Physics, Philosophy, and Theology" yang diselenggarakan di Castel Gandolfo, September 1987 oleh observatorium Vatikan [Russel et.al, ed. 1995]. Dalam buku ini dinyatakan secara implisit bahwa Tuhan juga menghendaki chaos terjadi untuk berkarya bersama manusia di dunia. Teori apa lagi yang dapat keluar di masa depan untuk menyempurnakan teori chaos ini adalah tugas masa depan. Adalah tugas teolog-ilmuwan untuk saling mendialogkan pemikiran-pemikirannya dan merumuskannya untuk masa depan, karena manusia akan berpikir dan bercermin pada alam di masa depan lebih daripada masa sekarang.

5. A VERY NARROW PATH, BETWEEN ...

Mungkin sekarang masih sering timbul pertanyaan fundamental: bagaimana mungkin sesuatu yang deterministik, ternyata *unpredictable*? Nicolis dan Prigogine (1998) menulis:

Complexity has been connected to the ability to switch between different modes of behavior as the experimental conditions are varied. The resulting flexibility and adaptability in turn introduce the notion of choice amongs the various possibilities offered. It has been stressed that choice is mediated by dynamics of fluctuations and that is requires the intervension of their antagonistic manifestations: short scale randomness, and long range order....

Suatu proses tidak dapat ditebak seluruhnya karena pasti ada intervensi dari pihak-pihak lain dalam proses ini, dan pihak-pihak lain inipun membawa faktor-faktor lain yang juga tidak dapat diketahui saat itu. Kesimpulan ini didapat dari usaha Prigogine dan riset grupnya membawa pikiran kita dari implikasi dunia fisika *being* (termasuk diantaranya fisika Newton, dan dasar-dasar mekanika kuantum) ke arah implikasi fisika *becoming* (untuk menyebut termodinamika baru, *self-organization*, fluktuasi non kesetimbangan) [Prigogine, 1980]. Dan di sini ada "*a very narrow path*", jalan sangat sempit antara dunia yang diatur oleh hukum-hukum determinisme, dimana tidak ada tempat untuk kebaruan dan kreativitas, dan dunia yang diatur oleh Tuhan yang bermain dadu (pinjam istilah yang diambil dari ungkapan Einstein: *God doesn't play with dice*, karena dia seorang determinis) dimana segalanya terlihat absurd, acausal dan tidak komprehensif.

Maka kreativitas dan kehendak bebas manusia tidak bisa tidak berada di celah yang sangat sempit ini. Mungkin kita bisa membayangkan suasana resital piano, sang pianis telah berada di depan piano, sekian lembar partitur lengkap sudah tersedia, penonton menanti dengan berdebar-debar saat sang pianis ini mengangkat tangan dan menyentuh tuts piano, menghantar melodi indah ciptaan kreativitas dia di udara saat itu di tempat itu. Bahwa semua sudah tersedia di sana, namun perlu suatu kehendak, keputusan dan tindakan bebas untuk memulainya.

6. PENUTUP

Ada catatan dari Karl Popper yang harus kita cermati bersama, mengenai reduksionisme, yang memang erat berkaitan dengan problem determinisme ini di bawah bab: *the essential incompleteness of all science* [Popper, 1998]. Manusia selalu bertindak terlalu cepat dalam menarik implikasi. Pada dasarnya ilmu pengetahuan alam berusaha menjelaskan fenomena alam, tapi selalu tidak pernah cukup, dan kita bisa lupakan metodologi untuk mereduksi suatu realitas. Sebenarnya manusia tidak bisa mengetahui segala-sesuatu sampai detail untuk menyimpulkan sesuatu di alam, termasuk dalam hal pembahasan mengenai kreativitas, misalnya, atau kompleksitas, atau gerak alami, dan sebagainya, apalagi mengenai manusia.

Popper lebih berani menyebut alam sebagai semesta raya yang terbuka, *an open universe*, tanpa harus mengandaikan kenaikan entropi menurut hukum termodinamika kedua, yang awalnya memang dipikirkan untuk suatu sistem tertutup. Dan sudah barang tentu kita tidak dapat melihat dunia ini sebagai suatu sistem tertutup. Popper juga sedikit memberi catatan akan interpretasi Prigogine, bahwa mencoba mencari letak kreativitas manusia di alam tidak harus dipertentangkan dengan hukum-hukum fisik.

Para ilmuwan alam selama ini telah berusaha mencari peran kreativitas dan kehendak bebasnya di alur proses-proses alam, dan jalan kreativitas ini dibangun sambung menyambung dari konsep-ke konsep. Teori kuantum tidak akan lahir tanpa "kreativitas" Newton, dan teori-teori fractal-chaos yang non linear yang kita tekuni sekarang ini juga tidak akan lahir tanpa bantuan mekanika kuantum, tanpa mengurangi makna peranan Mandelbrot. Memang ini sedikit berbeda skalanya dengan kreativitas spontan Beethoven yang menciptakan melodi "Für Elize" misalnya, yang tercipta spontan sebagai reaksi dan kontemplasi dia karena menyadari keberadaan manusia yang bernama Elize dalam hidupnya, misalnya. Atau macam-macam keajaiban yang bisa kita temui di mana saja: seorang pengemis yang terhimpit tekanan ekonomi bisa memilih jalan bersyukur atas anugerah hidup hari ini, melewati titik bifurkasi yang nyata-nyata mengurangi ketegangan dan ketidakstabilan pikirannya.

Maka tiap kegiatan di celah sempit inilah yang akan melahirkan fenomena-fenomena penting yang membawa perubahan. Bagi seorang penyair adalah lahirnya puisi besar yang sanggup merubah alam pikir orang banyak, bagi musisi sebuah karya agung yang sanggup bertahan di benak pemirsa berabad-abad, seperti kegalauan Chopin pada saat simfoni-sinfoni amat indah lahir dari jemari dan hatinuraninya, gemanya terasa sampai detik ini. Melodi Chopin yang merupakan lukisan lengkap chaos dalam situasi jiwa sang komponis dalam penderitaan dan kesepiannya, dimana chaos ini merupakan situasi yang terbalut dalam struktur yang indah dari kehendak bawah sadar dia untuk mengorganisasi kembali potongan-potongan kepedihan dan kebahagiaan, menjadi rangkaian melodi yang luar biasa indah. Hasil dari proses *self-organization* yang sensitif dan tulus. Kreativitas ini membawa nuansa spontanitas yang otentik. Atau bahkan dari kecemasan Heidegger yang merasa "terlempar" ke dunia persis di celah sempit tersebut, lahir berbagai *crucial point*, dimana ada kesempatan memilih dan bertindak.

Akhirnya, dapatkah chaos yang *irreversibel* ini menjawab pertanyaan mengenai determinisme? Belum seutuhnya, namun sudah pada tahap melegakan. Banyak perkembangan yang akan terjadi di dekade-dekade mendatang sudah sangat sulit diprediksi, karena memang itulah hakekatnya kehadiran chaos, dimana kehendak bebas dan kreativitas benar-benar berperan, dan Tuhan berjalan bersama manusia dalam proses yang sama. Bukankah ini juga salah satu makna dari perjalanan mencari kebenaran yang disinggung Bapa Suci Johannes Paulus II dalam Ensiklik *Fides et Ratio*? Bahwa lewat alampun, Tuhan adalah Tuhan yang membebaskan, memberi kemungkinan dari potensi yang sudah ada untuk mengaktualisasi dirinya, bukan sekedar diaktualisasikan. Seperti cinta yang membebaskan, cinta yang sama yang menggerakkan bulan dan bintang dalam *Divina Comedia*-nya Dante.

BIBLIOGRAFI

- Briggs, J., Peat, F. David, *Die Entdeckung Des Chaos, Eine Reise Durch Die Chaos-Theorie*, Deutscher Taschenbuch Verlag: München, 1997.
- Hall, Nina (ed.), *The New Scientists Guide to Chaos*, Penguin Group: London, 1992.
- Illingworth, Valerie (ed.), *The Penguin Dictionary of Physics*, Penguin Group: London, 1991.
- Kunzmann, P., Burkard, F-P., Wiedmann, F., *dtv-Atlas Philosophie*, Deutscher Taschenbucher Verlag: München, 2001.
- Nicolis, G., Prigogine, I., *Exploring Complexity*, WH Freeman and Co.: New York 1998.
- Popper, Karl R., *The Open Universe, An Argument for Indeterminism*, Routledge: London, 1988.
- Prigogine, Ilya, *Die Gesetze des Chaos*, Insel Verlag: Frankfurt/Main, 1995.
- Prigogine, Ilya, *From Being to Becoming, Time and Complexity in The Physical Sciences*, W.H. Freeman and Company: San Fransisco, 1980.
- Prigogine, Ilya, *The End of Certainty, Time, Chaos, and The Laws of Nature*, The Free Press: New York, 1997.
- Russel, R.J., Murphy, N., Peacocke A.R., *Chaos and Complexity, Scientific Perspectives on Divine Action*, Vatican Observatory Publications dan The Center for Theology and The Natural Sciences: Vatican City-Berkeley, 1995.
- Soetomo, Greg, *Sains dan Problem Ketuhanan*, Penerbit Kanisius: Yogyakarta, 1995.
- Torretti, Roberto, *The Philosophy of Physics*, Cambridge University Press: Cambridge, 1999.