

BAB 1

Pendahuluan

Pokok Bahasan

- Pendahuluan
- Sistem, Model dan Simulasi
- Keuntungan dan Kerugian Simulasi
- Jenis-jenis Simulasi
- Simulasi Komputer
- Bahasa Simulasi
- Tahapan Pemodelan Simulasi

Simulasi sistem berbasis komputer merupakan proses pembelajaran sistem melalui kegiatan merancang sebuah model sistem baik sistem teoritis maupun sistem aktual, mengeksekusi model melalui komputer kemudian menganalisis output hasil eksekusi. Proses simulasi ini mengikuti prinsip “*learning by doing*”, dimana pembelajaran terhadap sebuah sistem nyata dilakukan dengan membangun model, mengoperasikan, kemudian menganalisis. Konsep “meniru dunia nyata” inilah yang mendasari tujuan dari kegiatan simulasi komputer, dimana lingkungan tiruan (*virtual world*) dieksekusi melalui komputer dan hasilnya digunakan untuk menganalisis sistem pada lingkungan nyata (*real world*).

Istilah simulasi berasal dari kata “*simulate*” yang berarti menirukan. Dalam arti yang diperluas, simulasi dimaksudkan sebagai pekerjaan menirukan sesuatu hal (proses, fasilitas, obyek dll) dalam kehidupan nyata, sebelum “kemungkinan” direalisasikan. Dalam kehidupan sehari-hari, simulasi sebenarnya bukanlah sesuatu pekerjaan yang asing bagi kita. Berikut ini beberapa contoh penggunaan pemodelan simulasi :

- Satuan petugas pemadam kebakaran suatu saat kita lihat sedang berlatih bagaimana teknik melakukan pemadaman kebakaran di sebuah gedung bertingkat. Dalam latihan tersebut, mereka berhadapan dengan kobaran api yang “sengaja dibuat” untuk melatih tindakan apabila suatu saat memang terjadi kebakaran yang sesungguhnya.
- Seorang pilot pesawat ruang angkasa akan dilatih dalam pesawat simulator untuk mempelajari bagaimana menggunakan berbagai perangkat dalam pesawat sebelum mereka menerbangkan pesawat sungguhan.
- Seorang sistem analis melakukan simulasi jaringan komputer untuk menentukan sistem komunikasi data yang optimal guna meningkatkan kinerja transaksi data pada LAN di perusahaan.
- Badan meteorologi dapat memberikan ramalan informasi jalur badai tropis atau arah angin melalui simulasi

berdasarkan variabel-variabel dan data-data iklim, cuaca, astronomi, meteorologi dan geofisika.

- Seorang pakar perencanaan dan tata kota akan membuat simulasi sistem transportasi berkaitan pembangunan bandara, pelabuhan, supermarket dan sebagainya.
- Pimpinan SPBU akan melakukan simulasi antrian sebelum menambah terminal pompa bensin yang dimilikinya.
- Manajer supermarket dapat mengatur penambahan atau pengurangan counter kasir melalui simulasi antrian jumlah pengunjung pada hari-hari atau jam-jam tertentu.

Dari beberapa contoh tersebut dapat kita lihat bagaimana luasnya ruang lingkup studi dan aplikasi dari pemodelan simulasi. Hal ini tidaklah mengherankan, karena hampir semua yang terjadi dalam kehidupan nyata ini pada dasarnya dapat kita simulasikan dalam suatu sistem tiruan dalam lingkup yang lebih kecil atau sederhana. Ketidakyakinan dan ketidakpastian atas apa yang akan terjadi berikutnya ketika sebuah keputusan diambil, apalagi jika diputuskan begitu saja, akan mendorong dilakukannya pekerjaan simulasi. Untuk permasalahan-permasalahan yang sederhana dan tidak terlalu rumit, simulasi mungkin saja tidak begitu diperlukan. Sebaliknya, simulasi menjadi sangat penting peranannya jika permasalahan-permasalahan yang dihadapi dirasakan cukup rumit dan membutuhkan banyak pertimbangan untung ruginya sebuah tindakan dan keputusan. Misalnya, keputusan penambahan seorang teller di sebuah bank untuk melayani nasabah, bisa jadi merupakan pemborosan biaya operasional ketika ternyata kesibukan teller bank tersebut hanya terjadi pada saat-saat tertentu saja.

1.1 Sistem, Model dan Simulasi

1.1.1 Sistem

Sistem dapat diartikan sebagai kumpulan dari entitas (seperti orang, mesin, obyek tertentu dll), yang berlaku dan

saling berhubungan bersama-sama untuk mencapai tujuan tertentu. Dalam pengertian yang lain disebutkan bahwa sistem merupakan kesatuan proses (kumpulan berbagai aktivitas) yang saling berhubungan dan menghasilkan suatu produk atau jasa. Sebagai contoh, dalam studi tentang sistem pelayanan nasabah di suatu bank, nasabah dan *teller* dapat disebut sebagai bagian dari sistem pelayanan nasabah. Termasuk didalamnya brankas penyimpanan uang dan petugas-petugas lain yang terlibat. Lama waktu pelayanan, jumlah antrian nasabah, jumlah teller yang melayani, tingkat kesibukan teller, waktu kedatangan nasabah dan sebagainya merupakan variabel kondisi dalam sistem.

1.1.2 Model

Model adalah representasi alami dengan menekankan berbagai karakteristik penting yang dimiliki oleh sistem atau obyek dan mengabaikan aspek-aspek yang tidak relevan. Sebuah model tidak menuntut harus mempunyai semua karakteristik dalam sistem atau obyek riil tetapi minimal memiliki karakteristik penting yang dimiliki sistem atau obyek. Dalam berbagai hal dan kepentingan, penggunaan model lebih aman, mudah, murah dan efisien waktu daripada bekerja langsung dengan sesuatu yang riil. Misalnya pada dunia industri, militer dan bisnis/perdagangan, eksperimen dengan sistem riil mungkin mahal, bahaya dan bahkan kadangkala tidak mungkin dilakukan. Model dapat dibedakan menjadi 2 macam :

a. Model Fisik

Merupakan model yang mencerminkan karakteristik nyata dalam dunia riil (*physical/iconic model*). Model fisik dapat berupa model skala atau prototype. Sebagai contoh sebuah *blue print* sebuah model rumah dengan ukuran skala riil, model 3D sebuah mobil, prototype sebuah produk seperti pesawat terbang, handphone, mesin dan sebagainya. Model-model fisik biasanya digunakan untuk mempelajari rekayasa atau desain sistem.

b. Model Matematika

Merupakan model logis/konseptual dari dunia riil yang direpresentasikan dalam bentuk ekspresi matematik. Sebagai contoh, dalam fisika, jarak tempuh sebuah benda bergerak dinyatakan sebagai fungsi kecepatan kali waktu. Trend penjualan suatu produk barang dapat dipelajari dengan model regresi atau model trend. Perkembangbiakan bakteri dapat dipelajari dengan model eksponensial atau logaritmik dan sebagainya. Berbagai model seperti model program linier, riset operasi, simulasi dan sebagainya termasuk kategori model matematika. Permasalahan umum yang dihadapi berkaitan dengan penggunaan model matematika adalah pencarian solusi. Dalam praktek, pencarian solusi dapat dilakukan secara analitis dan secara numerik. Solusi analitik adalah solusi yang bersifat eksak (pasti) dan biasanya dinyatakan dalam bentuk model fungsional. Sedangkan solusi numerik merupakan solusi perkiraan atau taksiran dan dinyatakan dalam bentuk nilai numerik dari model fungsional. Pada sebagian besar simulasi, biasanya dilakukan dengan menggunakan pendekatan numerik ini.

1.1.3 Simulasi

Istilah simulasi berasal dari kata “*simulate*” yang berarti meniru. Simulasi dimaksudkan sebagai representasi atau replikasi aspek-aspek nyata dari suatu model, khususnya perilaku model yang tergantung dengan waktu. Simulasi adalah proses merancang suatu model sistem nyata dan melakukan eksperimen pada model untuk memahami perilaku sistem maupun mengevaluasi berbagai strategi (dengan batasan atau asumsi yang ditetapkan) untuk operasi dalam sistem.

Simulasi merupakan teknik numeris melalui model untuk mendeskripsikan karakteristik suatu sistem/obyek. Jadi dalam hal ini kita mempelajari tentang sistem dalam dunia riil dengan menggunakan suatu model (tiruan).

a. Beberapa Alasan Menggunakan Simulasi

Simulasi biasanya digunakan karena alasan-alasan berikut :

- Sistem yang kondisinya berubah setiap saat, apalagi mengandung kondisi-kondisi yang tidak pasti (acak) sangat sulit dipelajari secara riil dan eksak. Misalnya, simulasi peramalan cuaca, simulasi pembebasan pesawat yang dibajak teroris, simulasi dan sebagainya.
- Simulasi tidak memerlukan banyak kondisi atau batasan, cukup dengan penyederhanaan asumsi-asumsi atau menggunakan sifat-sifat ke-acak-an. Misalnya, simulasi antrian pengisian BBM kendaraan bermotor pada stasiun pompa bensin, simulasi sistem persediaan, simulasi sistem kontrol, simulasi sistem otomatisasi mesin dan sebagainya.
- Simulasi merupakan satu-satunya metode yang tersedia disaat sistem yang sesungguhnya sulit dipelajari. Misalnya, simulasi pemetaan lintasan satelit, simulasi perjalanan pesawat ulang alik, dan sebagainya.
- Pengamatan/pembelajaran terhadap sistem yang sesungguhnya dirasakan sangat mahal. Misalnya, simulasi pengoperasian pesawat terbang bagi pilot-pilot yang baru lulus studi, simulasi penambahan beberapa mesin ATM bank pada satu lokasi, simulasi pelayanan kasir pada swalayan dan sebagainya.
- Operasi dan pengamatan sistem sangat mengganggu. Simulasi pelayanan pasien rawat inap di rumah sakit, simulasi daya jangkau dan daya ledak peluru kendali, simulasi kecepatan pesawat dan sebagainya.
- Tidak mungkin untuk mengembangkan pemecahan analitik yang bersifat eksak (pasti). Misalnya, simulasi peramalan cuaca, simulasi sistem antrian pada pelayanan konsumen di sebuah restoran dan sebagainya.

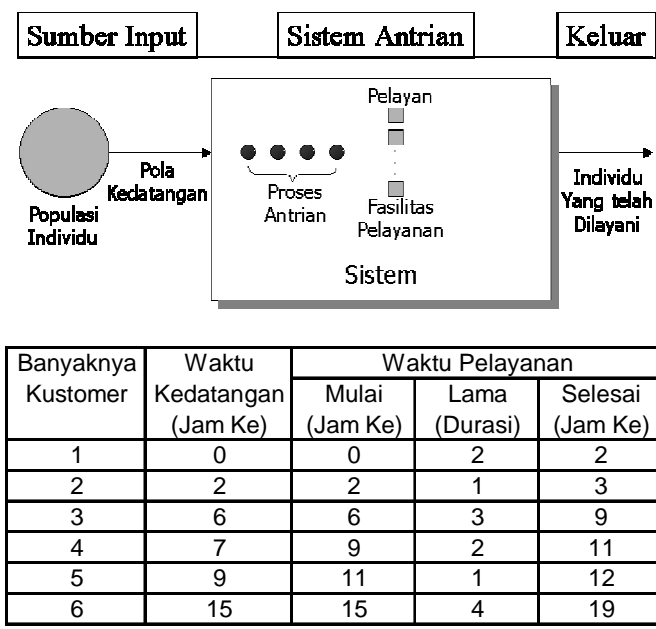
b. Tujuan Menggunakan Simulasi

Simulasi biasanya digunakan untuk tujuan :

- Studi untuk mendalam mengenai sistem yang kompleks.

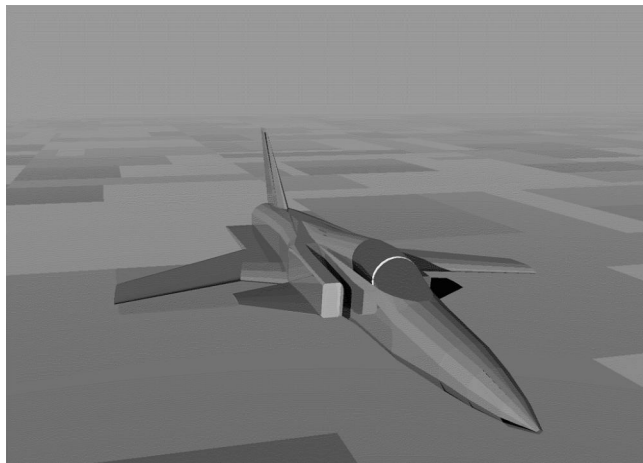
- o Untuk menentukan dampak perubahan dalam lingkungan sistem.
 - o Studi mengenai variabel-variabel penting/penentu dalam sebuah sistem.
 - o Verifikasi solusi analitis (teori).
 - o Menguji rancangan atau kebijakan baru.
- c. Cara Melakukan Simulasi
- o Secara Numeris

Simulasi secara numeris pada prinsipnya melakukan komputasi terhadap model atas berbagai karakteristik yang dimiliki oleh sistem dan hasilnya dinyatakan dalam bentuk data-data numeris. Contoh dalam suatu sistem antrian, berbagai informasi seperti panjang antrian, waktu pelayanan, waktu kedatangan dan sebagainya dapat disimulasikan dalam bentuk nilai-nilai numerik.



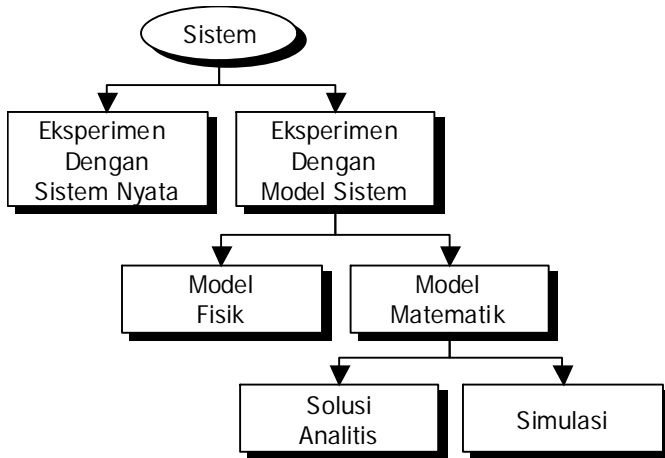
Gambar 1.1 Simulasi Sistem Antrian

-
- F-14 Flight Control**
(Double click on the "?" for more info)
- To start and stop the simulation, use the "Start" and "Stop" icons on the "Simulation" pull-down menu.
- Double click here for Simulink Help



Gambar 1.2 Model Simulasi Sistem Kontrol Pesawat F14 (*Sumber : Matlab Demo*)

Dari pengertian sistem, model dan simulasi di atas, dapat disimpulkan bahwa pemahaman terhadap sebuah sistem pada dasarnya dapat dilakukan dengan cara.



Gambar 1.3 Skema Pembelajaran Sebuah Sistem

1. Eksperimen dengan Sistem Nyata

Pemahaman sistem yang dilakukan secara langsung berdasarkan data atau informasi atau proses yang terjadi pada sistem. Sebagai contoh :

- Pemahaman terhadap sistem penerimaan mahasiswa baru di perguruan tinggi dapat dipelajari secara langsung dengan melakukan pengamatan pada prosedur-prosedur kegiatan, entitas-entitas yang terlibat, aturan-aturan yang berlaku pada sistem, maupun dokumen-dokumen yang diperlukan dan dihasilkan oleh sistem.
- Pemahaman terhadap cara kerja perangkat keras komputer, dapat dipelajari secara langsung dengan membongkar dan menguji komponen perangkat keras komputer seperti mainboard, prosesor, port, device, adapter dan sebagainya.

2. Eksperimen dengan Model Sistem

Pemahaman sistem yang dilakukan dengan menggunakan model sistem baik model fisik maupun model matematika. Beberapa studi kinerja sistem seperti sistem pelayanan, sistem penjadwaan, sistem kontrol dan sebagainya sebagian besar dilakukan menggunakan pendekatan model sistem. Dalam hal ini, teknik pemodelan simulasi merupakan teknik yang paling banyak digunakan.

1.2 Keuntungan dan Kerugian Simulasi

1.2.1 Keuntungan Simulasi

Berdasarkan alasan dan tujuan menggunakan simulasi, beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan simulasi adalah :

- a. Kebijaksanaan baru, prosedur operasi, kaidah pengambilan keputusan, arus informasi, prosedur organisatoris, dan sebagainya dapat diselidiki secara berkelanjutan tanpa mengganggu operasi sistem yang riil.
- b. Desain perangkat keras baru, tataruang fisik, sistem transportasi, dan sebagainya, dapat diuji tanpa memerlukan sumber daya secara riil.
- c. Hipotesis tentang bagaimana atau mengapa gejala tertentu terjadi dapat diuji kelayakannya.
- d. Waktu dapat dipersingkat atau diperpanjang (fleksibel) mempertimbangkan suatu kemajuan atau kemunduran gejala selama penyelidikan.
- e. Diperolehnya pemahaman yang mendalam tentang interaksi variabel dan pentingnya variabel terhadap kinerja sistem.
- f. Pertanyaan “bagaimana jika” dapat terjawab dengan melakukan berbagai simulasi atas kemungkinan-kemungkinan atau kondisi-kondisi yang bisa terjadi.

1.2.2 Kerugian Simulasi

Penggunaan simulasi tidak selamanya selalu memberikan keuntungan, akan tetapi juga dapat menimbulkan kerugian antara lain :

- a. Pembangunan model simulasi membutuhkan pelatihan dan kemahiran khusus.
- b. Hasil simulasi mungkin sulit untuk ditafsirkan.
- c. Analisis dan pemodelan simulasi terkadang membutuhkan banyak waktu dan mahal. Penghematan sumberdaya pada pemodelan simulasi mungkin akan menyebabkan hasil analisa dan pemodelan simulasi tidak sesuai dengan tujuan.
- d. Simulasi tidak menghasilkan output yang sama persis dengan sistem nyata. Kebanyakan hasil simulasi hanya memberikan suatu kumpulan tanggapan sistem atau taksiran atas berbagai kondisi operasi, sehingga hasilnya belum tentu sama persis dengan keadaan system yang sesungguhnya.
- e. Tidak semua situasi dapat dievaluasi dengan simulasi.
- f. Simulasi hanya sekedar untuk mengevaluasi solusi dan tidak menghasilkan cara untuk memecahkan masalah.

1.3 Jenis-jenis Simulasi

Model Simulasi dapat diklasifikasikan berdasarkan model sistem yang akan disimulasikan. Beberapa jenis model simulasi sistem tersebut antara lain :

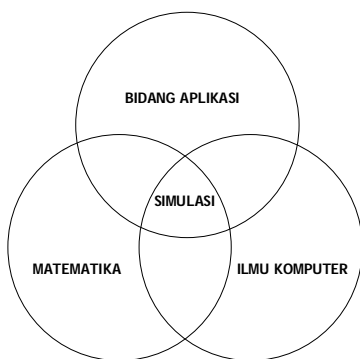
- o Pemodelan Simulasi Diskrit dan Kontinu
Diklasifikasikan berdasarkan karakteristik model sistem, apakah sistem diskrit atau sistem kontinu. Karakteristik dari model sistem diskrit ini adalah adanya variable status yang berubah pada titik-titik terpisah pada satu satuan waktu atau kejadian dan membentuk himpunan diskrit. Sebagai contoh, sistem pada bank, banyaknya antrian nasabah dalam bank berubah hanya pada saat terjadinya kedatangan nasabah lain atau ketika pelayanan kepada seorang nasabah telah selesai. Termasuk dalam hal ini tingkat kesibukan seorang teller,

tingkat kegunaan mesin penghitung uang dan sebagainya. Sedangkan karakteristik dari sistem kontinu ditandai oleh adanya perubahan yang kontinu dari variable status. Sebagai contoh, gerakan planet dalam sistem astronomi, aliran angin di selubung mobil yang sedang berjalan dan lain-lain.

- **Pemodelan Simulasi Deterministik dan Stokastik**
Diklasifikasikan berdasarkan sifat alami dari variable-variabel pada model. Model simulasi yang mengandung variabel-variabel bukan random disebut *model simulasi deterministik*. Sifat acak tidak diperhatikan dalam lingkungan sistem ini. Output dari sistem ini juga bukan merupakan variabel random. Sebagai contoh, jadwal kedatangan atau visitasi dokter untuk memeriksa pasien rawat inap pada rumah sakit merupakan variabel yang deterministik jika semua kedatangan dokter telah dijadwal sebelumnya secara sistematis. Sedangkan model simulasi yang mengandung satu atau lebih variabel random disebut *model simulasi stokastik*. Sifat acak merupakan ciri khusus dalam lingkungan sistem ini. Input dan output dari sistem ini dapat berupa variabel random. Sebagai contoh, tingkat kedatangan pasien rumah sakit, permintaan panggilan taksi, kedatangan pengunjung swalayan, pelayanan nasabah pada suatu bank dan sebagainya.
- **Pemodelan Simulasi Statik dan Dinamik**
Diklasifikasikan berdasarkan dependensi (ketergantungan) variabel pada satuan waktu tertentu. Model Statis, disebut juga model Monte Carlo, merepresentasikan sistem pada bagian titik tertentu dalam satu satuan waktu. Sedangkan model Dinamis merepresentasikan perubahan sistem selama interval waktu tertentu. Simulasi sistem dalam sebuah bank pada pukul 9:00 WIB sampai 16.00 WIB seperti waktu tunggu nasabah untuk dilayani, waktu layanan teller dan sebagainya merupakan salah satu contoh sistem dinamis.

1.4 Simulasi Komputer

Studi pemodelan simulasi merupakan studi interdisipliner yang melibatkan bidang-bidang keahlian, yaitu matematika, ilmu komputer dan bidang aplikasi.



Gambar 1.4 Simulasi Merupakan Studi Interdisipiner

- Bidang Matematika, merupakan bidang kajian dimana sistem-sistem akan dimodelkan secara matematis dalam bentuk model-model logik. Misalnya model antrian, model inventori, model sistem kontinu, model deterministik, model dinamik dan sebagainya.
- Ilmu Komputer, merupakan bidang kajian yang membahas penggunaan teknik komputasi dan alat bantu simulasi model sistem. Misalnya penggunaan algoritma komputasi, bahasa pemrograman, software simulasi dan sebagainya.
- Bidang Aplikasi, merupakan area aplikasi dimana sistem akan dimodelkan dan disimulasikan. Misalnya sistem persediaan, sistem kontrol, sistem antrian, sistem *fuzzy*, dan sebagainya.

Simulasi komputer dapat diartikan sebagai teknik pemodelan simulasi dengan menggunakan bantuan komputer. Pemanfaatan komputer dalam pemodelan simulasi pada akhirnya merupakan suatu kondisi yang ideal, dimana kita

menyadari bahwa simulasi secara manual memiliki banyak kekurangan. Simulasi komputer menawarkan berbagai keunggulan sebagai alat bantu melakukan analisis. Permasalahan-permasalahan komputasi seperti akurasi dan efisiensi dapat diatasi dengan menggunakan alat bantu komputer. Semua tingkah laku yang dijadikan sebagai persoalan dialihkan ke dalam program komputer, termasuk ketentuan logika pengambilan keputusan dan pelaksanaannya. Penggunaan bahasa simulasi memegang peranan penting dalam melakukan simulasi berbasis komputer.

1.5 Bahasa Simulasi

Studi dan aplikasi teknik pemodelan dan simulasi sistem pada saat ini telah berkembang cukup pesat dan meluas dalam berbagai bidang aplikasi. Salah satu kelebihan penggunaan pemodelan dan simulasi ini adalah peranannya dalam membantu memecahkan berbagai persoalan di dunia nyata yang penuh kondisi ketidakpastian sehingga menghasilkan berbagai alternatif solusi dalam pengambilan keputusan.

Perkembangan berbagai kajian teknik pemodelan simulasi ini juga didukung dengan semakin berkembangnya alat bantu komputer khususnya perangkat lunak simulasi. Alat bantu ini memegang peranan yang sangat besar, sebab kegiatan simulasi sebagian besar berkaitan dengan penggunaan dan penerapan model matematis dengan tingkat kerumitan yang beragam dan kompleks sehingga membutuhkan alat bantu untuk mengatasi keterbatasan simulasi secara manual.

Perangkat lunak ini dapat dirancang sendiri oleh programmer dengan menggunakan bahasa pemrograman tertentu seperti bahasa Fortran, C, Pascal, Visual Basic, Delphi, Macromedia Flash dan sebagainya. Namun paket-paket software simulasi juga sudah banyak beredar di pasaran, seperti *Arena*, *AweSim*, *ProModel*, *Extend*, *Simlib*, *GPSS/H*, *Micro Saint*, *MODSIM III*, *Simple++*, *SIMUL8*, *SLX*, *SIMULINK*, *Dymola*,

Proof Animation, COMNET III, OPNET Modeler, WITNESS, QSB dan lain-lain sebagainya.

1.6 Langkah-langkah Pemodelan Simulasi

Secara umum, langkah-langkah atau tahapan dalam pemodelan simulasi berbasis komputer adalah sebagai berikut :

1. Formulasi Masalah

Jika statemen masalah disajikan oleh pembuat kebijaksanaan, atau oleh pemilik masalah, analis harus memastikan bahwa uraian masalah dapat dipahami dengan jelas. Jika suatu statemen masalah dikembangkan oleh analis, adalah penting bagi pembuat kebijaksanaan untuk memahami dan menyetujui perumusan itu. Pada formulasi masalah ini, pemodelan dilakukan untuk menentukan formulasi yang akan digunakan, meliputi penggunaan :

- Fungsi matematik
- Variabel-variabel yang menentukan fungsi
- Ada atau tidaknya konstanta pada fungsi

2. Menetapkan sasaran dan perencanaan proyek

Sasaran merupakan indikator pertanyaan yang akan dijawab melalui simulasi. Rencana proyek memuat statemen sistem alternatif yang akan diusulkan, dan metode evaluasi efektifitas alternatif sistem tersebut.

3. Membangun Model Konseptual

Merupakan subyek yang sangat penting dan sulit. Langkah awal adalah merumuskan terlebih dahulu berbagai faktor-faktor yang terkait, mengevaluasi faktor tersebut satu persatu, ada yang tetap dipertahankan atau diabaikan baru kemudian menyusun model dalam bentuk fungsi matematik.

4. Pengumpulan / Koleksi Data

Makin banyak data yang dimiliki maka makin lengkap informasi yang dimiliki. Makin tepat model yang dibangun maka makin baik solusi yang didapat.

5. Penerjemahan Model

Terjemahkan model ke dalam suatu bahasa pemrograman komputer. Gunakan bahasa Simulasi yang fleksibel, baik yang dirancang sendiri maupun menggunakan paket software simulasi yang sudah ada. Dalam banyak kasus, beberapa paket software simulasi dapat dilibatkan, sehingga akan mempercepat waktu pengembangan model.

6. Verifikasi

Verifikasi dilakukan berkaitan dengan program komputer yang akan digunakan untuk simulasi model untuk mengetahui apakah program sudah benar dan sesuai dengan simulasi yang dikehendaki. Apakah program komputer sudah dapat digunakan untuk simulasi dengan baik atau belum. Verifikasi dapat disebut lengkap jika parameter input dan struktur logik atau struktur model telah di representasikan oleh komputer dengan benar.

7. Validasi

Validasi adalah kegiatan yang dilakukan untuk memastikan bahwa model telah benar-benar merepresentasikan sistem riil. Validasi biasanya dilakukan dengan kalibrasi model, yaitu proses iterasi untuk membandingkan model dengan perilaku sistem nyata. Hasil perbandingan ini untuk memperoleh kajian yang mendalam guna perbaikan model.

8. Desain Eksperimen

Untuk setiap desain sistem yang akan disimulasikan, harus dirumuskan berapa lama waktu inisialisasi sistem, lama waktu simulasi dan banyaknya replikasi yang akan dibuat setiap di simulasikan.

9. Eksekusi Model (Simulasi) dan Analisis Produk

Digunakan untuk mengukur kinerja dari desain sistem yang akan disimulasikan.

10. Eksekusi Model (Simulasi) Ulang ?

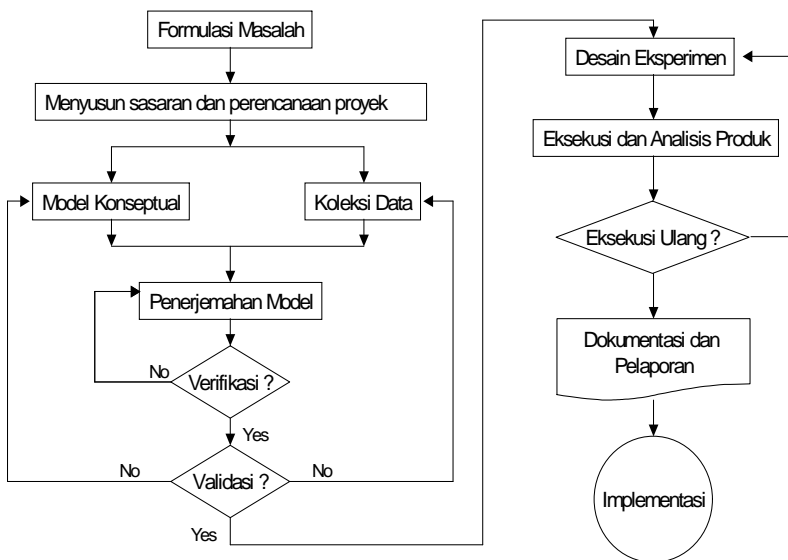
Eksekusi ulang dapat dilakukan kembali apabila dirasakan perlu untuk perbaikan program simulasi.

11. Dokumentasi dan Pelaporan

Dengan dokumentasi dan pelaporan program yang jelas, maka jika program akan digunakan kembali oleh orang yang lain atau orang sama akan memudahkan untuk memahami kembali bagaimana program beroperasi. Selain itu juga akan memudahkan pengguna model untuk merubah parameter dalam usaha menentukan hubungan antara parameter input dan output atau menentukan parameter input yang dapat menghasilkan output yang optimal.

12. Implementasi

Merupakan tahap untuk mengimplementasikan model simulasi dalam kondisi-kondisi riil. Keberhasilan implementasi sangat tergantung pada sukses tidaknya sebelas langkah yang sudah dilakukan sebelumnya.



Gambar 1.5 Tahapan-tahapan Dalam Pemodelan Simulasi

1.7 Soal Latihan

1. Jelaskan pengertian dari sistem, model dan simulasi.
2. Sebutkan macam-macam model dan berikan masing-masing contohnya.
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pemodelan simulasi diskrit dan kontinu serta berikan masing-masing contohnya.
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pemodelan simulasi deterministik dan stochastic serta berikan masing-masing contohnya.
5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pemodelan simulasi statis dan dinamik serta berikan masing-masing contohnya.
6. Simulasi tidak selamanya menguntungkan. Jelaskan beberapa keuntungan dan kerugian teknik pemodelan dan simulasi.
7. Jelaskan beberapa cara yang dapat dilakukan dalam mempelajari sebuah sistem.
8. Sebutkan tahapan-tahapan dalam melakukan pemodelan simulasi.