

Modul OL 7 (Minggu 11)

Model



**PEMODELAN SISTEM
(TKT 315)**

DISUSUN OLEH
DR. IPHOV K. SRIWANA, ST., M.SI, IPM

**TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS ESA UNGGUL
JAKARTA
2019**

MODUL I PEMODELAN SISTEM MODEL

1. Kemampuan akhir yang diharapkan :

Setelah kuliah selesai mahasiswa diharapkan dapat memahami ruang lingkup model.

2. Materi Pembahasan

2.1 Definisi Model

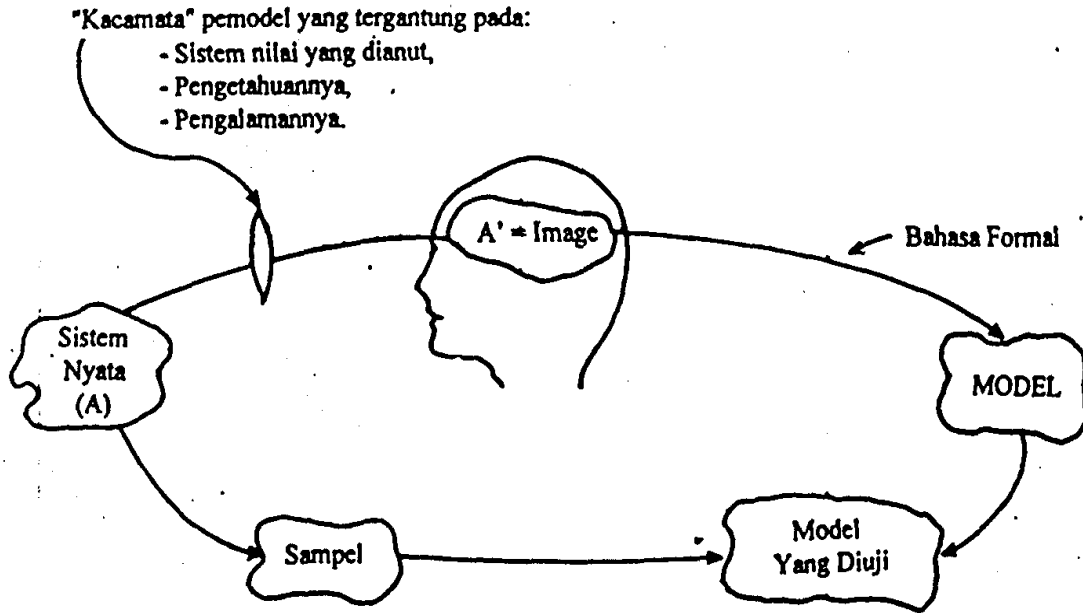
3. Definisi Model

Model adalah cara sederhana untuk memandang suatu masalah. Adapun definisi model lainnya diantaranya adalah sebagai berikut :

- *Model sebagai suatu representasi (penggambaran) atau formalisasi dalam bahasa tertentu (yang disepakati) dari suatu system nyata.*
- *Sistem nyata yaitu system yang sedang berlangsung dalam kehidupan, system yang menjadi titik perhatian dan dipermasalahkan.*
- *Pemodelan adalah proses membangun dan membentuk sebuah model dari suatu system nyata dalam bahasa formal tertentu.*
- *Model yang baik cukup hanya mengandung bagian-bagian yang perlu saja*
- *Model adalah penyederhanaan (abstraksi) dari sesuatu yang mewakili sejumlah objek atau aktivitas, yang disebut entitas (entity).*

Pada umumnya literatur tentang model sepakat untuk mendefinisikan kata “model” sebagai suatu representasi atau formulasi dalam bahasa tertentu (yang disepakati) dari suatu sistem nyata. Adapun sistem nyata adalah sistem yang berlangsung dalam kehidupan, sistem yang dijadikan titik perhatian dan yang dipermasalahkan. Dengan demikian, pemodelan adalah : “Proses membangun atau membentuk sebuah model dari suatu sistem nyata dalam bahasa formal tertentu”.

Hal ini dapat digambarkan secara skematis dalam Gambar 1.1



Gambar 1.1. Skema Proses Pemodelan

Gambar 1. Skema proses pemodelan

"Kacamata" pemodel yang tergantung pada:

- Sistem nilai yang dianut,
- Pengetahuannya,
- Pengalamannya.

Sistem nyata (A) akan dilihat dan dibaca oleh pemodel dan membentuk "image" atau gambaran tertentu di dalam pikirannya. Namun "image" ini (A') tidak persis sama dengan sistem nyata ($A \neq A'$), karena pemodel membacanya dengan menggunakan "kacamata tertentu". "Kacamata" yang dimaksud di sini adalah sudut pandang atau visi atau wawasan tentang kehidupan, yang dipengaruhi oleh tiga faktor, yakni :

- (1) Tata nilai yang diyakini/dianut oleh pemodel.
- (2) Ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh pemodel
- (3) pengalaman hidup dari pemodel.

"Image" atau citra itu sendiri adalah suatu model yang disebut model mental (pikiran atau proses berpikir manusia). Namun model ini tidak mudah untuk dikomunikasikan dengan orang lain. Untuk mempermudahnya dibutuhkan suatu alat komunikasi tertentu yang sama-sama dimengerti oleh dua atau lebih pihak yang berkomunikasi. Alat komunikasi ini umumnya berbentuk bahasa tertulis seperti uraian verbal, simbol- simbol, huruf, grafik, angka, gambar, dan sebagainya, atau berupa

wujud fisik. Semua alat komunikasi yang disebutkan tadi adalah suatu model dengan derajat yang lebih tinggi.

Model yang sudah diformalkan akan dapat diuji kesesuaiannya dengan system nyata secara ilmiah. Untuk memperkecil kesalahan pengembangan dan hasil dari model, dapat dilakukan penyesuaian-penyesuaian tertentu.

Model membantu kita memecahkan masalah yang sederhana ataupun kompleks dalam bidang manajemen dengan memperhatikan beberapa bagian atau beberapa ciri utama daripada memperhatikan semua detail sistem nyata. Model tidak mungkin berisikan semua aspek sistem nyata karena banyaknya karakteristik sistem nyata yang selalu berubah dan tidak semua faktor atau variabel relevan untuk dianalisis.

Untuk membentuk suatu model diperlukan usaha penyederhanaan dan penciutan yang kritis agar variabel relevan yang terpilih mempunyai dampak yang besar terhadap situasi keputusan yang diambil. Pemahaman konsep model ini akan kita perdalam lagi dengan meninjau definisi-definisi model yang diajukan oleh para pakar pemodelan.

Ackoff, et al. (1962) mencatat bahwa pengertian model dapat dipandang dari tiga jenis kata. ;

Sebagai kata benda, model berarti representasi (gambaran, perwakilan, atau perlambangan), misalnya miniatur pesawat terbang N-250 adalah model dari pesawat yang sebenarnya.

Model sebagai kata sifat ideal (idaman, teladan, contoh, atau cita-cita), misalnya Dermawan adalah model mahasiswa teknik masa kini.

Model sebagai kata kerja berarti memperagakan, mempertunjukkan (demonstrasi. atau memamerkan. misalnya pasangan itu memamerkan gaun pengantin budaya Sunda.

Ketiga arti model ini dipakai dalam proses pemodelan. Dalam pemodelan, model dirancang sebagai penggambaran operasi dari suatu sistem nyata secara ideal guna menjelaskan atau menunjukkan hubungan-hubungan penting yang terlibat/terkait.

Murthy, et al. (1990) menyatakan bahwa model adalah suatu representasi yang memadai dari suatu system. Model itu disebut memadai jika telah sesuai tujuan dalam pikiran analisis (pemodel). Istilah kuncinya adalah :

- (i) System
- (ii) Representasi

- (iii) Tujuan
- (iv) Memadai

Kita membicarakan pengertian representasi dan memadai. Suatu representasi dari sebuah sistem berisikan informasi yang lebih sedikit dibandingkan dengan sistem yang diwakilinya. Representasi hanya memasukkan unsur-unsur utama atau ciri-ciri kunci sistem nyata. Representasi sistem bisa berbentuk fisik atau formulasi abstrak.

Beberapa tipe representasi adalah:

- (a) Representasi Skala,
Diwakili oleh suatu skala pengurangan dengan versi tertentu yang diakui aturannya. Contohnya, model gedung dengan skala geometrik yang diuji dalam terowongan angin_ untuk memperkirakan beban angin pada gedung sebenarnya.
- (b) Representasi Piktorial atau Bergambar
Misalnya suatu peta yang menggambarkan romaan topografi dari suatu permukaan tanah atau suatu foto yang menggambarkan beberapa obyek fisik.
- (c) Representasi Verbal
Merupakan deskripsi verbal suatu system dalam suatu bahasa yang diciptakan oleh manusia, misalnya bahasa Indonesia. Contohnya deskripsi seekor gajah yang menyangkut ciri-ciri fisik seperti ukuran, warna, bentuk, dan lainnya.
- (d) Representasi Skematik
Merupakan penggambaran kembali obyek pengamatan dalam bentuk skema atau lambing-lambang. Misalnya jaringan distribusi barang konsumsi yang digambarkan dalam bentuk garis sebagai jalur, kotak sebagai kota tujuan dan segitiga sebagai gudang
- (e) Representasi Simbolik
Sistem diwakili oleh formulasi symbol-simbol. Simbol mempunyai arti yang didefinisikan dengan baik dan dapat dimanipulasikan menurut set aturan tertentu. Sedangkan memadai (*adequate*) berarti penyederhanaan yang menyangkut pemilihan variabel-variabel utama system dan membentuknya dalam suatu -model.

Dari pengertian di atas, *Murthy* menambahkan bahwa membangun model dapat dipandang sebagai proses pemilihan representasi yang tepat dan memadai dari suatu sistem nyata.

Murdick, et al. (1984) menyatakan bahwa model adalah aproksimasi atau penyimpulan (*abstraction*) dari sistem nyata yang dapat kita susun dalam berbagai bentuk.

Gordon (1978) mendefinisikan model sebagai kerangka utama informasi (*body of information*) tentang sistem yang dikumpulkan untuk mempelajari sistem tersebut. Karena tujuan mempelajari sistem akan menentukan informasi-informasi apa saja yang akan dikumpulkan dari sistem, maka tidak hanya satu model saja yang dapat dibuat menggambarkan sebuah sistem. Hal ini mengakibatkan bahwa dengan sistem yang sama dapat dihasilkan model yang berlainan oleh analis yang berbeda, karena aspek yang menarik perhatian para analis pada sistem itu berbeda-beda pula. Atau bisa saja terjadi bahwa analis yang sama akan membuat model yang berbeda untuk sistem sejenis karena pemahamannya tentang sistem yang diamati berubah.

Toha (1990) mengemukakan bahwa model adalah penampilan elemen-elemen terpenting dari persoalan sistem nyata. Kata-kata kunci pengertian ini adalah sistem yang terdiri dari semua elemen permasalahan yang dipelajari; elemen-elemen terpenting yaitu adanya proses penyederhaaan, karena jika model terlalu kompleks tidak memungkinkan memberikan pengertian padahal kegunaan model adalah untuk memahami permasalahan; penampilan yaitu dapat ditampilkan dengan berbagai cara; dan persoalan yaitu ruang lingkup masalah yang dimaksud yang tergantung pada sudut pandang tertentu. Adapun kegunaan model lainnya adalah sebagai berikut:

- Membantu berpikir, menerangkan fakta
- Untuk komunikasi/instruksi
- Untuk prediksi/penaksiran
- Untuk pengendalian
- Pengganti teori/bila teori sudah ada, sebagai koreksi terhadap teori tersebut.

Pemodelan menyangkut kemampuan untuk menampilkan persoalan dan juga metodologi untuk menganalisis persoalan. Hasil akhir pemodelan itu sendiri adalah model dan kita dapat mengatakan bahwa model adalah representasi kualitatif dan/atau kuantitatif suatu proses atau usaha yang memperlihatkan pengaruh faktor-faktomya secara signifikan dari masalah yang dihadapi. Oleh karena itu, ukuran keberhasilan pemodelan bukan dilihat dari besar dan rumitnya model, tetapi kecukupan jawab terhadap permasalahan yang ditinjau.

3.2 Beberapa Aspek Lainnya Tentang Model

Melakukan eksperimen langsung pada sistem nyata untuk memahami bagaimana perilakunya dalam beberapa kondisi adalah mungkin dilakukan. Namun pada kenyataannya, kebanyakan sistem nyata itu terlalu kompleks atau masih dalam bentuk hipotesis, sehingga tidak akan layak (terlalu mahal atau tidak praktis) atau tidak mungkin dapat dilakukan eksperimen secara langsung. Secara umum, kendala-kendala inilah yang menjadi alasan bagi analis untuk membuat model.

Alasan lain mengapa kita membuat model adalah dari pengertian bahwa model merupakan representasi yang ideal dari suatu sistem untuk menjelaskan perilaku sistem. Representasi ideal berarti hanya menampilkan elemen-elemen terpenting dari suatu persoalan sistem nyata, sehingga memungkinkan kita mengkaji dan melakukan eksperimen (atau manipulasi) suatu situasi yang rumit sampai ke tingkat keadaan tertentu yang tidak mungkin dilakukan pada sistem nyatanya.

Dengan model kita dapat menggambarkan sistem secara lebih ekonomis dibanding dengan bentuk lain. Selain itu untuk melakukan perubahan-perubahan (modifikasi) terhadap sistem akan lebih mudah dan murah bila dilakukan di atas kertas. Sifat model yang dibuat seyogyanya memiliki kegunaan, sederhana, dan mewakili persoalan.

Kegunaan model bisa dipandang dari segi akademik dan manajerial. Model dari segi akademik berguna untuk menjelaskan fenomena atau obyek-obyek. Di sini model berfungsi sebagai pengganti teori, namun bila teorinya sudah ada maka model dipakai sebagai konfirmasi atau koreksi terhadap teori tersebut. Model dari segi manajerial berfungsi sebagai alat mengambil keputusan, komunikasi, belajar, dan memecahkan masalah.

Pengetahuan tentang model dapat dilengkapi dengan beberapa aspek berikut:

1. Kriteria baik buruknya suatu model dapat diukur oleh pertanyaan-pertanyaan:
 - a. Apakah ia mengandung semua variabel yang relevan?
 - b. Apakah ia cukup sederhana, baik dalam struktur dan atau hubungan-hubungan yang ada antar variabel-variabelnya?
2. Suatu model makin bermanfaat bila:
 - a. Model memudahkan pengertian tentang sistem yang diwakilinya.
 - b. Pengetahuan tentang alternatif keputusan yang dapat diambil dan hasil keputusan itu makin banyak atau meningkat.

Jenis- jenis model adalah sebagai berikut :

1. Model Fisik

Model ini adalah penggambaran entitas dalam bentuk tiga dimensi atau bentuk nyata Model ini biasanya berupa maket atau prototipe produk yang menggambarkan bagaimana hasil akhir produk tersebut. Model ini memiliki skala nilai paling kecil bagi para manajer dalam pemecahan masalah manajemen.

2. Model Naratif

Model yang penggambaran entitasnya secara lisan atau tulisan deskriptif. Model yang digunakan oleh manajer setiap hari. Salah satu bentuk model naratif yang populer adalah komunikasi bisnis.

3. Model Grafik

Model yang penggambarannya entitasnya menggunakan sejumlah garis, simbol, atau bentuk disebut model grafik. Kebanyakan digunakan di dunia bisnis untuk mengkomunikasikan informasi, seperti grafik keuangan perusahaan, kondisi pasar dan sebagainya. Model grafik juga digunakan dalam rancangan sistem informasi. Banyak peralatan yg digunakan oleh sistem analis dan programmer yang bersifat grafik, seperti bagan arus (flowchart) dan diagram arus data (data flow diagram).

4. Model Matematika

Keunggulan dari model ini adalah ketelititannya dalam menjelaskan hubungan antara berbagai bagian dari suatu objek dengan persamaan matematika. Model matematika dapat menangani hubungan-hubungan yang berdimensi lebih banyak daripada model grafik yang dua dimensi ataupun model fisik yang tiga dimensi, hal ini disebabkan oleh sifat model matematika yang multidimensional

Model inipun mempunyai kemampuan prediksi

Kelebihan :

Model ini tidak mengenal geografis (siapa saja yang mengerti simbol matematis tentu dapat mengerti model tsb) Ketepatan hubungan diantara bagian dari suatu obyek dapat dideskripsikan

Contoh : $BEP = TFC / P - C$

Jenis-jenis model berdasarkan teori keputusan, ada dua yaitu:

- a. Model matematik, yaitu model yang mcwakili sebunh sistem secara simbol matematik, dalam bentuk rumus dan nilai-nilai (bc saran-besaran).

- b. Atribut-atribut dinyatakan dengan variabel-variabel dan aktivitas-aktivitas dinyatakan dengan fungsi-fungsi matematik yang mcnjclaskan hubungan antarvariabel-variabel tersebut.
- c. Model informasi, yaitu model yang mewakili sebuah sistem dalam wujud
 - grafik atau tabel. Model ini biasanya multi-dimensional, tctapi bisa diuraikan
 - lagi ke dalam tiga kategori, yaitu:
 - Obyek, seperti orang, peralatan, uang, gcdung
 - Hubungan, yang menguraikan kaitan antar obyek seperti: orang *memakai* peralatan, dan sebagainya.
 - Operasi, yang menjelaskan tugas atau pekerjaan yang dilakukan oleh obyek.

3.3 Karakteristik Model Yang Baik

Siregar(1991) mengemukakan bcberapa karakteristik suatu model yang baik sebagai ukuran pencapaian tujuan pemodelan yaitu:

- a. Tingkat generalisasi yang tinggi.
Makin tinggi derajat generalisasi suatu model, maka ia makin baik, sebab kemampuan model untuk memecahkan masalah makin besar.
- b. Mekanisme transparansi.
Suatu model dikatakan baik jika kita dapat melihat mekanisine suatu model dalam memecahkan masalah, artinya kita bisa menerangkan kembali (rekonstruksi) tanpa ada yang disembunyikan. Jadi kalau ada suatu formula, maka formula tersebut dapat diterangkan.kembali.
- c. Potensial untuk dikembangkan.
Suatu model yang berhasil biasanya mampu membangkitkan minat (interest) peneliti lain untuk menyelidikinya lebih lanjut. Serta membuka kemungkinan pengembangannya menjadi model yang lebih kompleks yang berdaya guna untuk menjawab masalah sistem nyata.
- d. Peka terhadap perubahan asumsi.
Hal ini menunjukkan bahwa proses pemodelan tidak pernah berakhir (selesai), selalu memberi celah untuk membangkitkan asumsi.

3.4. Prinsip-prinsip Pemodelan

Pengembangan model adalah usaha untuk memperoleh model baru yang mciliki kemampuan lebih di dalam beberapa aspek. Pengembangan model biasanya menggunakan prinsip-prinsip dasar sebagai berikut.

1. Elaborasi

Pengembangan model dimulai dengan yang sederhana dan secara bertahap dielaborasi hingga diperoleh model yang lebih representatif. Penyederhanaan dilakukan dengan menggunakan sistem asumsi yang ketat yang tercermin pada jumlah, sifat dan relasi variabel-variabelnya. Tetapi asumsi yang dihuat tetap harus memenuhi persyaratannya yakni konsistensi, independensi, ekuivalensi, dan relevansi

2. Sinektik

Sinektik adalah metode yang dibuat untuk mengembangkan pengenalan masalah-

masalah secara analogis (Dunn, 1981). Sinektik yang mengacu pada penemuan kesamaan-kesamaan akan membantu analis membuat penggunaan suatu analogi yang kreatif dalam mengembangkan suatu model. Banyak studi menunjukkan bahwa orang sering kali gagal mengenali bahwa apa yang tampak menjadi masalah baru pada kenyataannya secara tersembunyi merupakan hal yang sama dan dapat didekati melalui model yang sudah ada. Karena itu, pengembangan model dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip-prinsip, hukum, teori, aksioma, dan dalil yang sudah dikenal secara meluas tetapi belum pernah digunakan untuk memecahkan masalah yang sedang dihadapi. Sinektik didasarkan pada asumsi bahwa kesadaran mengenai hubungan yang identik atau mirip di antara masalah sistem nyata dalam skala besar akan meningkatkan kapasitas pemecahan masalah dari seorang analis. Dalam mengembangkan model dengan sinektik ini dapat dihasilkan empat tipe analogi:

1. Analogi personifikasi.

Dalam menyusun analogi personifikasi, analis berusaha membayangkan dirinya mengalami masalah system nyata seperti yang dihadapi oleh pengambil keputusan dalam perusahaan atau bagian perusahaan. Analogi personifikasi terutama penting dalam membuka opini dan preferensi dari situasi problematic yang tidak tersusun dengan baik. contohnya dampak turisme pada suatu daerah dapat didekati oleh analis dengan membayangkan sebagai actor turis asing/domestic, penduduk asli(host), pemda, layanan kesehatan transportasi dan sewa, dan scenario inkulturasi, politik, perilaku motivasi, ekonomi, dan social.

2. Analogi langsung

Dalam membuat analogi langsung, analis mencari hubungan yang serupa diantara dua atau lebih situasi problematic.

3. Analogi simbolik
Dalam membuat analogi simbolik analis berusaha menemukan hubungan yang serupa antara situasi problematic system nyata dengan proses simbolik
4. Analogi Fantasi
Dalam membuat analogi fantasi, analis sama sekali bebas mencari kesamaan antara situasi problematik yang dihadapi dan beberapa masalah perusahaan lain yang bersifat khayal
4. Iteratif
Pengembangan model bukanlah proses yang bersifat mekanistik dan linear. Oleh karena itu dalam tahap pengembangannya mungkin saja dilakukan pengulangan atau peninjauan-peninjauan kembali (iteratif).
Ada 3 komponen utama prinsip iterative ini, yaitu:
 1. Pengembangan model awal atau dugaan
 2. Langkah-langkah atau aturan yang harus ditempuh supaya didapat model yang memadai
 3. Ukuran dan kompleksitas model sebagai titik akhir dimana kita menghentikan proses iteratif

3.5 Klasifikasi Model

Kelas I : Fungsi

1. Model Deskriptif
2. Model Prediktif
3. Model Normatif

Kelas II : Struktur

1. Model Ikonis
2. Model Analog
3. Model Simbolik

Kelas III : Acuan Waktu

1. Model Statik
2. Model Dinamik

Kelas IV : Acuan Ketidak Pastian

1. Model Deterministik
2. Model Probabilistik
3. Model Konflik
4. Model Tak Pasti

Kelas V : Derajat Generalisasi

1. Model Umum
2. Model Spesifik/khusus

Kelas VI : Derajat Kuantifikasi

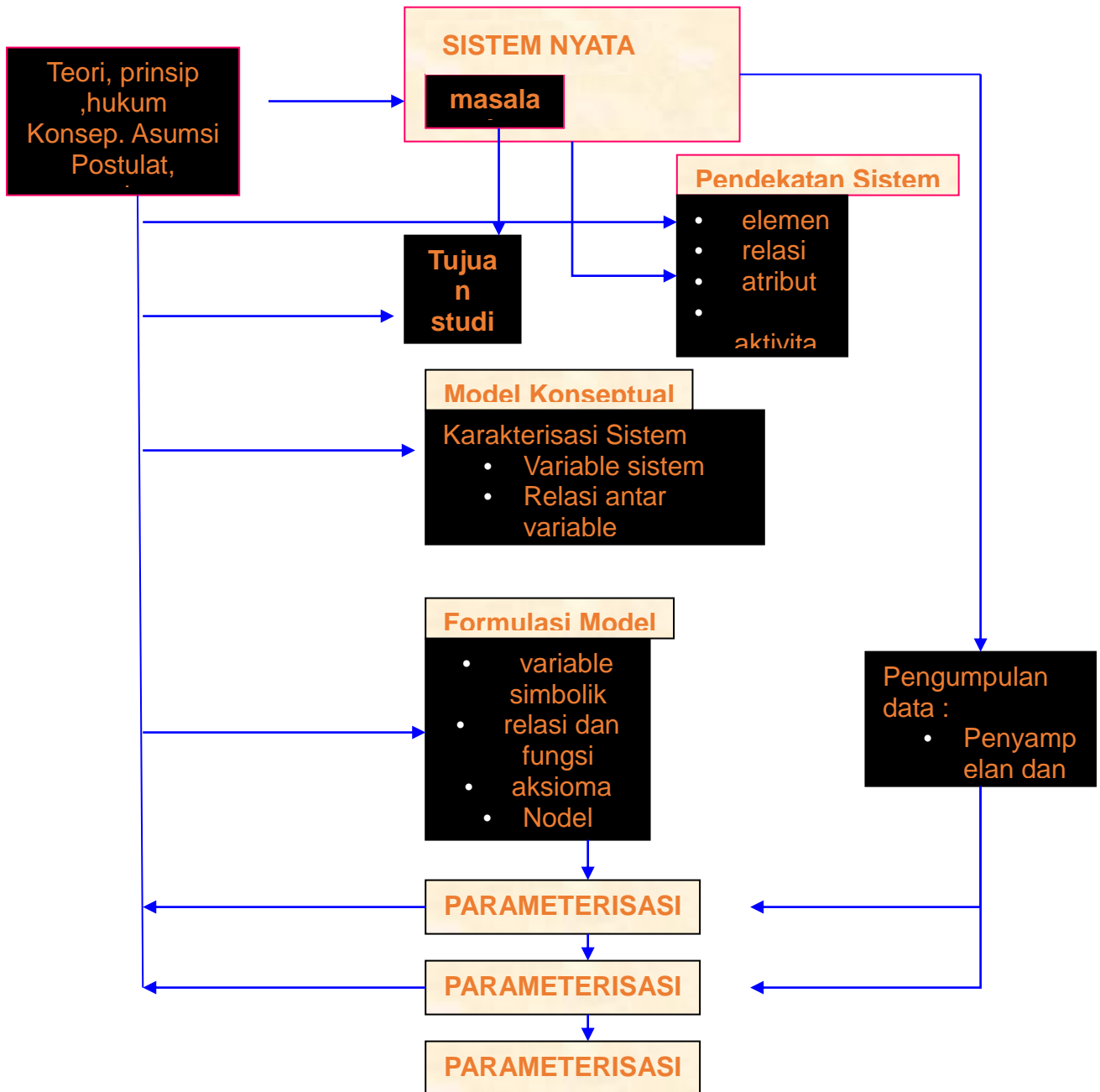
1. Model Kualitatif
2. Model Kuantitatif
3. Model Heuristik
4. Model Simulasi

Kelas VII : Dimensi

1. Model dua dimensi
2. Model Multi dimensi

Formulasi Model

Karakterisasi sistem yang telah diperoleh akan memberikan masukan berupa struktur masalah yang menunjukkan keterkaitan hubungan antara variabel2 yang penting dalam penyelesaian masalah. Proses merumuskan perilaku model dalam bentuk fungsi-fungsi suatu variabel terhadap variabel lainnya disebut formulasi atau perumusan model. Formulasi dilakukan berdasarkan teori yang berlaku di wilayah sistem asal dan teori matematika yang dapat menjelaskan hubungan tersebut. Interaksi antarvariabel yang kompleks sering disederhanakan dengan menggunakan asumsi yang tepat. Di dalam model, dapat menggambarkan berbagai hubungan, diantaranya yaitu : Hubungan Deterministik, Hubungan Probabilistik dan Hubungan Korelatif. Adapun tahapan pembuatan model dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahap-tahap Konsep Formulasi Model

Parameterisasi Model

- Estimasi parameter perlu memper-timbangan faktor :
 - Ketersediaan data : Sebelum proses pembuatan sistem pastikan data yang diperlukan sudah tersedia.
 - Kuantitas data : Jumlah data yang cukup akan mempengaruhi kelancaran proses pembuatan sistem.
 - Kualitas data : Data data yang diperoleh telah tervalidasi / dapat dipercaya.
 - Variabilitas data : Usahakan data yang dicari bervariasi, dari bermacam – macam sudut pandang.

- Metode yang dapat digunakan :
 - Obyektif : Menggali suatu data secara detail / menyeluruh.
 - Subyektif : Hanya melihat bagian – bagian terpenting dari suatu data yang mendukung proses pembuatan sistem.
 - Kombinasinya : Melihat data sebagai objek yang dapat dinilai secara obyektif dan Subyektif.

Validasi Model :

- ❖ Degree of Representative : Kesesuaian dengan tujuan awal pembuatan model / system. Dengan memperhatikan peraturan perusahaan dan pemerintah

- ❖ Useability : Kemampuan suatu model untuk menyelesaikan masalah menjadi penilaian utama, buat suatu model yang efektif dan simple agar mudah untuk diimplementasikan.

- ❖ Usefulness : Perancangan awal mengenai kemampuan pelaksana model / sistem dalam mengimplementasikan menjadi perhatian, jangan sampai model yang kita rancang mubazir (usefulness) tidak digunakan.

- ❖ Cost : Kemungkinan dijalankannya suatu sistem akan sangat dipengaruhi oleh besarnya investasi berbanding dengan besarnya profit diperoleh.

Implementasi Model

- ❖ Pengambil Keputusan : Seideal apapun sistem itu nantinya tetap harus menunggu validasi dari owner lewat pengalaman dan insting bisnisnya, beliau akan membuat suatu keputusan untuk memakai, menambahkan atau mengurangi konsep suatu sistem.

Identifikasi Variabel

Variabel Dependent / Decision – yang ingin diukur

Variabel Independent / Controllable – yang dapat dikendalikan

Uncontrollable parameters – dipengaruhi alam atau faktor luar.

- ❖ Pemakai Model : Perhatikan kapabilitas user model, buat penilaian jika dirasa perlu di”training” lakukan, atau langsung libatkan mereka dalam proses pembuatan sistem.
- ❖ Perancang & pembuat model : Orang yang ahli dalam perancangan dan pembuatan suatu model/sistem, biasanya mereka berkumpul pada suatu perusahaan consultan, pilihlah consultan yang dipercaya dengan kemampuan dan pengalaman yang sudah tidak diragukan lagi.

- o - -

Latihan

1. jelaskan definisi model
2. Gambarkan skema pemodelan
2. Terangkan berbagai aspek pemodelan
3. Jelaskan Karakteristik Model Yang Baik
4. Jelaskan prinsip-prinsip pemodelan
5. Sebutkan Klasifikasi model berdasarkan Kelasnya

4. Buku Acuan

1. I. J Nagrath, ” SYSTEMS MODELLING AND ANALYSIS”, The Mc Graw-Hill Publishing Company, New Delhi, 1982
2. Simatupang, Togar, ”Pemodelan Sistem”, Nindita, Klaten, 1994.

3. Gasparezs, Vincent, "Analisis Sistem Terapan, Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri", Tarsito, Bandung, 1996