

Bab 1:

Dasar-Dasar Pemodelan Sistem

Pemodelan dan Simulasi Sistem

Sumber: Harrell, C., B.K. Ghosh and R.O. Bowden, Jr., *Simulation Using Promodel*, 2nd ed., McGraw-Hill, Singapore, 2003.

Bab 1: Dasar-Dasar Pemodelan Sistem

Bacaan

- Harrell, Bab 1
- Gaspersz, Bab 1
- www.teknikindustri.org

Topik

- Konsep Sistem
 - Pengertian Sistem
 - Klasifikasi Sistem
 - Permasalahan mengenai Sistem
 - Pemodelan Sistem
- Pengantar Simulasi
 - Apakah simulasi itu
 - Mengapa diperlukan
 - Melakukan simulasi
 - Penggunaan simulasi
 - Kapankah simulasi diperlukan
 - Kualifikasi melakukan simulasi
 - Justifikasi ekonomi

Bagian I: Konsep Sistem

Apakah sistem itu?

Kumpulan elemen yang bekerja
bersama untuk mencapai tujuan yang
diharapkan
(Blanchard, 1991)

Apakah sistem itu?

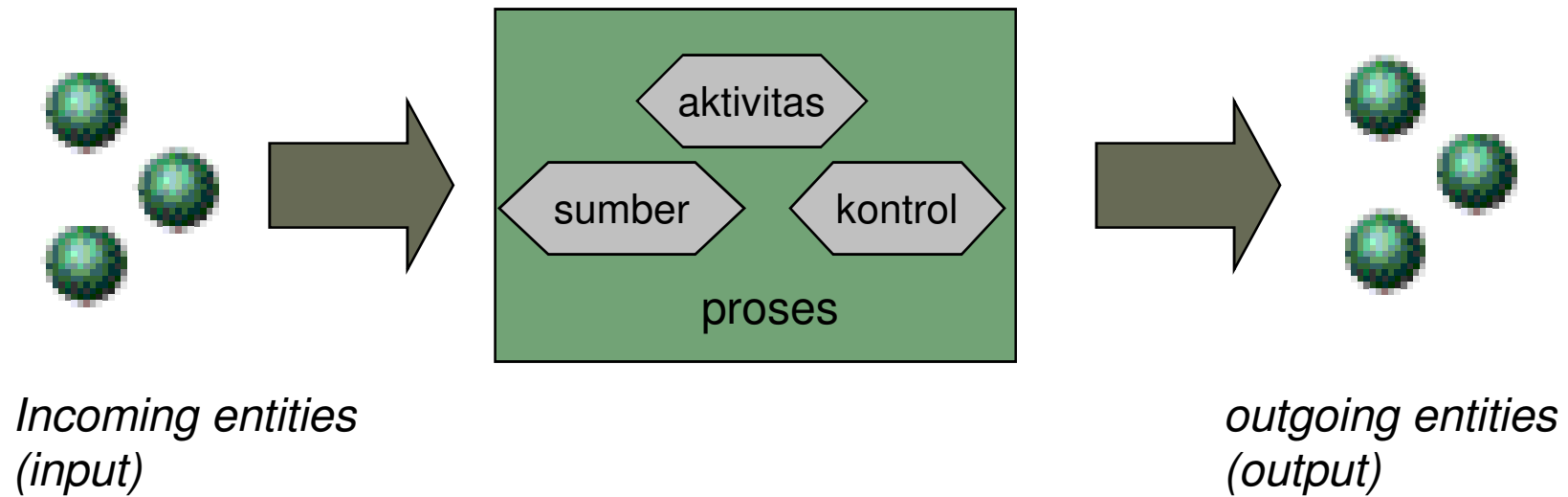
Karakteristik atau ciri-ciri sistem

- Sistem terdiri dari berbagai **elemen** yang membentuk satu kesatuan
- Adanya interaksi, **saling ketergantungan** dan kerjasama antar elemen
- Sebuah sistem ada untuk mencapai **tujuan** tertentu
- Memiliki **mekanisme** / transformasi
- Memiliki **lingkungan** yang mengakibatkan dinamika sistem

Elemen, atribut, dan relasi

- **Elemen** adalah bagian dasar sistem yang membentuk sistem tersebut
- **Atribut** adalah sifat atau perwujudan yang dapat dilihat dari elemen. Atribut ini yang membentuk ciri suatu sistem
- **Relasi** adalah keterkaitan antar elemen dan atribut

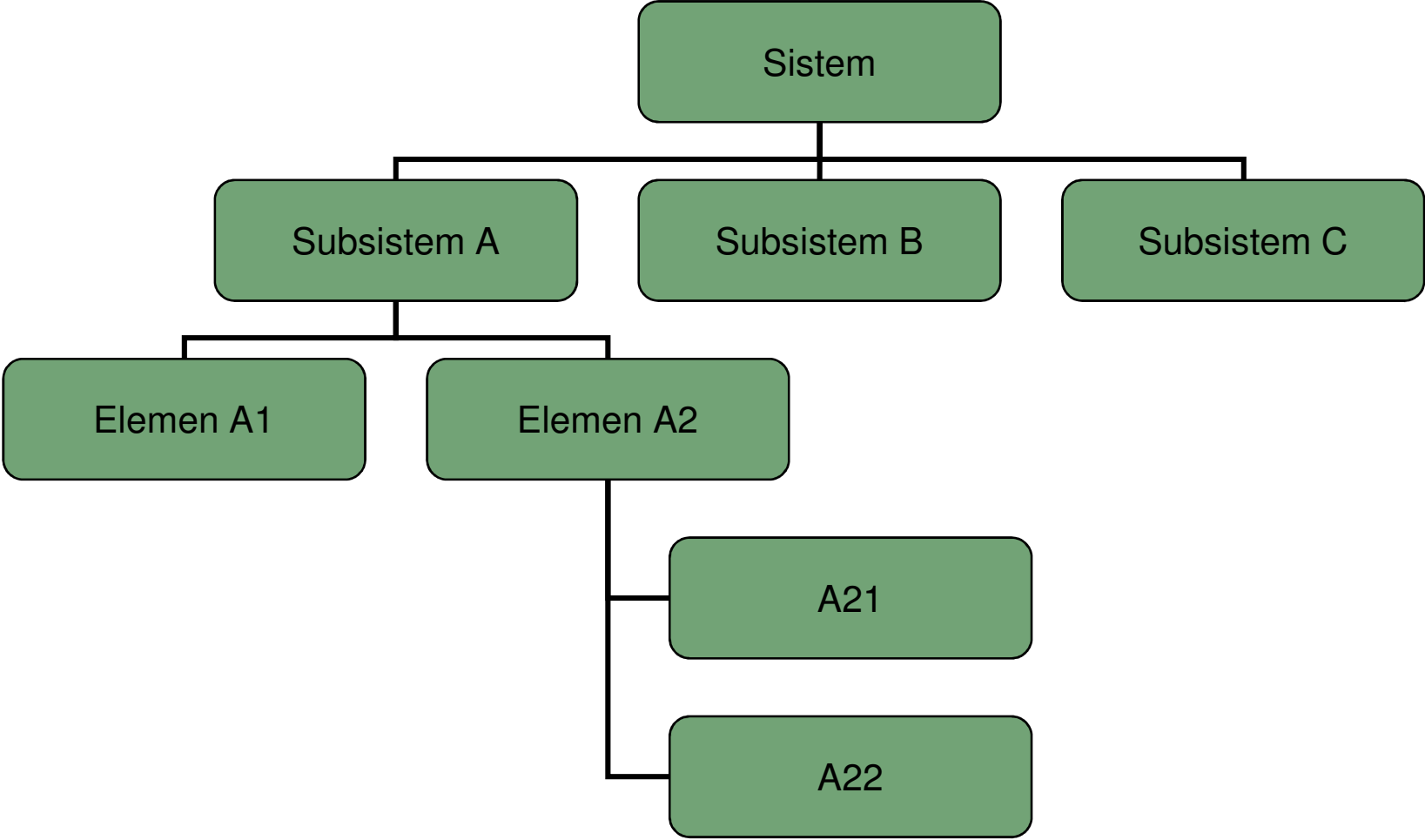
Model sistem sederhana



Subsistem

- Tiap sistem dibentuk oleh elemen
- Tiap elemen dapat dipecah dalam elemen-elemen yang lebih kecil
- Dalam dua tingkat hirarki suatu sistem, sistem yang lebih rendah disebut **subsistem**
- Contoh: sistem transportasi udara, subsistem-nya adalah: ruang pengendali, peralatan, pesawat, terminal.

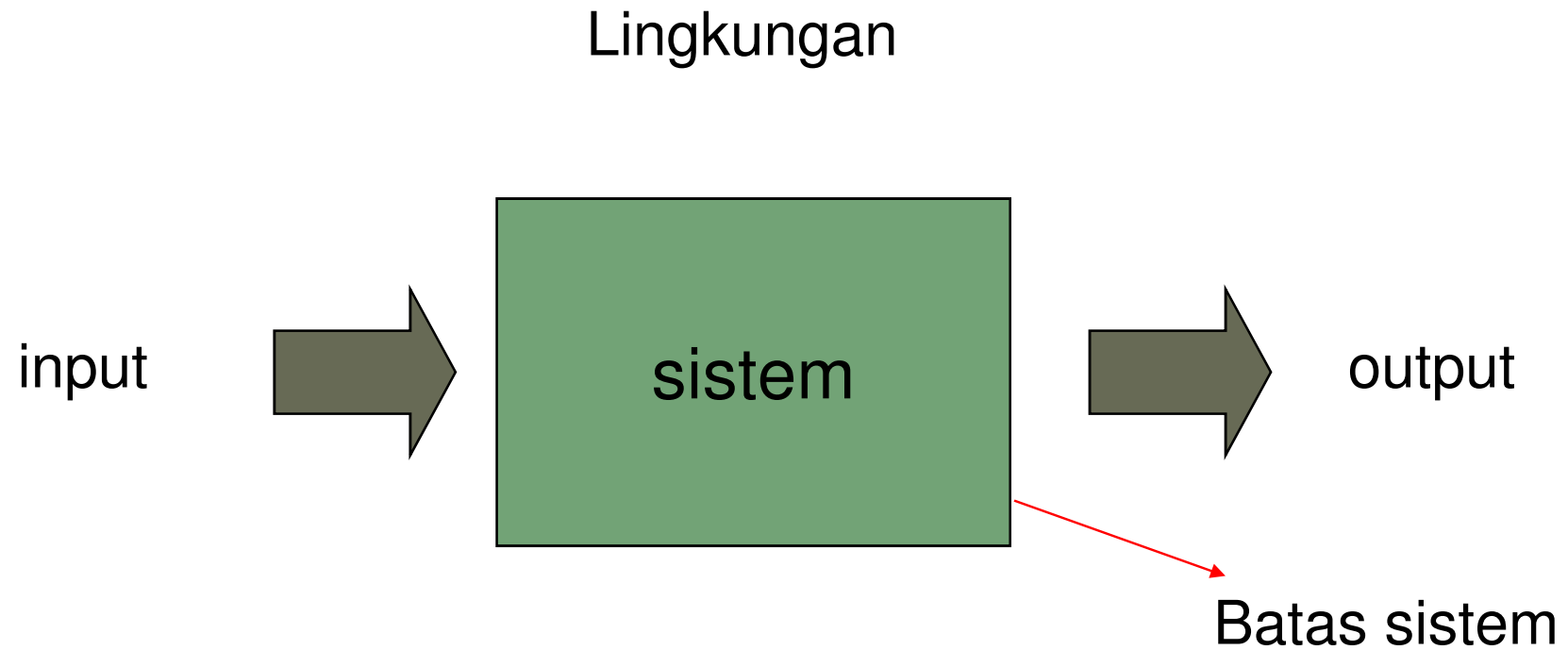
Subsystem



Lingkungan

- **Lingkungan** adalah segala sesuatu yang ada di luar batas sistem
- **Sistem tertutup**: tidak dipengaruhi oleh lingkungan
- **Sistem terbuka**: dipengaruhi oleh lingkungan
- **Input**: sifat lingkungan yang mempengaruhi sistem
- **Output**: sifat sistem yang mempengaruhi lingkungan
- Sifat menentukan dan membentuk **batas sistem**

Model sistem sederhana



Klasifikasi Sistem

- Sistem Alam dan Buatan Manusia
- Sistem Fisik dan Konseptual
- Sistem Statik dan Dinamik
- Sistem Tertutup dan Terbuka

Permasalahan mengenai sistem

- Untuk sistem yang belum ada: strukturnya dirancang agar sesuai dengan tujuan yang diharapkan → **sintesis sistem**
- Untuk sistem yang telah ada dengan struktur yang diketahui: perilaku ditentukan pada basis struktur yang telah diketahui tersebut → **analisis sistem**
- Untuk sistem yang sudah ada, tapi tidak kita ketahui strukturnya: perilaku dan struktur sistem → ***black box***

Pemodelan Sistem

Tujuan model:

- Akademik:
 - untuk menjelaskan sekumpulan fakta karena belum ada teori
 - Untuk mencari konfirmasi, bila telah ada teori
- Manajerial:
 - Alat pengambilan keputusan
 - Proses belajar
 - Alat komunikasi

Pemodelan sistem

Keuntungan menggunakan model:

- Dapat melakukan percobaan pada situasi kompleks
- Hemat biaya
- Hemat waktu
- Fokus pada karakteristik penting permasalahan

Pemodelan Sistem

Klasifikasi model:

1. Berdasarkan fungsi:
 - Deskriptif: kondisi nyata
 - Prediktif: meramalkan
 - Normatif: seharusnya
2. Berdasarkan struktur/morfologi:
 - Ikonik: sama dengan sistem nyata, skala berbeda
 - Analog: fisik berbeda, perilaku sama
 - Simbolik

Pemodelan Sistem

3. Berdasarkan dimensi:
 - Satu dimensi: satu variabel
 - **Multi dimensi: lebih dari dua variabel**
4. Berdasarkan waktu:
 - Statik
 - Dinamik
5. Berdasarkan aspek informasi:
 - Deterministik
 - Probabilistik
 - Model tak pasti

Pemodelan Sistem

6. Berdasarkan generalisasi
 - Khusus
 - Umum
7. Berdasarkan derajat keterbukaan
 - Terbuka
 - Tertutup
8. Berdasarkan derajat kuantifikasi
 - Mental: kualitatif, masih ada dalam pemikiran seseorang
 - Verbal: model kualitatif yang telah dirumuskan secara tertulis
 - Kuantitatif: statistik, optimasi, heuristik, **simulasi**

Bagian II: Pengantar Simulasi

1. Pendahuluan

Pendahuluan

- Mengetahui bagaimana simulasi digunakan untuk menggambarkan, menganalisa dan meningkatkan kinerja sistem manufaktur dan *service*
- Fokus pada simulasi *discrete-event*: menggunakan metoda statistik untuk menghasilkan perilaku acak dan melakukan estimasi kinerja model

2. Apakah simulasi itu ?

Apakah simulasi itu?

Simulasi adalah tiruan dari sebuah sistem dinamis dengan menggunakan model komputer untuk melakukan evaluasi dan meningkatkan kinerja sistem



Promodel

- Adalah piranti lunak simulasi komersial yang secara khusus dirancang untuk mencakup perilaku dinamis sistem
- www.promodel.com

Piranti Lunak Simulasi

- Menyediakan animasi grafis dan realistik dari sistem yang dimodelkannya
- Pengguna dapat melakukan analisa “jika-maka”
- Beberapa diantaranya menyediakan kapabilitas optimisasi

3. Mengapa melakukan simulasi?

Mengapa melakukan simulasi?



Pendekatan *trial-and-error* mahal, menghabiskan waktu, dan mengganggu

Mengapa melakukan simulasi?

- *Flight simulator*: untuk meminimalkan resiko kerugian yang besar dan kesalahan fatal dalam kehidupan nyata
- *Manufacturing and service systems*: untuk mengurangi resiko *inefficiency* atau kegagalan untuk mencapai kinerja minimum yang ditetapkan

Mengapa melakukan simulasi?

- Menyediakan metoda analisis: meramalkan kinerja sistem, bahkan untuk sistem yang paling rumit
- Mendukung pengambilan keputusan: manajer dapat memperkirakan hasil dengan lebih akurat
- Terhindar dari resiko

Mengapa melakukan simulasi?

- Menggunakan cara *try-it-and-see it*
- Menganjurkan pemikiran ‘*outside the box*’
- Menghilangkan faktor emosi dari proses pengambilan keputusan dengan menyediakan bukti obyektif

Karakteristik simulasi

Karakteristik simulasi sebagai alat perencanaan dan pengambilan keputusan yang tangguh:

- Mencakup saling ketergantungan sistem (*system interdependencies*)
- Memperhitungkan **variabilitas** sistem
- Sanggup membuat **model** untuk sistem apapun
- Memperlihatkan perilaku sistem **setiap saat**
- Lebih **murah**, tidak menghabiskan waktu dan tidak mengganggu sistem nyata

Karakteristik (lanjutan)

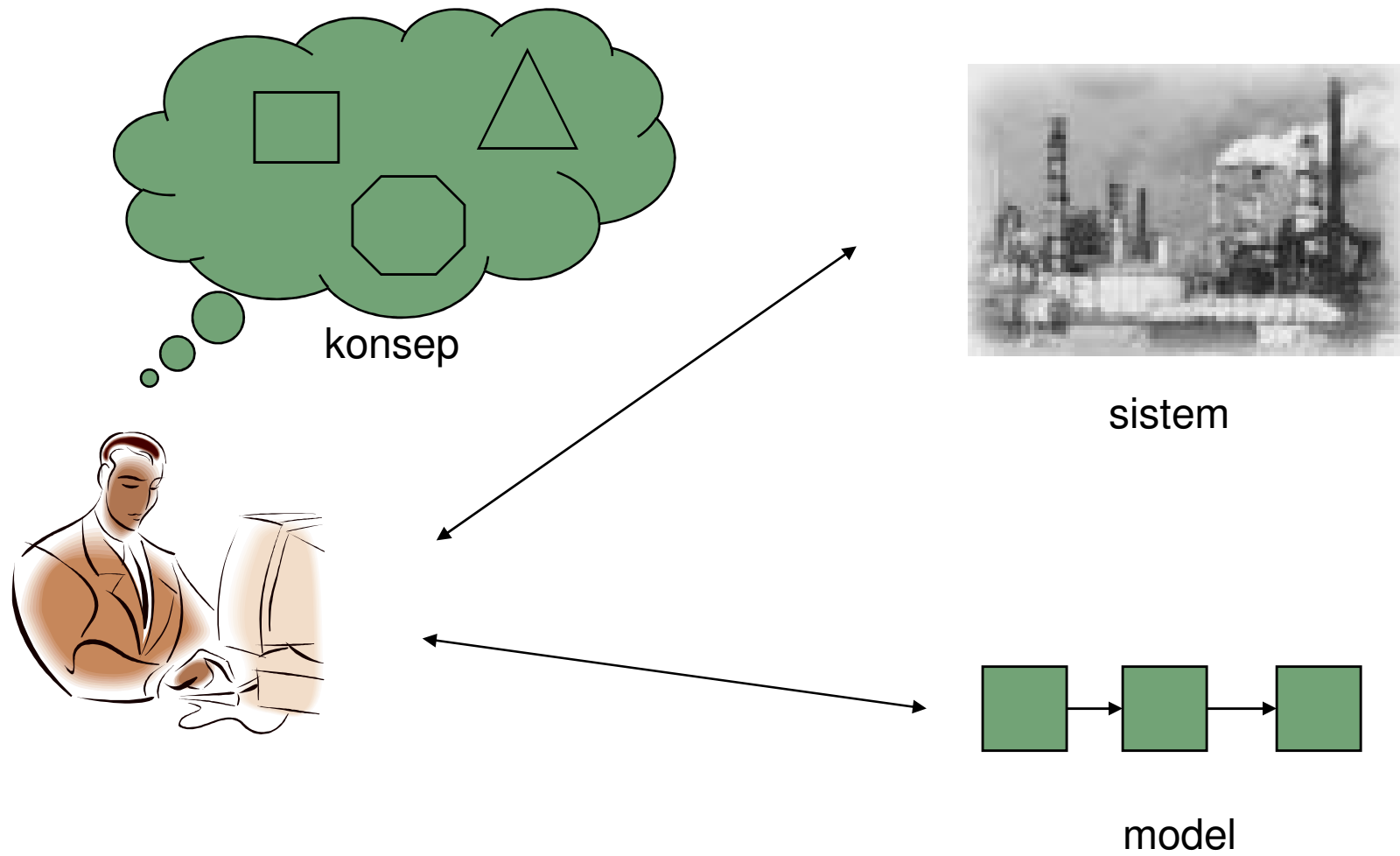
- Menarik perhatian (secara visual)
- Menyediakan hasil yang mudah dimengerti dan dikomunikasikan
- Mencakup waktu yang nyata, dimampatkan, atau bahkan waktu yang tertunda
- Memberikan rancangan yang rinci

4. Melakukan simulasi

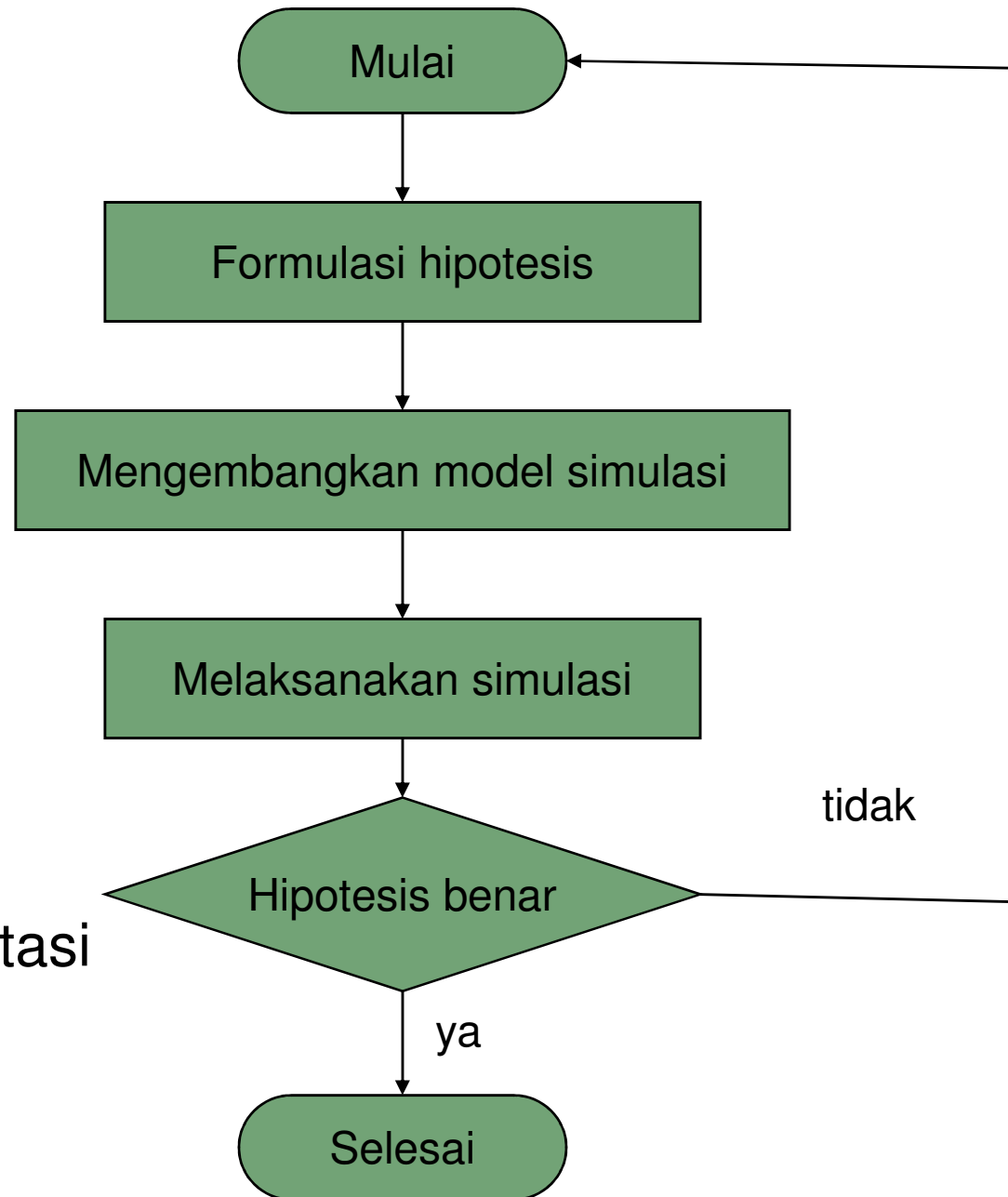
Melakukan simulasi

- Dilakukan sebagai bagian dari proses rancangan sistem atau pengembangan sistem
- Alat percobaan menggunakan sebuah model komputer dari sebuah sistem baru/ yang ada
- Melakukan simulasi = sebuah proses dari perancangan model dari sistem nyata dan mengadakan eksperimen dengan model ini

Melakukan simulasi



Proses
eksperimentasi
simulasi



Melakukan simulasi

- Alat evaluasi, BUKAN alat pemecah masalah
- Memperlihatkan bagaimana sistem bekerja, BUKAN menentukan bagaimana seharusnya dirancang
- Perpanjangan pikiran yang memungkinkan seseorang mengetahui dinamika yang kompleks dari sebuah sistem, BUKAN pengganti pikiran

5. Manfaat Simulasi

Sejarah

- Digunakan dalam aplikasi komersial (1960s)
- Pemrograman FORTRAN
- Komputer Mainframe

Penggunaan simulasi saat ini

Alat pengambilan keputusan dalam industri manufaktur dan jasa

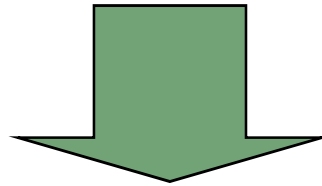
- Saat sebuah pabrik sedang direncanakan
- Sebuah perubahan proses tengah dievaluasi

Mengapa simulasi sangat populer?

- Meningkatkan kesadaran dan pemahaman atas teknologi informasi
- Meningkatkan keberadaan, kapabilitas dan kemudahan penggunaan piranti lunak simulasi
- Meningkatnya memori komputer dan kecepatan prosesor (terutama pada PC)
- Menurunnya harga piranti lunak dan piranti keras

Manfaat Simulasi

Manfaat utama simulasi adalah sebagai pendukung keputusan di bidang manufaktur, termasuk sistem pergudangan dan distribusi



Membuat rancangan sistem dan keputusan operasional

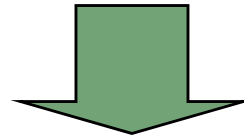
Aplikasi simulasi

- Perencanaan aliran kerja (*Work-flow*)
- Perencanaan kapasitas
- Perencanaan siklus waktu
- Perencanaan staf dan sumber-sumber
- Prioritisasi kerja
- Analisa *Bottleneck*
- Peningkatan kualitas
- Penurunan biaya
- Penurunan *inventory*
- *Throughput analysis*
- *Productivity improvement layout analysis*
- *Line balancing*
- *Batch size optimization*
- *Production scheduling*
- *Resource scheduling*
- *Maintenance scheduling*
- *Control system design*

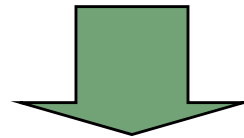
6. Kapan simulasi tepat dilakukan?

Kapan simulasi tepat dilakukan ?

Simulasi memiliki keterbatasan tertentu



TIDAK semua permasalahan sistem yang DAPAT diselesaikan dengan bantuan simulasi HARUS diselesaikan menggunakan simulasi



Simulasi dapat menjadi alat yang berlebihan / *overkill*

Panduan umum

Simulasi tepat dilakukan bila:

- a) Sebuah keputusan operasional (logis maupun kuantitatif) tengah dibuat:
 - Limitasi dari masalah kuantitatif atau logis
 - BUKAN masalah kualitatif atau sosiologis:
 - Bagaimana meningkatkan kepercayaan
 - Bagaimana meningkatkan kinerja personal

Panduan umum

- b) Proses yang dianalisis repetitif dan dapat didefinisikan dengan jelas. Simulasi TIDAK BERGUNA bila :
- Diterapkan pada proses yang tidak mengikuti urutan logis dalam mendefinisikan aturan
 - TIDAK mungkin membuat asumsi layak tentang bagaimana sistem berjalan
 - Berlaku untuk proses atau proyek yang hanya berjalan satu kali (*one-time*) yang tidak pernah berulang dalam cara yang sama

Panduan umum

- c) Aktivitas dan kejadian saling berkaitan
- Simulasi TIDAK BERGUNA bila diterapkan pada sistem yang memiliki aktivitas yang tidak pernah berkaitan satu sama lain (atau deterministik)
 - Jumlah keterkaitan dan aktivitas acak mengakibatkan sistem, BUKAN jumlah dari aktivitas

Panduan umum

- d) Biaya dampak dari keputusan lebih besar dari biaya melakukan simulasi
- Simulasi TIDAK berguna bila dampak dari keputusan tidak terlalu signifikan
 - Contoh: apakah seorang pekerja harus memperbaiki produk yang rusak langsung pada saat terjadi kesalahan atau menunggu menumpuknya produk rusak 4-5 buah, dan baru memperbaikinya

Panduan umum

- e) Biaya eksperimen pada sistem nyata lebih besar daripada biaya simulasi:
- Dalam beberapa kasus, mungkin lebih cepat dan lebih ekonomis untuk melakukan percobaan langsung pada sistem nyata
 - Simulasi TIDAK BERGUNA bila diterapkan pada masalah yang dapat diselesaikan melalui percobaan langsung dengan cepat, tidak mahal, dan dengan dampak minimal terhadap situasi saat ini
 - Contoh: menutup amplop sesudah atau sebelum diberi alamat

7. Kualifikasi untuk melakukan simulasi

Aturan 80 - 20

- Simulasi mengikuti aturan 80-20
- 80 persen dari manfaatnya dapat diamati dengan memahami 20 persen pengetahuan yang terkandung di dalamnya

Pengetahuan dan ketrampilan yang dibutuhkan

- Manajemen proyek
- Komunikasi
- *System engineering*
- Analisis statistik dan perancangan eksperimen
- Konsep dan prinsip permodelan
- Ketrampilan komputer dan pemrograman dasar
- Pelatihan pada satu atau lebih produk simulasi
- Keakraban dengan sistem yang tengah diteliti

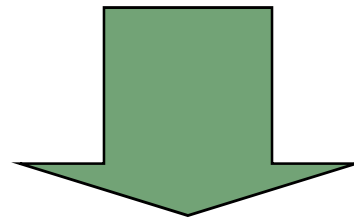
8. Justifikasi ekonomi

Justifikasi ekonomi

- Jika biaya melebihi manfaat yang diharapkan → simulasi sebaiknya TIDAK digunakan
- Produk simulasi berharga: USD 1,000 – USD 20,000
- Investasi awal piranti lunak simulasi biasanya memerlukan USD 10,000 and USD 30,000 (termasuk pelatihan dan *start-up*)
- Biaya tersebut tertutup setelah 1-2 proyek berjalan
- Biaya selanjutnya untuk masing-masing proyek: 1-3%
- <5% dari waktu total perancangan sistem

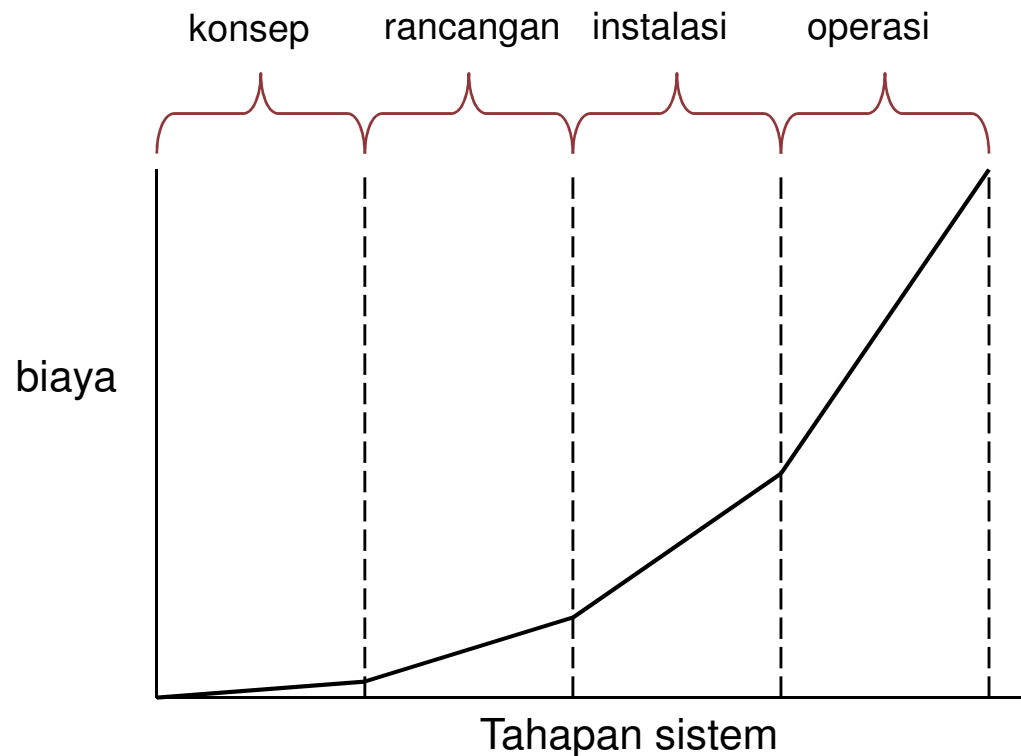
Justifikasi ekonomi: kesulitan

TIDAK mengetahui jumlah biaya yang dapat dihemat sampai akhirnya sistem nyata dijalankan



ROI atau *payback analysis*

Rule of tens

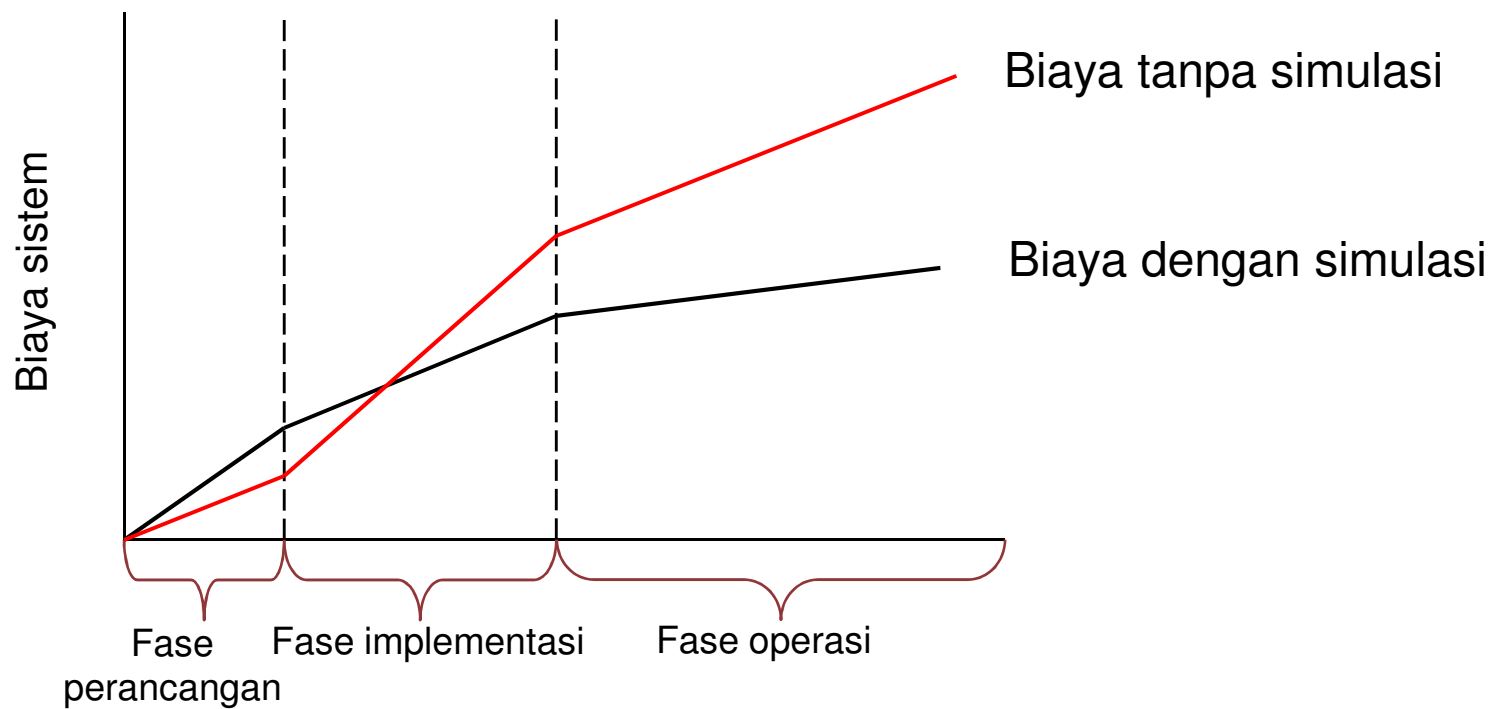


Rule of tens:

Aturan untuk memperbaiki suatu masalah meningkat 10 kali lipat pada setiap tahap perancangan yang dilalui tanpa bisa dideteksi

Biaya melakukan perubahan pada tahapan pengembangan sistem

Biaya tanpa vs. dengan simulasi



Rangkuman

- Simulasi merupakan teknologi tangguh untuk meningkatkan kinerja sistem dengan menyediakan cara untuk membuat rancangan dan keputusan manajemen yang lebih baik
- Simulasi adalah alat pengambilan keputusan yang tak ternilai
- Simulasi merangsang pemikiran kreatif dan menghasilkan keputusan rancangan yang baik