

## **PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOKULTUR DI ITB: MENJADIKAN MANUSIA BERKEADABAN?**

**Muhammad Tasrif**

Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan  
Institut Teknologi Bandung  
Jalan Ganesha 10 Bandung 40132 Telepon: 022 2534237, 2511828  
*muhammadasrif52@gmail.com*

### **ABSTRAK**

Teknokultur yang mengandung konsep saling-hubungan (*feedback* atau *interdependent*) antara teknologi dan kebudayaan mengindikasikan bahwa seorang lulusan Magister Teknokultur memahami benar makna saling-hubungan tersebut. Dengan demikian, materi kuliah pada program ini harus mewujudkan pemahaman tersebut. Fenomena teknokultur menyangkut dua aspek: struktur dan perilaku. Perilaku suatu fenomena ditentukan oleh strukturnya, yaitu struktur fisik dan struktur pembuatan keputusan. Keputusan yang dibuat manusia merupakan salah satu tahap penting dalam siklus tertutup proses belajar manusia akan fenomena yang menjadi fokus perhatiannya. Dalam proses belajar primitif, keputusan dihasilkan oleh suatu model mental yang di dalamnya terdapat peran budaya. Kekurangannya adalah ketidakmampuan model mental membangun pemahaman yang lengkap akan keberadaan perilaku kompleksitas dinamis suatu fenomena teknokultur. Agar proses belajar efektif, model ini perlu dilengkapi dengan model eksplisit. Model eksplisit yang diperlukan adalah model yang dapat mengakomodasi konsep saling-hubungan dalam suatu fenomena teknokultur serta implikasinya terhadap pola kehidupan sosial. Paradigma *systems thinking* dan metodologi *system dynamics* dapat dipertimbangkan sebagai mata kuliah pada Prodi Magister Teknokultur ITB.

**Kata kunci:** struktur, perilaku, model mental, *systems thinking*, *system dynamics*

### **ABSTRACT**

*Technoculture contains the concept of mutual relations (feedback or interdependent) between technology and culture. This indicates that a graduate of Technoculture Master's Program understands the true meaning of the mutual relationships. Technoculture phenomenon involves two aspects: behavior and structures. The behavior of a phenomenon is determined by its structure, namely the physical structure and decision-making structure. Man-made decision is an important step in a closed cycle of human learning to the phenomenon that became the focus of attention. In the process of primitive studies, the decision is produced by a mental model in which there is a cultural role. Mental models build a complete understanding of the existence of the complexity of the dynamic behavior of technoculture phenomenon. For learning to be effective, these models should be complemented with an explicit model. The explicit model that is needed is one that can accommodate the concept of mutual relations in a technoculture phenomenon and its implications for the pattern of social life. The paradigm of the systems thinking and system dynamics methodology can be considered as a study of the Technoculture Master's Study Program in ITB.*

**Keywords:** structure, behavior, mental models, *systems thinking*, *system dynamics*

### **PENDAHULUAN**

Dalam rangka menghasilkan sumber daya insani yang kompeten, inovatif, kreatif, amanah, berbudi luhur, dan berakhlak mulia, dengan mengacu pada PP No. 65 Tahun 2013 tentang Statuta ITB, ITB membentuk Panitia Adhoc Kebijakan Akademik Pengembangan

Ilmu Sosial dan Humaniora di Institut Teknologi Bandung. Panitia ini telah menugaskan Kelompok Keahlian Ilmu Kemanusiaan (KKIK) untuk mengkaji pengembangan Keilmuan Sosial & Humaniora di ITB. Dalam kaitannya dengan penugasan ini, KKIK mengkaji cikal bakal Program Magister

Teknokultur di lingkungan Fakultas Seni Rupa dan Desain ITB.

Merujuk pada pernyataan Shaw (2008) (Jurnal *Socioteknologi* Edisi Khusus Teknokultur, 2015), “teknokultur” didefinisikan sebagai “... penyelidikan terhadap saling-hubungan antara teknologi dan kebudayaan dan ekspresi saling-hubungan tersebut dalam pola-pola kehidupan sosial, struktur ekonomi, politik, seni, sastra, dan budaya populer”. Berdasarkan definisi ini, pemahaman atas saling-hubungan (saling bergantung, *interdependent*, atau *feedback*) antara teknologi dan kebudayaan perlu diuraikan dengan sangat jelas (*clear* dan *distinct*). Melalui pemahaman inilah ekspresi (implikasi) saling-hubungan tersebut dalam pola-pola kehidupan sosial, struktur ekonomi, politik, seni, sastra, dan budaya populer dapat dikenali dengan lebih baik. Program Magister Teknokultur seharusnya dapat menyediakan layanan pendidikan yang unggul (*excellent*) untuk pengembangan kemampuan pemahaman tersebut.

Artikel ini bermaksud menyampaikan suatu gagasan awal tentang materi-materi mata kuliah yang perlu ditawarkan dalam Prodi Magister Teknokultur agar dapat mewujudkan pemahaman seperti yang diuraikan di atas. Terlebih dahulu akan diuraikan pengertian tentang sains, teknologi, dan budaya. Dalam uraian ini diperlihatkan adanya saling-hubungan antara ketiganya. Selain itu, disampaikan pula adanya dua aspek fenomena yaitu struktur (*structure*) dan perilaku (*behavior*) karena perilaku suatu fenomena ditentukan oleh strukturnya. Struktur suatu fenomena teknokultur dibentuk oleh struktur pembuatan keputusan dan struktur fisik; dalam hal ini budaya memainkan peran penting dalam struktur pembuatan

keputusan. Berdasarkan uraian ini, disampaikan suatu pemahaman tentang budaya dalam proses belajar. Dalam proses belajar inilah dijumpai adanya suatu model mental yang menjadikan budaya sebagai bagian terpenting dalam suatu model mental. Budaya dalam model mental ini membentuk kaidah-kaidah yang digunakan dalam proses pembuatan keputusan. Keputusan-keputusan yang dibuat berdasarkan model mental memiliki banyak kekurangan (ketidaklengkapan) dalam kemampuannya menjelaskan perilaku kompleksitas dinamis yang dapat dimiliki oleh suatu fenomena teknokultur. Diperlukan suatu model eksplisit untuk menanggulangi kekurangan ini agar proses belajar menjadi efektif. Selanjutnya, akan diuraikan suatu pendekatan (paradigma) berpikir sistem (*systems thinking*) untuk dapat memaknai konsep (*nature*) saling-hubungan dalam suatu fenomena teknokultur berkaitan dengan perilaku kompleksitas dinamis tersebut. Terakhir, sebagai suatu perwujudan operasional paradigma berpikir sistem; akan dijelaskan metodologi dinamika sistem sebagai suatu metodologi pemodelan yang dapat dipertimbangkan untuk ditawarkan di Prodi Magister Teknokultur ITB.

### **Sains, Teknologi, dan Budaya**

Sains (*science*), teknologi (*technology*), dan budaya adalah istilah-istilah (*terms*) yang mempunyai banyak pengertian dan dapat dijumpai dalam berbagai literatur. Dalam artikel ini, pemaknaan ketiga istilah tersebut diambil dari buku yang ditulis Sasmojo pada 2004. Pada waktu itu buku tersebut merupakan buku rujukan mata kuliah wajib Sains, Teknologi, Masyarakat dan Pembangunan yang ditawarkan di

Program Magister Studi Pembangunan ITB. Dipilihnya pemaknaan sains, teknologi, dan budaya yang dikemukakan oleh Sasmojo (2004) dilakukan dengan pertimbangan bahwa pemaknaan ini dapat digunakan relatif mudah untuk menjelaskan saling-bergantungnya ketiga istilah tersebut.

Sasmojo (2004) memaknai *ilmu* atau *pengetahuan* sebagai suatu himpunan informasi yang terbentuk dalam upaya manusia untuk mengetahui alam lingkungan dan tatanan kehidupannya, maupun dalam upaya untuk menciptakan sistem-sistem yang dibutuhkan. Bagian dari himpunan informasi tentang *ilmu* atau *pengetahuan* yang bersifat **deskriptif** dengan memberikan gambaran dan penjelasan sistem-sistem yang ada, baik sistem fisik alamiah maupun sistem sosial, dikategorikan sebagai **sains (science)**. Bila arah perhatian tertuju kepada sistem fisik alamiah, hal itu disebut ilmu pengetahuan alam (*natural sciences*), sedangkan bila arah perhatian tertuju kepada sistem sosial disebut ilmu pengetahuan sosial (*social sciences*). Bagian dari himpunan informasi tentang *ilmu* atau *pengetahuan* yang bersifat **preskriptif**, yaitu memberikan petunjuk atau resep untuk membentuk, menciptakan, ataupun cara mengoperasikan suatu sistem, hal itu disebut **teknologi**. Dengan cara pandang seperti ini, Sasmojo (2004) memaknai *budaya suatu masyarakat* sebagai himpunan informasi yang menjadi milik semua anggota masyarakat penganut budaya tersebut dan menjadi rujukan dalam segala tindakan dan pola laku anggota masyarakatnya sehingga menjadi himpunan informasi yang terjangkau bagi semua anggota masyarakat tersebut.

Sesuatu (alam lingkungan, tata kehidupan manusia, atau sistem-sistem)

yang ingin diketahui atau diciptakan oleh manusia disebut sebagai suatu fenomena. Secara hakiki, suatu fenomena menyangkut dua aspek, yaitu (1) **struktur (structure)** dan (2) **perilaku (behavior)**. Struktur suatu fenomena dibentuk oleh sejumlah elemen dan hubungan pengaruh antarunsur pembentuk fenomena tersebut. Unsur-unsur suatu fenomena dapat berupa benda maupun proses atau kejadian (Sasmojo, 2004), sedangkan perilaku suatu fenomena adalah perubahan unsur-unsur tersebut dalam suatu periode waktu tertentu baik sebagai variabel kuantitatif maupun variabel kualitatif. Secara mendasar, struktur itulah yang bertanggung jawab menyebabkan terjadinya perilaku suatu fenomena.

Ada dua macam struktur, yaitu struktur fisik (*physical structure*) dan struktur pembuatan keputusan (*decision making structure*) aktor-aktor dalam suatu fenomena. Keberadaan unsur dan keterkaitan antarunsur tersebut dalam struktur fisik ditentukan berdasarkan hukum alam (*physical law*), sedangkan keberadaan unsur dan keterkaitan antarunsur tersebut dalam struktur pembuatan keputusan ditentukan berdasarkan kerangka kerja (*framework*) proses pembuatan keputusan. Kerangka kerja proses pembuatan keputusan oleh seorang (atau sekelompok orang) pengambil keputusan (aktor) akan melibatkan sejumlah **basis informasi (information basis)**, **kaidah pembuatan keputusan (decision making rule)**, dan **keputusan (aksi atau action)** itu sendiri. Dalam hal ini, suatu keputusan adalah hasil pengonversian (pengalihan atau transformasi) sejumlah informasi dengan menggunakan kaidah keputusan menjadi suatu aksi atau tindakan. Berdasarkan prinsip ini, struktur suatu fenomena

sosial (fenomena yang berfokus terutama pada keputusan-keputusan yang dibuat oleh aktor-aktor pembuat keputusan) terdiri atas struktur fisik dan struktur pembuatan keputusan yang saling terkait di antara keduanya. Keberadaan struktur keputusan ini dapat diperoleh dari teori-teori, dalil, korelasi, hipotesis, model, dan *conjecture* (Sasmojo, 2004). Selain itu, keberadaan struktur keputusan itu dapat diperoleh (dilacak, diinvestigasi) melalui survei atau observasi langsung terhadap fenomena sosial (yang menjadi fokus perhatian) di dunia nyata.

Telah dikemukakan sebelumnya bahwa ilmu atau pengetahuan yang tergolong sebagai *science* terkait erat dengan upaya untuk memahami struktur fenomena yang dijumpai dalam kehidupan. Upaya semacam itu disebut sebagai upaya ilmiah. Upaya ini dilakukan oleh suatu masyarakat bila dalam tatanan nilai budayanya upaya untuk memahami struktur fenomena yang dijumpai dalam kehidupan dipandang penting sehingga menjadi upaya yang berharga ataupun dihargai.

Selanjutnya, Sasmojo (2004) menyatakan jika dalam budaya masyarakat dijumpai informasi yang mengarahkan masyarakat untuk lebih intensif mengupayakan kejelasan fenomena yang dilihat, dialami, atau dirasakan, intensitas upaya semacam itu dalam kehidupan masyarakat tersebut akan tinggi sehingga budayanya akan diperkaya dengan informasi ilmiah. Hal ini akan terungkap pada pola-laku masyarakatnya. Selanjutnya, jika intensitas pengupayaan untuk menghasilkan penjelasan fenomena-fenomena yang dijumpai semakin tinggi, tingkat budaya ilmiah masyarakat tersebut semakin tinggi. Dengan

perkataan lain, kadar informasi ilmiah dalam himpunan informasi yang menjadi budayanya semakin tinggi pula. Uraian yang disampaikan Sasmojo (2004) ini dengan sangat apik menjelaskan adanya saling-hubungan (saling-bergantung) antara budaya dan sains.

Sementara itu, upaya teknologis, yaitu upaya-upaya untuk menciptakan sistem-sistem memerlukan pemahaman akan sistem yang telah ada karena sistem ciptaan orang (anggota masyarakat) hanya dapat dibentuk dengan mengubah atau menyintesis struktur sistem yang telah ada. Oleh karena itu, hasil upaya ilmiah sangat penting dalam menyediakan basis informasi bagi upaya teknologis. Dengan demikian, uraian ini menunjukkan tingkat kemampuan teknologis suatu masyarakat sangat kuat dipengaruhi oleh intensitas upaya ilmiah yang dilakukan masyarakat tersebut karena tingkat upaya ilmiah sangat dipengaruhi oleh tata nilai budaya yang dianut.

Selanjutnya, Sasmojo (2004) mengingatkan bahwa suatu masyarakat dengan budaya ilmiah yang tinggi belum tentu memiliki kemampuan berteknologi yang tinggi. Namun, jika dalam budayanya terkandung juga informasi yang mengarahkan masyarakat untuk lebih intensif mengupayakan kegunaan pengetahuan untuk menghasilkan informasi preskriptif guna penciptaan sistem-sistem, kadar budaya teknologi masyarakat tersebut meningkat dan berkembang. Uraian ini beserta dengan uraian-uraian sebelumnya telah memperjelas adanya suatu pola keterkaitan saling-bergantung (saling-hubungan) antara ilmu pengetahuan (sains, teknologi, dan budaya).

### Budaya dalam Proses Belajar

Pemahaman akan adanya pola keterkaitan saling-bergantung antara sains, teknologi, dan budaya diperoleh melalui suatu uraian tentang adanya upaya-upaya ilmiah masyarakat untuk mendapatkan pemahaman yang sangat jelas akan struktur fenomena yang dilihat, dialami, atau dirasakannya. Dalam konteks “teknokultur” yang diuraikan terdahulu, pemahaman akan keterkaitan ini belum lengkap jika belum mampu memberikan kejelasan akan adanya ekspresi (implikasi) saling-hubungan tersebut dalam pola kehidupan sosial, struktur ekonomi, politik, seni, sastra, dan budaya populer.

Pemahaman akan struktur fenomena yang sangat jelas tersebut (yang dicirikan dengan pemahaman pada tingkat kepercayaan yang relatif tinggi), dalam konteks ekspresi di atas; pada akhirnya harus mampu menjawab pertanyaan terhadap suatu fenomena yang menggunakan kata tanya “**mengapa**” (*why*) dan “**bagaimana**” (*how*). Sebagai contoh, pertanyaan yang dapat diajukan terhadap dinamika perekonomian Indonesia: **mengapa** perekonomian Indonesia sangat dipengaruhi oleh “gangguan-gangguan” dari luar (kebijakan-kebijakan ekonomi di Cina dan di Amerika, misalnya) dan **bagaimana** agar perekonomian Indonesia tidak dipengaruhi oleh gangguan tersebut. Untuk mendapatkan pemahaman dengan kemampuan tersebut, pemahaman tentang keberadaan budaya dalam suatu proses belajar (*learning process*) perlu dibangun terlebih dahulu.

Dalam Schon (1992), John Dewey menjelaskan bahwa belajar (*learning*) adalah suatu siklus berulang dari rekaan (ciptaan atau *invention*), observasi (*observation*), refleksi (*reflection*), dan

aksi (*action*). Dengan perkataan lain, belajar adalah suatu proses umpan-balik (*feedback process*). Kita membuat keputusan (aksi) yang mengubah dunia nyata (*real world*) atau lingkungan di sekitar kita) dan mengumpulkan umpan-balik informasi (*information feedback*) tentang dunia nyata tersebut. Dengan menggunakan informasi yang baru tersebut, kita merevisi pemahaman tentang dunia nyata dan keputusan yang kita buat untuk membawa persepsi kita terhadap keadaan sistem itu mendekati tujuan-tujuan yang kita tetapkan. Umpan-balik informasi dari dunia nyata kepada kita (pembuat keputusan) mencakup semua bentuk informasi, baik kuantitatif maupun kualitatif (Sternman, 2004).

Suatu keputusan (*decision*) atau aksi (*action*) dibuat untuk mengubah status (keadaan) sistem (*system state* atau *actual state*) agar berubah (bergerak) pada keadaan yang diinginkan (*desired state*). Kerangka kerja (*framework*) suatu proses pembuatan keputusan melibatkan sejumlah basis informasi (*actual state*, *desired state*, dan informasi lainnya) yang dikonversikan (ditransformasikan atau dialihkan) menjadi suatu keputusan menggunakan strategi, struktur, dan kaidah pembuatan keputusan (*decision making rule* atau *cultural norms*). Ketiga hal ini, pada prinsipnya, ditentukan oleh model mental kita. Model mental adalah asumsi-asumsi, generalisasi-generalisasi, atau bahkan gambaran-gambaran atau imajinasi-imajinasi yang melekat sangat dalam dan tersimpan dalam benak kita sebagai ingatan (*memory*). Asumsi tersebut memengaruhi cara kita memahami dunia nyata dan membuat (mengambil) keputusan (aksi) (Senge, 1990). Dihubungkan dengan hakikat suatu fenomena (dunia nyata atau *real world*) yang diuraikan terdahulu, model

mental adalah suatu gambaran (deskripsi) struktur sebuah fenomena (unsur pembentuk fenomena dan keterkaitan antarunsur tersebut) yang tersimpan dalam benak seseorang. Proses belajar dalam konteks kerangka kerja proses pembuatan keputusan ini disebut *single-loop learning* (Sterman, 2004).

Dalam proses belajar selanjutnya, umpan-balik informasi dari dunia nyata dapat juga menstimulasi perubahan-perubahan dalam model mental. Proses belajar lanjutan ini melibatkan pemahaman terhadap dunia nyata yang baru atau penyusunan ulang (*reframing*) suatu situasi dan mengarahkan pada tujuan yang baru dan kaidah-kaidah keputusan yang baru. Proses belajar tersebut dikenal sebagai *double-loop learning* (Sterman, 2004).

Suatu keputusan (*decision*) atau suatu aksi (*action*) dapat diartikan sebagai suatu tindakan. Berdasarkan kerangka kerja pembuatan keputusan di atas (dalam konteks proses belajar), pemaknaan budaya sebagai suatu himpunan informasi yang dijadikan rujukan dalam segala tindakan dan pola laku semua anggota masyarakat yang menganut budaya tersebut mempunyai implikasi bahwa himpunan informasi itu mengandung (berisi) sejumlah basis informasi dan kaidah pembuatan keputusan bagi si pembuat keputusan. Himpunan informasi tersebut terdapat dalam model mental si pembuat keputusan (anggota masyarakat) yang menganut budaya itu. Keputusan-keputusan yang dibuat berdasarkan model mental ini (budaya), menurut Sterman (2004) memiliki banyak *impediments* (rintangan atau halangan) yang berakibat rendahnya kualitas keputusan yang dibuat (*implementation failure, game playing, inconsistency, performane is goal*).

Kekurangan (ketidaklengkapan) model mental dalam proses pembuatan keputusan di atas terjadi karena tidak memadainya deskripsi struktur dunia nyata dalam benak kita. Deskripsi struktur yang tidak memadai ini, menurut Sterman (2004), disebabkan oleh proses pemodelan yang sangat dipengaruhi oleh *misperception of feedback, unscientific reasoning, judgment biases, dan defensive routines*. Hal-hal yang bernuansa negatif ini dimunculkan oleh kualitas umpan-balik informasi dari dunia nyata yang diperoleh si pembuat keputusan, seperti *selective perception, missing feed-back, delay, bias, distortion, error, dan ambiguity*. Sementara itu, sifat-sifat dasar (*nature*) suatu fenomena (dunia nyata) adalah banyak strukturnya yang belum dikenali, berkarakter *dynamic complexity* (kompleksitas dinamis), memiliki banyak *time delay*, dan tidak mungkin melakukan bermacam eksperimen secara langsung.

Kompleksitas dinamis dicirikan oleh adanya keputusan yang dapat menghasilkan dinamika sesuai dengan keinginan dalam jangka pendek saja. Dalam jangka panjang, keputusan tersebut menghasilkan perilaku yang tidak diinginkan (tidak baik) atau sebaliknya menghasilkan perilaku yang tidak baik dalam jangka pendeknya tetapi baik dalam jangka panjangnya (*tradeoffs in time, short-term versus long-term*). Ciri yang kedua adalah adanya suatu keputusan yang dapat memperbaiki perilaku suatu sektor tertentu sesuai dengan tujuannya, tetapi keputusan itu memperburuk perilaku sektor yang lainnya (*sectoral tradeoffs*). Peta-peta kognitif (*cognitive maps*) yang dihasilkan oleh model mental yang tidak lengkap ini, dalam bentuk strategi, struktur, dan kaidah-kaidah keputusan

(*decision rules*), pada akhirnya tidak dapat menyimpulkan dengan benar dinamika suatu fenomena.

Lebih lanjut, kelemahan utama model mental berdasarkan pendapat Forrester (1971) adalah bahwa konsekuensi dinamisnya tidak dapat disimulasikan secara mental (menggunakan pikiran). Lebih lanjut, Forrester (1994:60) menjelaskan adanya keterbatasan model mental sebagai berikut.

*“The number of variables people can in fact properly relate to one another is very limited. The intuitive judgment of even a skilled investigator is quite unreliable in anticipating the dynamic behavior of a simple information-feedback system of perhaps five or six variables”.*

Untuk menanggulangi kekurangan proses belajar *double-loop learning* di atas, selanjutnya Sterman (2004) menggagas suatu ide agar proses belajar tersebut dilengkapi dengan suatu model eksplisit (*virtual world*) yang akan membuat proses belajar menjadi sangat ideal (*idealized learning process*). Model eksplisit adalah abstraksi (gambaran) struktur suatu fenomena (dunia nyata) yang diungkapkan menggunakan bentuk-bentuk media yang dapat dikomunikasikan (model matematika, model komputer, dan lain sebagainya) (Sasmojo, 2004). Suatu model eksplisit dibentuk oleh struktur fenomena (dunia nyata) yang sudah dikenali (batas-batasnya diketahui), tingkat kompleksitasnya bervariasi, dan berbagai eksperimen dapat dilakukan langsung menggunakan model eksplisit tersebut. Proses belajar *double-loop learning* yang dilengkapi model eksplisit ini akan membuat proses belajar menjadi efektif. Belajar yang efektif (*effective learning*) akan melibatkan eksperimentasi berkelanjutan meng-

gunakan model eksplisit (*virtual world*) dan dunia nyatanya (*real world*). Umpan balik informasi yang diperoleh dari kedua eksperimen ini akan memberikan masukan untuk pengembangan model mental (budaya), model eksplisitnya (*formal model*), dan perancangan eksperimen untuk literasi selanjutnya. Dengan adanya eksperimentasi ini, kualitas keputusan yang dihasilkan akan menjadi lebih baik (*perfect implementation, consistent incentives, consistent application of decision rules, learning can be goal*). Selain itu, kekurangan model mental setidaknya dapat diimbangi dengan adanya hal-hal positif, yaitu *mapping of feedback structure; disciplined application of scientific reasoning; dan discussability of group process, defensive behavior*. Hal-hal ini terbentuk karena kualitas umpan-balik informasi yang diperoleh dari model eksplisit (*virtual world*) lebih lengkap, akurat, dan langsung (*immediate feedback*). Peta-peta kognitif (*cognitive maps*) yang dihasilkan melalui simulasi dengan komputer menggunakan model eksplisit tersebut, pada akhirnya dapat menyimpulkan dinamika suatu fenomena dengan benar.

Pemahaman terhadap suatu fenomena yang diperoleh dari proses belajar yang efektif (melalui proses simulasi model eksplisit suatu fenomena menggunakan komputer), dengan berfokus pada peran budaya (model mental) dalam suatu proses pembuatan keputusan, pada akhirnya pemahaman itu haruslah mempunyai kemampuan untuk menjawab pertanyaan terhadap suatu fenomena yang menggunakan kata tanya “**mengapa**” (*why*) dan “**bagaimana**” (*how*). Dalam konteks “teknokultur”, pemahaman ini akan mampu menjelaskan adanya ekspresi (implikasi) saling-hubungan antara

teknologi dan kebudayaan dalam pola-pola kehidupan sosial, struktur ekonomi, politik, seni, sastra, dan budaya populer. [Pernyataan bahwa tingkat urbanisasi tahun 1980 mencapai angka 22 persen, artinya 22 orang dari 100 berdiam di perkotaan dan akan mencapai 33 persen pada tahun 2000, dinilai tidak cukup kalau tak diikuti dengan penjelasan **mengapa** dan **bagaimana** bisa mencapai angka itu, serta akibat apa yang akan muncul. Begitu pula... **Emil Salim**, harian "*Kompas*", 12 Januari 1988].

Hal yang menjadi masalah adalah metodologi pemodelan seperti apakah yang dapat membangun model eksplisit suatu fenomena dengan memiliki kemampuan seperti di atas? Dalam wacana pemodelan, dikenal adanya dua macam orientasi pemodelan yang berimplikasi terhadap kemunculan beragam metodologi pemodelan. Pemodelan yang pertama berorientasi pada prediksi titik (*point prediction*) yang dikenal pula sebagai pemodelan yang berorientasi produk (*product oriented*). Dalam pemodelan berorientasi produk, pertanyaan yang diajukan terhadap suatu fenomena lebih berfokus pada pertanyaan yang menggunakan kata tanya "**berapa**" (*how many, how much*). Sebagai contoh, berapakah laju pertumbuhan ekonomi rata-rata yang dapat dicapai Indonesia dalam kurun waktu 2015-2020 mendatang? Pemodelan yang kedua berorientasi pada prediksi perilaku (*behavior prediction*) suatu fenomena, dikenal pula sebagai pemodelan yang berorientasi proses (*process oriented*). Dalam pemodelan berorientasi proses, pertanyaan yang diajukan terhadap suatu fenomena lebih berfokus pada pertanyaan yang menggunakan kata tanya "**mengapa**" (*why*) dan dilanjutkan dengan pertanyaan yang menggunakan

kata tanya "**bagaimana**" (*how*). Sebagai contoh, mengapa akhir-akhir ini laju pertumbuhan ekonomi Indonesia melamban? Bagaimana cara yang harus dilakukan agar pada tahun-tahun mendatang laju pertumbuhan ekonomi Indonesia meningkat kembali?

Pemodelan yang berorientasi proses inilah yang berkemampuan sangat besar untuk menjelaskan fenomena yang berperilaku kompleksitas dinamis seperti yang dapat dimiliki oleh suatu fenomena teknokultur. Perilaku kompleksitas dinamis ini terutama disebabkan oleh keberadaan struktur fenomena yang dibentuk oleh unsur-unsur yang saling bergantung (*interdependent* atau *feedback*) dan adanya hubungan yang tidak linier antarunsur pembentuk tersebut (Stermann, 2004).

Pemodelan yang berorientasi proses, menurut Randers (1980), bertujuan untuk meningkatkan pemahaman akan suatu fenomena dan memperlihatkan konsekuensi-konsekuensi umum dari adanya pilihan yang tersedia pada suatu titik keputusan dalam suatu fenomena. Merujuk uraian-uraian tentang kemampuan (dalam konteks teknokultur) yang perlu dimiliki, pernyataan Randers (1980), serta dikaitkan dengan kompetensi lulusan Program Magister Teknokultur yang ingin dicapai, mata kuliah pemodelan yang berorientasi proses inilah yang seharusnya penting untuk dipertimbangkan dan ditawarkan oleh Program Magister Teknokultur. Mata kuliah ini diharapkan menjadi suatu ciri yang unik dari Program Magister Teknokultur ITB. Perlu dicatat selanjutnya, menurut Randers (1980), suatu prosedur pemodelan (metodologi pemodelan) akan berbeda mengikuti tujuan pemodelan yang ingin dipenuhinya. Dengan kata lain, suatu

metodologi pemodelan yang cukup memadai untuk menjawab pertanyaan “berapa” (berorientasi produk) boleh jadi kurang bahkan tidak memadai untuk menjawab pertanyaan “mengapa” (berorientasi proses). Sebaliknya, suatu metodologi pemodelan yang cukup memadai untuk menjawab pertanyaan “mengapa” dan “bagaimana” akan dapat pula digunakan untuk menjawab pertanyaan “berapa”. Salah satu metodologi pemodelan yang berorientasi proses adalah metodologi dinamika sistem (*system dynamics methodology*) yang berbasiskan paradigma berpikir sistem (*systems thinking*).

### Metodologi Dinamika Sistem (*System Dynamics*)

Metodologi dinamika sistem merupakan suatu perwujudan operasional paradigma berpikir sistem. Dalam pendekatan berpikir sistem (*systems thinking*) dikenal adanya suatu paradigma yang menyatakan bahwa suatu perubahan (perilaku atau dinamika) dimunculkan oleh suatu struktur yang setiap unsur pembentuknya saling-bergantung (*interdependent*). Dalam keterkaitan antarunsur-unsur pembentuk ini dapat terjadi bias, distorsi, kelambatan (*delay*), penguatan, atau peredaman. Hubungan yang terjadi antarunsur-unsur itu dapat linier maupun nonlinier. Struktur fenomena sosial (bisnis) akan terdiri atas *struktur fisik* dan *struktur pembuatan keputusan* (oleh aktor-aktor dalam sistem) yang saling berinteraksi. Struktur fisik dibentuk oleh akumulasi (stok) dan jaringan aliran orang, barang, energi, dan bahan. Struktur pembuatan keputusan dibentuk oleh akumulasi dan jaringan aliran informasi yang digunakan oleh aktor-aktor (manusia) dalam sistem

yang menggambarkan kaidah-kaidah proses pembuatan keputusannya.

Unsur-unsur struktur suatu fenomena yang saling bergantung tersebut membentuk suatu lingkaran tertutup (*closed-loop* atau *feedback loop*). Hubungan unsur-unsur yang saling bergantung itu merupakan hubungan sebab-akibat umpan-balik dan bukan hubungan sebab-akibat searah (Senge, 1990). Lingkaran umpan-balik ini merupakan blok pembangun (*building block*) model yang utama. Konsep ini telah melekat dalam sebagian besar dasar-dasar ilmu sosial dan teori sistem (Richardson, 1991).

Esensi *systems thinking* menurut Senge (1990) adalah

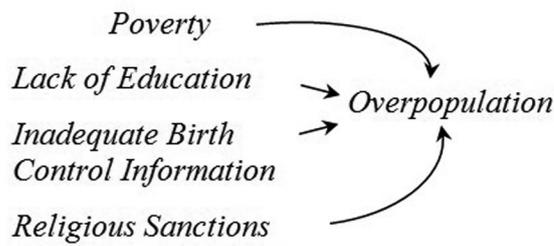
- (1) melihat hubungan saling-bergantung (dipengaruhi dan dapat mempengaruhi atau *umpan-balik*), **bukan** hubungan sebab-akibat searah; dan
- (2) melihat adanya proses-proses perubahan (proses yang berlanjut, *ongoing processes*), **bukan** potret-potret sesaat.

Kebalikan *systems thinking* adalah *laundry list thinking* (Richmond, 1993) yang dicontohkan seperti melihat persoalan *overpopulation* berikut (Gambar 1). Persoalan *overpopulation* dilihat menggunakan paradigma *systems thinking* dilukiskan oleh Gambar 2.

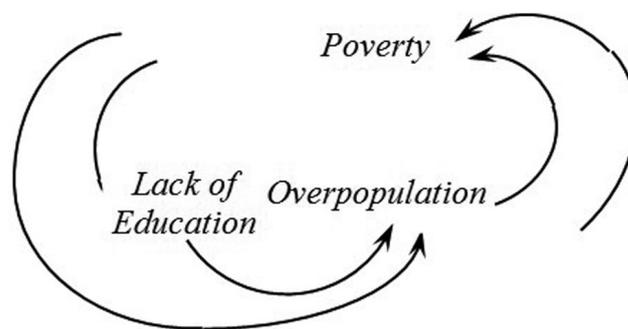
Terlihat dengan jelas, menggunakan contoh di atas, *laundry list thinking* **sangat berlawanan** dengan *systems thinking*.

Dalam situs *system dynamics society* (<http://www.systemdynamics.org>), *system dynamics* didefinisikan:

*“System dynamics is a methodology for studying and managing complex feedback systems, such as one finds*



Gambar 1 Model *overpopulation, laundry list thinking*



Gambar 2 Model *overpopulation, feedback loop*

*in business and other social systems. In fact it has been used to address practically every sort of feedback system. While the word system has been applied to all sorts of situations, feedback is the differentiating descriptor here. Feedback refers to the situation of X affecting Y and Y in turn affecting X perhaps through a chain of causes and effects. One cannot study the link between X and Y and, independently, the link between Y and X and predict how the system will behave. Only the study of the whole system as a feedback system will lead to correct results."*

System dynamics adalah suatu metodologi untuk mempelajari dan

mengelola sistem-sistem umpan-balik yang kompleks, seperti seseorang mengenalnya dalam bisnis dan sistem-sistem sosial lainnya. Kata sistem telah diaplikasikan pada semua jenis situasi, sedangkan kata umpan-balik di sini merupakan alat untuk mendeskripsikan suatu proses penurunan (pendiferensian). Umpan-balik menyatakan suatu situasi X memengaruhi Y dan pada gilirannya Y memengaruhi X yang mungkin melalui serangkaian hubungan sebab-akibat. Seseorang **tidak dapat** mempelajari hubungan antara X dan Y dan, secara terpisah, hubungan antara Y dan X untuk memprediksi cara sistem itu berperilaku. Pemahaman yang benar terhadap sistem dapat diperoleh dengan melihat hubungan saling-bergantung secara keseluruhan dan tidak dipisah-pisahkan.

Apa bedanya pendekatan *system dynamics* dengan pendekatan sistem yang lainnya? Hal ini dijawab oleh MIT (Massachusetts Institute of Technology-USA) *System Dynamics Group* di [http://web.mit.edu/sdg/www/what\\_is\\_sd.html](http://web.mit.edu/sdg/www/what_is_sd.html).

*“What makes using system dynamics different from other approaches to studying complex systems is the use of feedback loops. Stocks and flows help describe how a system is connected by feed-back loops which create the nonlinearity found so frequently in modern day problems. Computers software is used to simulate a system dynamics model of the situation being studied. Running “what if” simulations to test certain policies on such a model can greatly aid in understanding how the system changes over time.”*

Hal yang paling khas dari *system dynamics* dibandingkan dengan pendekatan lainnya dalam memahami sistem yang kompleks adalah *feedback loop* (lingkar umpan-balik). Dalam pemahaman selanjutnya, *feedback loop* itu dinyatakan dalam konsep *stock* (stok) dan *flow* (aliran). Konsep stok dan aliran ini menerangkan bahwa komponen sistem ada yang bersifat akumulasi yaitu *stock* dan ada juga yang bersifat mengalir, yaitu *flow*. Dengan konsep stok dan aliran ini, konsep *feedback* dalam suatu sistem akan dapat dimengerti dan disimulasikan. Dengan konsep stok ini juga akan muncul konsep *delay* (kelambatan) dan *nonlinearity* (ketidaklinieran). Konsep *feedback*, *stock and flow*, *delay*, dan *nonlinearity* merupakan dasar pikiran (*premise*) untuk mengenali pola keterkaitan

antarkomponen suatu fenomena dalam pemodelan *system dynamics*.

Sebagai salah satu pendekatan dalam pemodelan kebijakan (keputusan), metodologi *system dynamics* berhubungan erat dengan pertanyaan tentang tendensi dinamik sistem-sistem yang kompleks, yaitu pola-pola perilaku yang dibangkitkan oleh sistem itu dengan bertambahnya waktu. Penggunaan metodologi *system dynamics* lebih ditekankan kepada tujuan pening-katan pemahaman kita tentang bagaimana perilaku muncul dari struktur kebijakan (keputusan) dalam sistem itu. Pemahaman ini sangat penting dalam perancangan kebijakan (keputusan) yang efektif.

Proses pembuatan kebijakan (keputusan) menyangkut fenomena-fenomena yang dinamis. Suatu fenomena dinamis dimunculkan oleh adanya struktur fisik dan struktur pembuatan keputusan yang saling berinteraksi. Struktur fisik dibentuk oleh akumulasi (stok) dan jaringan aliran orang, barang, energi, dan bahan. Adapun struktur pembuatan keputusan dibentuk oleh akumulasi (stok) dan jaringan aliran informasi yang digunakan oleh aktor-aktor (manusia) dalam sistem yang menggambarkan kaidah-kaidah proses pembuatan keputusannya.

Asumsi utama dalam paradigma *system dynamics* adalah bahwa struktur fenomena di atas merupakan suatu kumpulan (*assembly*) dari struktur-struktur kausal yang melingkar dan tertutup (*causal loop* atau *feedback loop structure*). Keberadaan struktur ini merupakan suatu konsekuensi logis adanya kendala-kendala fisik dan tujuan-tujuan sosial, penghargaan (pujian), dan tekanan yang menyebabkan manusia bertingkah laku dan secara kumulatif

membangkitkan tendensi-tendensi dinamik yang dominan dari sistem secara keseluruhan.

Metodologi *system dynamics* telah berkembang sejak dekade 50-an. Sistem ini pertama kali dikembangkan oleh Jay W. Forrester ketika kelompoknya melakukan riset di MIT dengan mencoba mengembangkan manajemen industri guna mendesain dan mengendalikan sistem industri. Mereka mencoba mengembangkan metode manajemen untuk perencanaan industri jangka panjang yang kemudian diterbitkan dalam bentuk buku pada tahun 1961 dengan judul *Industrial Dynamics*. Selanjutnya, dengan menggunakan metodologi yang sama Forrester berupaya menjelaskan perkembangan kota yang dipublikasikan dalam buku "*Urban Dynamics*" (1969). Pada perkembangannya, metodologi ini telah diterapkan di dalam analisis pada sejumlah persoalan ekonomi dan sosial yang menarik dan penting. Salah satu yang paling banyak dipublikasikan adalah model yang dikembangkan oleh Dennis Meadows dan *Club of Rome* dalam bukunya *The Limits to Growth*. Berbagai model telah dikembangkan dengan *system dynamics* guna mempelajari berbagai permasalahan yang beragam, seperti manajemen proyek, pasukan perdamaian PBB, penemuan gas bumi (alam), pertumbuhan suatu bisnis, dan perencanaan ekonomi nasional

Sejalan dengan perkembangan kebutuhan pemodelan dengan *system dynamics*, dikembangkan pula berbagai *software* sebagai alat bantu (*tools*) sehingga penggunaan metodologi *system dynamics*, sebagai salah satu teknik pemodelan, menjadi lebih efisien. Saat ini berkembang *software* yang bukan hanya memudahkan pemakai untuk membangun model, melainkan juga

untuk melakukan simulasi dan berbagai uji sensitivitas model. *Software* alat bantu *system dynamics* yang tersedia di pasaran antara lain *Dynamo*, *Vensim*, *Powersim*, *ithink*, dan *Stella*.

## PENUTUP

Unsur-unsur pembentuk suatu fenomena dalam konteks teknokultur mempunyai karakteristik alamiah (*nature*) saling bergantung (*saling-hubungan*, *interdependent*, umpan-balik, atau *feedback*) satu dengan yang lainnya. Selain teknologi dan kultur saling membentuk dan memberikan pengaruh satu sama lain, suatu fenomena teknologis maupun fenomena kultur dibentuk pula oleh sejumlah unsur yang saling bergantung. Lulusan Program Studi Magister Teknokultur yang diharapkan mempunyai kemampuan memahami siklus pengembangan teknologi baru yang terintegrasi dan menciptakan suatu kebudayaan baru yang mendorong terciptanya teknologi lain yang lebih baru, seharusnya, dapat memahami dengan benar (*clear* dan *distinct*) makna karakteristik alamiah tersebut dalam kaitannya dengan dinamika (*behavior* atau perilaku) yang dapat dimunculkan (ekspresinya dalam pola-pola kehidupan sosial, struktur ekonomi, politik, seni, sastra dan budaya populer). Berdasarkan pemahaman yang benar ini, tentunya seorang lulusan Prodi Magister Teknokultur mampu mengembangkan keunggulan budaya serta teknologi yang berbasis keindonesiaan dan pada gilirannya mampu menerapkan keahlian teknokultur yang dimilikinya untuk mewujudkan Indonesia dan dunia ke arah yang lebih baik.

Perwujudan penerapan keahlian teknokultur oleh seorang lulusan Prodi Magister Teknokultur dapat dilihat

dari kualitas strategi dan kebijakan (keputusan-keputusan) dalam konteks budaya dan teknologi yang digagasnya. Perilaku terpenting suatu fenomena yang berkarakter umpan-balik, seperti fenomena teknokultur, adalah perilaku kompleksitas dinamis (*dynamic complexity*) seperti yang telah diuraikan terdahulu. Gagasan keputusan-keputusan yang dihasilkan oleh seorang lulusan Prodi Magister Teknokultur disebut berkualitas bila gagasannya dapat memperlihatkan perilaku kompleksitas dinamis di atas.

Untuk membuat keputusan, setiap orang, baik dalam kehidupan pribadi maupun kelembagaan, secara naluriah selalu menggunakan suatu *model*. Model yang digunakan boleh jadi hanyalah suatu model mental yang sederhana atau model eksplisit yang rumit. Model mental yang dimaksud adalah abstraksi atau persepsi tentang struktur suatu masalah dan deskripsinya masih dalam benak seseorang. Jika persepsi dalam benak diuraikan atau diekspresikan dalam suatu media yang dapat dikomunikasikan, perwujudannya disebut *model eksplisit* atau disingkat sebagai *model*. Media yang dapat digunakan itu antara lain misalnya dalam bentuk tulisan, gambar, maket, persamaan matematik, dan program komputer.

Model yang dibutuhkan oleh seorang lulusan Prodi Magister Teknokultur adalah suatu model yang mampu menghasilkan gagasan keputusan yang berperilaku kompleksitas dinamis. Salah satu metodologi pemodelan keputusan (pemodelan kebijakan) yang memiliki kemampuan seperti ini dan sedang berkembang pesat saat ini adalah *system dynamics* (dinamika sistem). Metodologi dinamika sistem merupakan suatu

perwujudan operasional paradigma berpikir sistem. Dengan demikian, paradigma berpikir sistem (*systems thinking*) dan metodologi pemodelan *system dynamics* (dinamika sistem) sepatutnya ditawarkan dalam Prodi Magister Teknokultur ITB.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Forrester, J. W. (1969). *Urban Dynamics*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Forrester, J. W. (1971). Counterintuitive Behavior of Social Systems. *Technology Review*, 73 (3), 52-68.
- Forrester, J. W. (1994). Policies, decisions, and information sources for modeling. In Morecroft (1994), pp. 51-84.
- Morecroft, J. D. W. & Sterman, J. D. (Eds.). (1994). *Modeling for Learning Organizations*. Portland, OR: Productivity Press.
- Randers, J. (Ed.). (1980). *Elements of the System Dynamics Method*. Waltham, MA: Pegasus Communications.
- Richardson, G.P. & Pugh III, A. L. (1981). *Introduction to System Dynamics Modeling with Dynamo*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press,
- Richardson, G. P. (1991). *Feedback Thought in Social Science and Systems Theory*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Richmond, B. (1993). Systems thinking: critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review*, 9 (2), 113-133.
- Sasmojo, S. (2004). *Sains, Teknologi, Masyarakat dan Pembangunan*. Program Pascasarjana Studi Pembangunan ITB.

Schon, D. (1992). The theory of inquiry: Dewey's legacy of education. *Curriculum Inquiry*, 22 (2), 119-139.

Senge, P. M. (1990). *The Fifth Discipline: the art and practice of the learning organization*. Doubleday/Currency, New York.

Shaw, D. B. (2008). *Technoculture: The Key Concept*. Oxford: Berg.

Sterman, J.D. (2004). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Mc Graw Hill.