

**Modul OL 8**

**Verifikasi dan validasi model**



**PEMODELAN SISTEM  
(TKT 315)**

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

**TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS ESA UNGGUL  
JAKARTA  
2019**

### 1. Tujuan Instruksional

Setelah kuliah selesai mahasiswa diharapkan dapat:

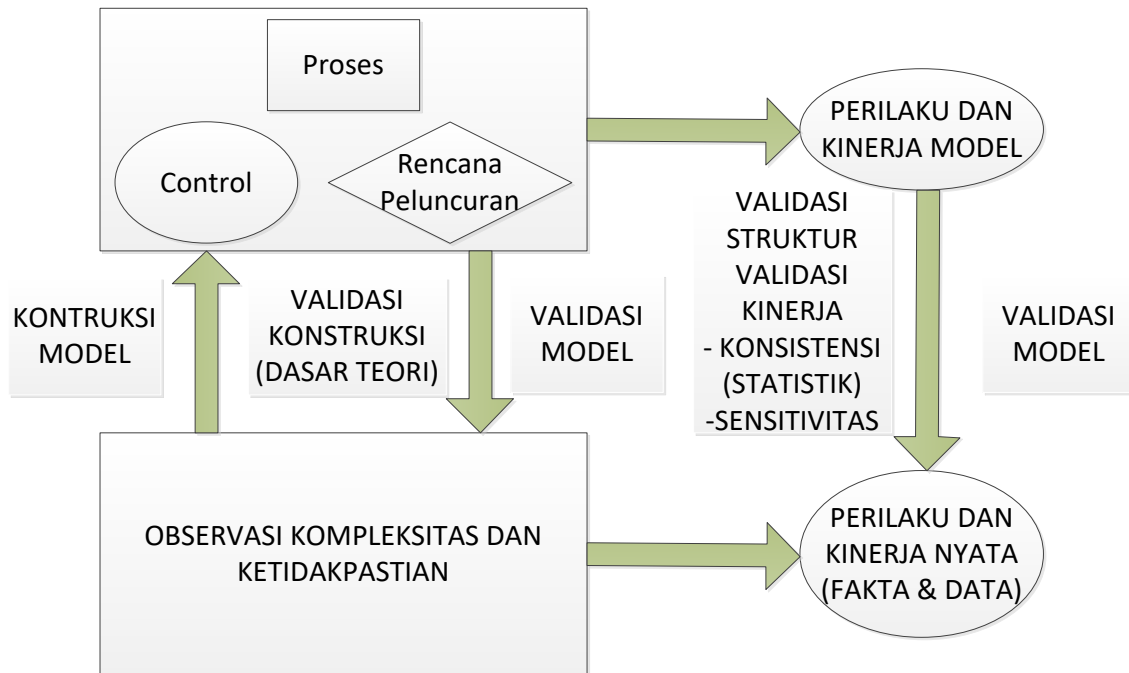
- 1.1 Menjelaskan definisi Validasi
- 1.2. Menerangkan Manfaat Validasi
- 1. 3. Membuat Validasi Model

### 2. Materi Pembahasan

- 2.1 Konsep Validasi
- 2.2 Aturan Verifikasi Dan Validasi Dalam Simulasi
- 2.3 Validasi Model Konseptual
- 2.4 Verifikasi dan Validasi Model Logis

### 3. Pembahasan

Bahasa system itu bersifat logika dan dinamis dimana bahasa system ini dapat membangun struktur model. bahasa system dapat memudahkan komunikasi dalam sebuah model. model yang ideal itu adalah model yang lulus tahap validasi. Ada[un gambaran dari proses validasi model, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses Validasi Model

## 2. Uji Validasi Struktur

Ada 2 jenis validitas struktur yaitu:

1. Validitas Konstruksi (Uji Teori)  
Adalah keyakinan kevalidan sebuah struktur model yang dapat diterima secara akademis.
2. Kestabilan Struktur (Uji Ketahanan)  
Adalah kemampuan bertahan struktur dalam dimensi waktu.

Kedua jenis validasi struktur ini mempunyai tujuan untuk mengukur sejauh mana struktur model itu mendekati struktur nyatanya. Untuk validitas konstruksi ini dibagi menjadi 2 juga yaitu:

1. Validitas Konstruksi dengan teori  
Adalah mengukur sejauh mana struktur model yang dibuat apakah sudah sesuai dengan teori ilmiah. hal ini memiliki kelemahan yaitu pembuat model sering menggunakan akal sehat dan bukan berdasarkan teori yang ada sehingga sering menimbulkan perdebatan yang tak berguna.
2. Validitas Konstruksi dengan kritik teori  
Adalah mengukur struktur model apakah mengikuti teori yang terus berkembang. Sehingga pembuatan model juga ikut berkembang tidak berdasarkan teori yang sudah usang.

Jika struktur model sudah lulus tahap validitas konstruksi maka model ini belum dinyatakan valid karena model ini belum melalui tahap uji kestabilan struktur. Dengan tahap uji kestabilan struktur model ini terlihat struktur model akan dilihat daya tahannya atau kestabilannya terhadap waktu.

Tahap Uji kestabilan struktur dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Tahap Agregat  
Adalah bersifat umum
2. Tahap Disagregat  
Adalah bersifat rinci

Dari tahapan agregat dilakukan kemudian dilakukan lagi tahap disagregat. Jika pelaksanaan kedua tahap ini menghasilkan kerja system yang tidak logis, maka ada kekurangan pada struktur modelnya. Dan modelnya itu harus disempurnakan jika tidak bisa maka struktur modelnya dibuat dari awal.

Untuk menjawab persoalan model structural pemodel haruslah menemukan solusi yang jitu. Jika tidak menemukannya maka pemodel akan menantang kerumitan yang tidak menghasilkan apa-apa. Dalam hal ini dibilangnya pemodel akan melakukan hal sia-sia karena tidak sebanding usaha dengan hasil dan kerumitan ini akan membawa kearah yang salah.

Model yang kurang logis dikarenakan kurangnya teori yang masuk akal pada saat membuat model itu dan ini menjadikan struktur model menjadi lemah. Jika struktur model yang lemah ini diperbaiki atau dibuat ulang dan menghasilkan struktur model yang logis dan tahap validasi struktur selesai kemudian dilanjutkan uji validasi kinerja/output model.

### 3. Uji Validitas Kinerja/output model.

Validitas kinerja/output model ini hanya pelengkap. Validitas kinerja/output model ini melihat apakah kinerja/output model menyerupai kinerja/output kenyataannya. Cara melakukan validitas kinerja/output model ini dengan membandingkan kinerja/output model yang dilakukan dengan data empiris dibandingkan dengan kinerja/output model nyata yang menggunakan data empiris yang sama. Dalam menguji kekonsistensian Kinerja/output model yang perlu diperhatikan adalah:

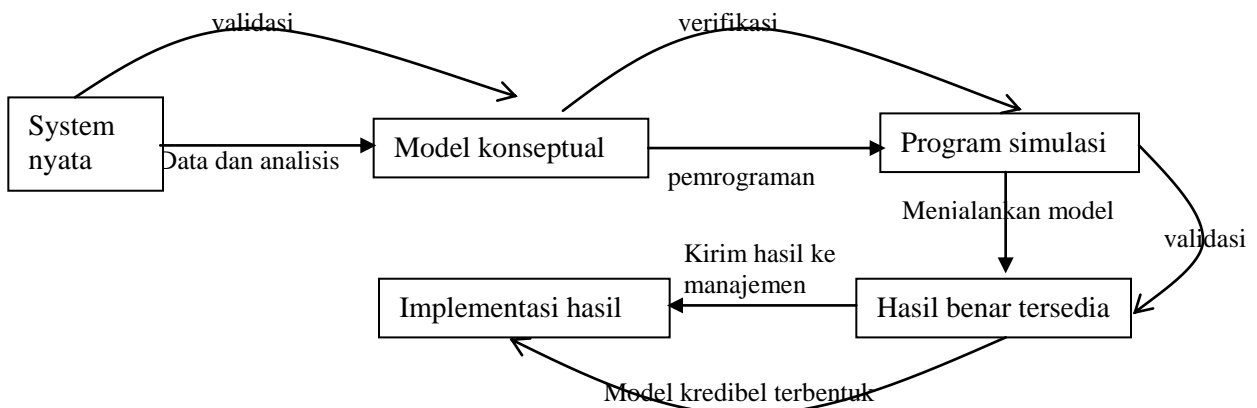
1. Konsistensi unit analisis dan dimensi (Uji Unit Model)
2. Data simulasi yang dihasilkan model (Uji Kinerja/Output Model)

Ada 2 tahap dalam melakukan uji konsistensi, yaitu

1. Uji secara visual  
Adalah Menguji dengan visual dulu, jika ada kesalahan pada output/kinerja model maka variable dari model akan segera diperbaiki.
2. Uji Statistik output/kinerja model  
Adalah melakukan uji output/kinerja model dengan AME, AVE, APE, U-Theil's, Kalman, DW.

#### 3.1. Konsep Validasi

Validasi adalah proses penentuan apakah model, sebagai konseptualisasi atau abstraksi, merupakan representasi berarti dan akurat dari sistem nyata? (Hoover dan Perry, 1989); validasi adalah penentuan apakah mode konseptual simulasi (sebagai tandingan program komputer) adalah representasi akurat dari sistem nyata yang sedang dimodelkan (Law dan Kelton, 1991).



Gambar 1. Relasi verifikasi, validasi dan pembentukan model kredibel

### 3.2. Aturan Verifikasi Dan Validasi Dalam Simulasi

Ketika membangun model simulasi sistem nyata, kita harus melewati beberapa tahapan atau level pemodelan. Seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 1**, pertama kita harus membangun model konseptual yang memuat elemen sistem nyata. Dari model konseptual ini kita membangun model logika yang memuat relasi logis antara elemen sistem juga variabel eksogenus yang mempengaruhi sistem. Model kedua ini sering disebut sebagai model diagram alur. Menggunakan model diagram alur, lalu dikembangkan program komputer, yang disebut juga sebagai model simulasi, yang akan mengeksekusi model diagram alur.

Pengembangan model simulasi merupakan proses iteratif dengan beberapa perubahan kecil pada setiap tahap. Dasar iterasi antara model yang berbeda adalah kesuksesan atau kegagalan ketika verifikasi dan validasi setiap model. Ketika validasi model dilakukan, kita mengembangkan representasi kredibel sistem nyata, ketika verifikasi dilakukan kita memeriksa apakah logika model diimplementasikan dengan benar atau tidak. Karena verifikasi dan validasi berbeda, teknik yang digunakan untuk yang satu tidak selalu bermanfaat untuk yang lain.

Baik untuk verifikasi atau validasi model, kita harus membangun sekumpulan kriteria untuk menilai apakah diagram alur model dan logika internal adalah benar dan apakah model konseptual representasi valid dari sistem nyata. Bersamaan dengan kriteria evaluasi model, kita harus spesifikasikan siapa yang akan mengaplikasikan kriteria dan menilai seberapa dekat kriteria itu memenuhi apa yang sebenarnya.

Tabel 1. Hal yang harus diperhatikan dalam verifikasi dan validasi.

Model	Verifikasi	Validasi
Konseptual		Apakah model mengandung semua elemen, kejadian dan relasi yang sesuai?
		Apakah model dapat menjawab pertanyaan pemodelan?
Logika	Apakah kejadian direpresentasikan dengan benar?	Apakah model memuat semua kejadian yang ada pada model konseptual?
	Apakah rumus matematika dan relasi benar?	
	Apakah ukuran statistik dirumuskan dengan benar?	Apakah model memuat semua relasi yang ada dalam model konseptual?
Komputer atau simulasi	Apakah kode komputer memuat semua aspek mode logika?	Apakah model komputer merupakan representasi valid dari sistem nyata?
	Apakah statistik dan rumus dihitung dengan benar?	Dapatkah model komputer menduplikasi kinerja sistem nyata?
	Apakah model mengandung kesalahan pengkodean?	Apakah output model komputer mempunyai kredibilitas dengan ahli sistem dan pembuat keputusan?

Praktisi simulasi harus dapat menentukan aspek apa saja, dari sistem yang kompleks, yang perlu disertakan dalam model simulasi

Petunjuk umum dalam menentukan tingkat kedetailan yang diperlukan dalam model simulasi :

- Hati-hati dalam mendefinisikan
- Model-model tidak valid secara universal
- Memanfaatkan ‘pakar’ dan analisis sensitivitas untuk membantu menentukan level detail model

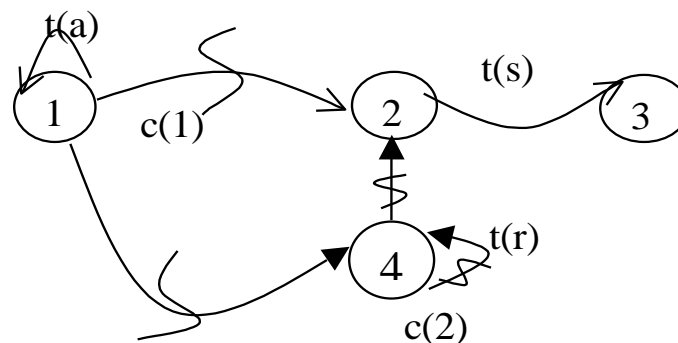
### 3.3 Validasi Model Konseptual

Validasi model konseptual adalah proses pembentukan abstraksi relevan sistem nyata terhadap pertanyaan model simulasi yang diharapkan akan dijawab. Validasi model simulasi dapat dibayangkan sebagai proses pengikat dimana analis simulasi, pengambil keputusan dan manajer sistem setuju aspek mana dari sistem nyata yang akan dimasukkan dalam model, dan informasi apa (output) yang diharapkan akan dihasilkan dari model. Tidak ada metode standar untuk validasi model konseptual, kita hanya akan melihat beberapa metode yang berguna untuk validasi.

#### *Representasi Kejadian Sistem*

Metode ini menggunakan graf kejadian seperti yang digunakan dalam pemodelan. Teknik pembuatan grafnya juga sama. Kita harus mendefinisikan dengan jelas relasi kondisional antar kejadian. Representasi graf dapat digunakan sebagai jembatan ke model logis (model diagram alur) juga sebagai alat bantu komunikasi antara analis simulasi, pengambil keputusan dan manajer. Hampir sama dengan graf kejadian adalah model diagram alur, merepresentasikan aliran entitas melalui sistem.

Ingat kembali, representasi kejadian sistem komputer time shared adalah:



Secara konseptual, kita modelkan sistem sebagai interaksi kejadian:

- pemakai melakukan koneksi ke sistem
- pemakai terhubung dan sesi mulai
- pemakai menyudahi sesi
- pemakai yang ditolak mencoba koneksi ke sistem

### 3.4. Identifikasi Eksplisit Elemen yang Harus Ada dalam Model

Pada umumnya model konseptual tidak dapat memasukkan semua detil sistem nyata, melainkan hanya elemen yang relevan dengan pertanyaan yang diharapkan akan dijawab. Dalam pembuatan model konseptual, semua kejadian, fasilitas, peralatan, aturan operasi, variabel status, variabel keputusan dan ukuran kinerja harus jelas diidentifikasi dan akan menjadi bagian dari model simulasi. Kita juga harus mengidentifikasi dengan jelas semua elemen yang tidak akan dimasukkan dalam model simulasi. Analisis simulasi, pengambil keputusan dan manajer harus bergabung untuk memutuskan berapa banyak sistem nyata harus dimasukkan untuk menghasilkan representasi valid sistem nyata.

Dua filosofi yang digunakan untuk memutuskan berapa banyak sistem nyata harus dimasukkan dalam model simulasi:

1. masukkan semua aspek sistem yang dapat mempengaruhi perilaku sistem dan menyederhanakan model begitu dapat memahami elemen relevan sistem.
2. mulai dengan model sederhana sistem dan biarkan model berkembang semakin kompleks sejalan dengan semakin jelasnya elemen-elemen sistem yang harus dimasukkan dalam model untuk menjawab pertanyaan.

Kita juga percaya bahwa filosofi berikut ini juga perlu diikuti :

3. keluarkan usaha dan waktu yang lebih banyak dengan meeka yang lebih memahami sistem nyata, identifikasikan semua elemen yang akan memberikan dampak signifikan akan jawaban pertanyaan model yang diharapkan akan dijawab.

Sistem komputer time-shared adalah sebagai berikut:

- Kejadian :
  1. pemakai berusaha koneksi ke sistem
  2. pemakai terhubung dan sesi mulai
  3. pemakai menyudahi sesi
- Fasilitas :
  1. Komputer server
  2. Port
- Variabel status :
  1. Jumlah port yang sedang digunakan
  2. Waktu pemanggilan berikutnya
  3. Waktu akhir koneksi port ke-i
  4. Mengindikasikan apakah port sibuk atau menganggur
- Ukuran kinerja:
  1. Waktu kumulatif pemakai terhubung ke sistem
  2. Jumlah total pemakai memanggil sistem
  3. Jumlah total panggilan yang terhubung

4. Jumlah total panggilan yang gagal terhubung
  5. Utilitas port
- Variabel keputusan:
    1. Jumlah port
    2. Ekspektasi lama sesi pemakai
  - Aturan operasional :
    1. Klien mencoba berulang-ulang sampai tersambung.
  - Aspek sistem nyata yang tidak dimasukkan diantaranya:
    1. Klien tidak akan mencoba hubungan lagi pada periode waktu tertentu jika menemukan port semua sibuk.
    2. Kerusakan fasilitas

### 3.5. Verifikasi dan Validasi Model Logis

Bentuk model logis tergantung dari bahasa pemrograman yang akan digunakan. Jika model konseptual sudah dibangun dengan baik, verifikasi model konseptual bukan pekerjaan kompleks. Ada beberapa pertanyaan yang harus dijawab sebelum kita yakin bahwa model logis merepresentasikan model konseptual. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk verifikasi model logis adalah dengan fokus pada:

1. apakah kejadian dalam model diproses dengan benar?
2. apakah rumus matematika dan relasi dalam model valid?
3. apakah statistik dan ukuran kinerja diukur dengan benar?

#### *Verifikasi dan Validasi Pemrosesan Kejadian*

- validasi bahwa model logis mengandung semua kejadian dalam model konseptual
- verifikasi hubungan di antara kejadian
- verifikasi bahwa model logis memproses kejadian secara simultan dengan urutan benar.
- Verifikasi bahwa semua variabel status yang berubah karena terjadinya suatu kejadian diperbaiki dengan benar.

Metode umum yang digunakan untuk verifikasi dan validasi pemrosesan kejadian dalam model logis adalah structured walk-through, dimana pengembang model logis harus menjelaskan (walk through) logika detil model ke anggota lain tim pengembang model simulasi.

### 3.6 Validasi Model Simulasi

- Perspektif Umum Simulasi:
- Eksperimen dengan model simulasi untuk eksperimen sistem aktual
- Kemudahan atau kesulitan dari proses validasi tergantung pada kompleksitas sistem yang dimodelkan



- Sebuah model simulasi dari sebuah sistem yang kompleks hanya dapat menjadi pendekatan terhadap aktual sistem
- Sebuah model simulasi sebaiknya selalu dibangun untuk sekumpulan tujuan tertentu
- Sebuah buku catatan dari asumsi-asumsi model simulasi sebaiknya diupdate berkala
- Sebuah model simulasi sebaiknya divalidasi relatif terhadap ukuran kinerja yang akan digunakan untuk pengambilan keputusan
- Pembentukan model dan validasi sebaiknya dilakukan sepanjang pensimulasian
- Pada umumnya tidak mungkin untuk membentuk validasi statistik secara formal diantara data output model dengan data output sistem aktual

**Langkah 1.** Membangun sebuah model dengan usaha melibatkan informasi semaksimal mungkin:

- Berdiskusi dengan para ‘pakar’ sistem
- Melakukan observasi terhadap sistem
- Memanfaatkan Teori yang ada
- Memanfaatkan hasil dari Model simulasi yang sama dan relevan
- Menggunakan pengalaman atau intuisi
- Memanfaatkan Teori yang ada
- Memanfaatkan hasil dari Model simulasi yang sama dan relevan
- Menggunakan pengalaman atau intuisi
- 

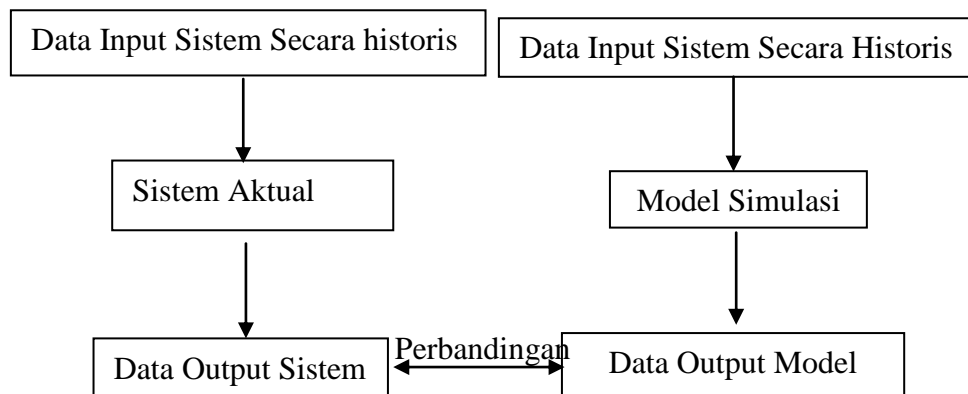
**Langkah 2.** Menguji asumsi-asumsi model secara empiris

Jika distribusi probabilitas secara teoritis cocok dengan observasi dan digunakan sebagai input untuk model simulasi, dapat diuji dengan pembuatan grafik dan uji goodness-of-fit. Jika beberapa himpunan data diobservasi untuk fenomena random yang sama, maka perbaikan dari penggabungan data tersebut dapat ditentukan dengan uji Kruskal-Wallis. Salah satu utiliti yang sangat berguna adalah analisis sensitivitas.

**Langkah 3.** Menentukan seberapa representatif output Simulasi

Prosedur Statistik untuk membandingkan data output dari observasi dunia nyata dan simulasi:

- Korelasi pendekatan inspeksi :



- Pendekatan pendugaan selang kepercayaan berdasarkan data independen
- Pendekatan Time Series

Setelah model diverifikasi, selanjutnya kita harus menentukan apakah output simulasi akurat, dan karenanya valid, sebagai representasi sistem nyata. Validasi model simulasi dilakukan dengan partisipasi analis, pengambil keputusan dan manajer sistem. Uji validasi model adalah apakah pengambil keputusan dapat mempercayai model yang digunakan sebagai bagian dari proses pengambilan keputusan.

Tidak ada teknik tunggal untuk melakukan validasi model. Prosedur validasi model simulasi tergantung dari sistem yang sedang dimodelkann dan lingkungan pemodelan. Beberapa metode validasi adalah:

1. perbandingan output simulasi dengan sistem nyata.
2. metode Delphi.
3. pengujian Turing.
4. perilaku ekstrim

### **3.7. Perbandingan Output Simulasi dengan Sistem Nyata**

Membandingkan output ukuran kinerja model simulasi dengan ukuran kinerja yang sesuai dari sistem nyata adalah metode yang paling sesuai untuk melakukan validasi model simulasi. Jika ukuran kinerja sistem nyata cukup tersedia, uji statistik umum seperti uji t digunakan dimana kita menguji hipotesis kesamaan nilai rata-rata. Kadang-kadang uji F juga dapat digunakan untuk menguji kesamaan ragam sistem nyata dengan model simulasi. Beberapa metode nonparametrik lainnya juga bisa digunakan, misalnya ChiSquare dan Kolmogorov Smirnov.

Perbandingan antara model dan sistem nyata merupakan perbandingan statistik dan perbedaan dalam performans harus diuji untuk signifikansi statistiknya. Perbandingan ini tidak bisa dilakukan dengan sederhana begitu, karena performans yang diukur menggunakan simulasi didasarkan pada periode waktu yang sangat lama, mungkin beberapa tahun. Kinerja yang diukur dalam sistem nyata sebaliknya didasarkan pada periode waktu singkat, mungkin hanya dalam ukuran minggu atau paling lama bulan. Kendala kedua, semua kondisi awal sistem, yang mempunyai pengaruh pada performans sistem secara umum tidak diketahui pada sistem nyata.

Permasalahan lainnya dalam membuat perbandingan statistikal antara sistem nyata dengan model simulasi adalah bahwa performan yang diukur dalam sistem nyata mungkin merefleksikan banyak elemen atau pengaruh dalam sistem yang dikeluarkan dari sistem. Contohnya, ukuran kinerja untuk sistem produksi mungkin memasukkan pengaruh seperti shift kerja panjang, liburan dan kecelakaan industri. Pengaruh ini elbih disukai dikeluarkan dari model simulasi karena pengaruhnya akan konstan untuk sembarang alternatif model simulasi yang diharapkan untuk dievaluasi.

Dalam banyak proyek model yang sedang disimulasikan, sistem nyata bahkan belum ada. Dalam kasus seperti itu, tidak ada ukuran kinerja sistem nyata yang dapat digunakan

sebagai perbandingan dengan ukuran kinerja model simulasi. Cara terbaik mungkin mencari sistem yang mirip, tapi perbandingan seperti itu lemah.

### ***Metode Delphi***

Metode Delphi dikembangkan sebagai pendekatan ke analisis permasalahan ketika sangat sedikit data tersedia atau sistem nyata sedang dipertimbangkan. Dalam metode Delphi, sekelompok ahli terpilih membentuk panel yang akan menghasilkan jawaban konsensus terhadap pertanyaan yang diajukan ke mereka. Dalam lingkungan simulasi, panel mungkin terdiri dari manager dan pengguna sistem yang sedang dimodekan dan pertanyaan adalah tentang perilaku atau kinerja sistem di bawah kondisi operasi tertentu. Metode Delphi tidak memasukkan diskusi tatap muka, oleh karena itu terhindar dari ketegangan diskusi kelompok seperti dominasi peserta paling vokal. Metode dikembangkan oleh perusahaan RAND dan telah digunakan dalam berbagai bentuk.

Metode Delphi terdiri dari prosedur interaktif berikut:

1. Kuesioner yang memuat pertanyaan respon sistem nyata terhadap input tertentu atau perubahan struktural dikirim ke setiap anggota panel.
2. didasarkan pada respon akan kuesioner pertama, kuesioner kedua dibentuk yang akan menarik respon lebih spesifik dari panel.
3. kuesioner baru dikirimkan ke panel bersamaan dengan pemurnian respon panel akan pertanyaan dari tahap sebelumnya.

Tahap 1 sampai 3 diulang 2 kali atau lebih sampai analis mendapatkan prediksi ahli akan respon sistem terhadap input atau perubahan struktural yang sedang dipertimbangkan.

Kritikan pertama terhadap metode Delphi adalah bahwa itu mahal dan memerlukan waktu lama. Hal ini tidak selalu benar. Metode validasi Delphi tidak harus menyebabkan penundaan proyek simulasi karena itu dapat dilakuakn bersamaan dengan pembangunan mode komputer. Metode Delphi mungkin akan sangat mahal, tetapi untuk beberapa proyek simulasi itu bisa relatif lebih murah dibandingkan metode lain.

Kritikan kedua terhadap metode Delphi adalah jika metode itu cukup efektif memprediksi perilaku sistem nyata, mengapa tidak menggunakan metode Delphi in lieu pemodelan simulasi? Dalam beberapa situasi, faktanya metode Delphi mungkin menjadi metode yang efektif biaya; tetapi bagaimanapun, adalah tidak praktis untuk mempertahankan panel ahli untuk memprediksi respon sistem terhadap perubahan yang sedang dipertimbangkan.

### ***Pengujian Turing***

Metode ini diajukan oleh Alan Turing sebagai uji intelegensia buatan. Seorang ahli atau panel ahli menyediakan ringkasan gambaran atau laporan berdasarkan sistem nyata dan model simulasi. Jika ahli tidak dapat mengidentifikasi laporan berdasarkan output model simulasi, kredibilitas model ditingkatkan. Kesulitan utama validasi model menggunakan

uji Turing adalah penyesuaian ukuran kinerja sistem nyata sehingga pengaruh tidak dimaksudkan sebagai bagian dari model simulasi dihilangkan.

### ***Perilaku Ekstrim***

Kadang-kadang sistem nyata dapat diamati di bawah kondisi ekstrim dimana situasi tidak biasa muncul. Kadang-kadang hal ini menjadi solusi ideal untuk mengumpulkan data ukuran kinerja sistem nyata untuk perbandingan output mode simulasi yang dijalankan pada kondisi yang sama. Kadang-kadang juga manager sistem lebih mudah memprediksi bagaimana perilaku sistem nyata pada kondisi ekstrim daripada pada kondisi normal. Dengan membandingkan prediksi perilaku sistem nyata di bawah kondisi ekstrim dengan kinerja model pada kondisi sama, mode dapat divalidasi.

### **Uji Validasi Struktur**

Ada 2 jenis validitas struktur yaitu:

3. Validitas Konstruksi (Uji Teori)

Adalah keyakinan kevalidan sebuah struktur model yang dapat diterima secara akademis.

4. Kestabilan Struktur (Uji Ketahanan)

Adalah kemampuan bertahan struktur dalam dimensi waktu.

Kedua jenis validasi struktur ini mempunyai tujuan untuk mengukur sejauh mana struktur model itu mendekati struktur nyatanya. Untuk validitas konstruksi ini dibagi menjadi 2 juga yaitu:

3. Validitas Konstruksi dengan teori

Adalah mengukur sejauh mana struktur model yang dibuat apakah sudah sesuai dengan teori ilmiah. hal ini memiliki kelemahan yaitu pembuat model sering menggunakan akal sehat dan bukan berdasarkan teori yang ada sehingga sering menimbulkan perdebatan yang tak berguna.

4. Validitas Konstruksi dengan kritik teori

Adalah mengukur struktur model apakah mengikuti teori yang terus berkembang. Sehingga pembuatan model juga ikut berkembang tidak berdasarkan teori yang sudah usang.

Jika struktur model sudah lulus tahap validitas konstruksi maka model ini belum dinyatakan valid karena model ini belum melalui tahap uji kestabilan struktur. Dengan tahap uji kestabilan struktur model ini terlihat struktur model akan dilihat daya tahannya atau kestabilannya terhadap waktu.

Tahap Uji kestabilan struktur dibagi menjadi 2 yaitu:

3. Tahap Agregat

Adalah bersifat umum

4. Tahap Disagregat

Adalah bersifat rinci

Dari tahapan agregat dilakukan kemudian dilakukan lagi tahap disagregat. Jika pelaksanaan kedua tahap ini menghasilkan kerja system yang tidak logis, maka ada kekurangan pada struktur modelnya. Dan modelnya itu harus disempurnakan jika tidak bisa maka struktur modelnya dibuat dari awal.

Untuk menjawab persoalan model structural pemodel haruslah menemukan solusi yang jitu. Jika tidak menemukannya maka pemodel akan menantang kerumitan yang tidak menghasilkan apa-apa. Dalam hal ini dibilangnya pemodel akan melakukan hal sia-sia karena tidak sebanding usaha dengan hasil dan kerumitan ini akan membawa kearah yang salah.

Model yang kurang logis dikarenakan kurangnya teori yang masuk akal pada saat membuat model itu dan ini menjadikan struktur model menjadi lemah. Jika struktur model yang lemah ini diperbaiki atau dibuat ulang dan menghasilkan struktur model yang logis dan tahap validasi struktur selesai kemudian dilanjutkan uji validasi kinerja/output model.

### **3. Uji Validitas Kinerja/output model.**

Validitas kinerja/output model ini hanya pelengkap. Validitas kinerja /output model ini melihat apakah kinerja/output model menyerupai kinerja/output kenyataannya. Cara melakukan validitas kinerja/output model ini dengan membandingkan kinerja/output model yang dilakukan dengan data empiris dibandingkan dengan kinerja/output model nyata yang menggunakan data empiris yang sama. Dalam menguji kekonsistensian Kinerja/output model yang perlu diperhatikan adalah:

- a. Konsistensi unit analisis dan dimensi (Uji Unit Model)
- b. Data simulasi yang dihasilkan model (Uji Kinerja/Output Model)

Ada 2 tahap dalam melakukan uji konsistensi, yaitu

1. Uji secara visual
  - a. Adalah Menguji dengan visual dulu, jika ada kesalahan pada output/kinerja model maka variable dari model akan segera diperbaiki.
2. Uji Statistik output/kinerja model
  - a. Adalah melakukan uji output/kinerja model dengan AME, AVE, APE, U-Theil's, Kalman, DW.

### **4. Penerapan Uji Validitas**

Ini adalah langkah penerapan uji validitas. Contoh uji validitas pada kasus pembangunan dikawasan industry.

#### **1. Langkah 1.**

Melakukan Validitas Konstruksi (Uji Teori). Contohnya:

- Menurut Teori Makro: peningkatan jumlah pembangunan pabrik di wilayah industry disebabkan karena laju pembangunan industry (ekonomi tumbuh) dan peningkatan jumlah penutupan pabrik di wilayah industry disebabkan oleh umur depresiasi bangunan pabrik yang sudah habis (ekonomi lesu).
- Menurut Teori Mikro: Pembangunan Kawasan Industri, Secara Teori jika terjadi permintaan terhadap lahan industry untuk pembangunan pabrik,

maka terjadi peningkatan laju pertumbuhan industry. Laju pertumbuhan industry ini dibatasi oleh terbatasnya lahan yang tersedia.

2. Langkah 2.
  - Melakukan kestabilan struktur model dengan uji agregat dan uji disagregat. Contohnya:
  - Memberikan parameter untuk unsur-unsur model yang dibahas. Misalnya penambahan dan pengurangan jumlah pendirian pabrik di kawasan industry dibandingkan dengan waktu. Dan ini akan menghasilkan sebuah kurva pembangunan industry.
  - Proses agregasi itu adalah proses penyederhanaan yang rumit(disagregat). Tapi masih menghasilkan pola yang sama dengan yang rumit karena struktur dasarnya tidak berubah.
3. Langkah 3.

Melakukan pemeriksaan terhadap unsur-unsur model yang saling berkaitan baik pemeriksaan dimensi dan juga pemeriksaan persamaan powersimnya. Contohnya:  
Variabel pembangunan pabrik/industry (dimensi unit), Variabel luas lahan yang ada (dimensi hektar), dan manakah interaksi keduanya (tambah, kurang, kali, bagi). Interaksi ini dalam 1 hektar itu ada berapa unit pabrik jadi interaksinya adalah: Unit/hektar.
4. Langkah 4.

Melakukan uji validitas kinerja/output model. Ada 2 tahapan:

  1. Melakukan uji visualisasi untuk mencari kesalahan yang menonjol pada unsur-unsurnya maupun pada parameter model tersebut dan kemudian melakukan perbaikan.
  2. Menghitung dengan menggunakan rumus AME, AVE, U-Theil, DW, dan Kalman Filter dan kemudian rumus ditulis kedalam powersim. Tahapan cara menggunakan powersim yaitu:
    1. Menulis rumus AME, AVE, U-Theil, DW, dan Kalman Filter kedalam powersim sesuai dengan persamaan yang ada di powersim.
    2. Tulis data aktual dibawah persamaan powersim tadi.
    3. Menjalankan simulasi sambil memeriksa gambar dan nilai statistik AME, AVE, U-Theil, DW, dan Kalman Filter pada powersim.
    4. Mengambil kesimpulan dari hasil simulasi.

Rangkuman dari validitas dinamis adalah sebagai berikut.

1. Model yang valid adalah model yang lulus tahap validitas.
2. Validitas struktur suatu model itu membuat struktur / bangunan model dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.
3. Validitas kinerja / output suatu model itu membuat keyakinan pemodel bahwa kinerja / output model dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Validitas struktur lebih mengutamakan penekanan apakah model sesuai dengan pemikiran ilmiah (logis) sedangkan validitas kinerja/output model lebih menekankan pada kebenaran model dengan pelaksanaan menggunakan data empiris. Model yang baik itu memenuhi logis dan empiris.

### Sensitivitas Model

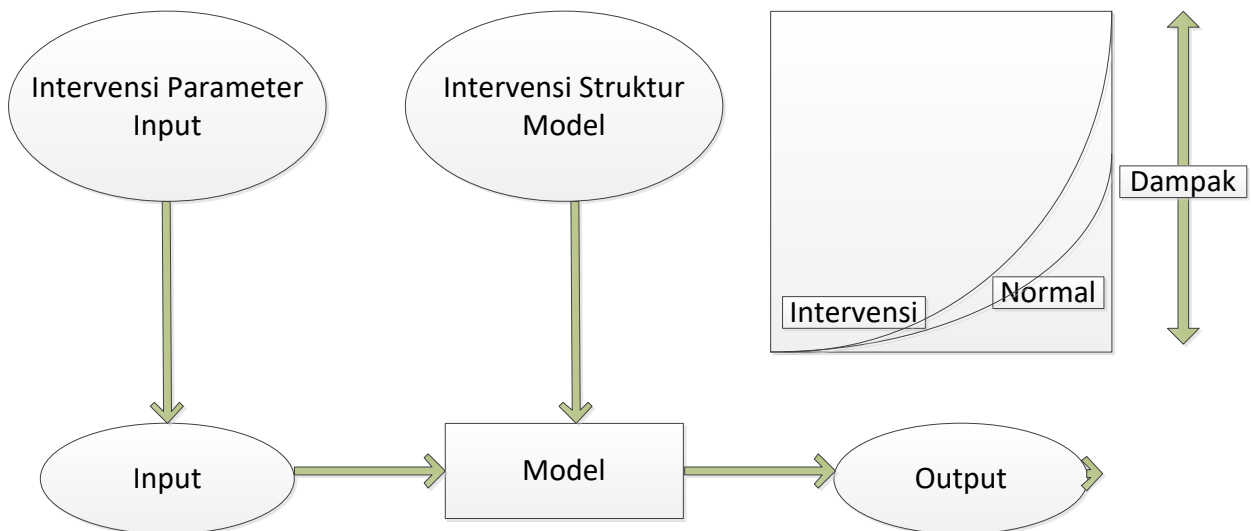
Uji sensitivitas adalah memberi perlakuan pada struktur model untuk melihat perubahan yang terjadi pada kinerja / output model tersebut.

Perlakuan terhadap struktur model biasanya adalah sebuah kebijakan yang akan dilakukan untuk melihat perubahan kinerja / output model baik perubahan yang diinginkan (dampak positive) ataupun perubahan yang tidak diinginkan (dampak negative).

Tujuan sebenarnya dari uji sensitivitas ini adalah membuat kebijakan yang layak untuk mencapai tujuan (nilai positive) dan mengantisipasi dari hal-hal yang tidak diinginkan (nilai negative).

Ada 2 kategori uji sensitivitas yaitu menggunakan:

1. intervensi fungsional
2. intervensi structural



Gambar 2 Tipe Intervensi Model (parameter input vs struktur model)

### Intervensi Fungsional

Intervensi fungsional itu digunakan untuk menginterferensi parameter atau gabungan parameter model dengan menggunakan powersim dimana hal ini menggambarkan kejadian tertentu. Contoh

- Kenaikan harga migas disebabkan kenaikan harga dolar sebesar 100% pada tahun 1998. Jadi penulisan sensitivitas di powersim itu adalah “STEP(100% , 1998) terhadap harga migas”.

- Fluktuasi harga migas sebesar 20% pada tahun 1999 disebabkan karena ketidakpastian permintaan dan penawaran pada migas. Maka penulisan sensitivitas di powersim adalah “RANDOM(20%, 1999) terhadap harga migas”.
- Keputusan meningkatkan produksi migas sebesar 10% pada tahun 1999. Dikarenakan kebijakan OPEC dalam meningkatkan kuota produksi migas. Jadi sensitivitas di powersimnya “STEP(PULSE(10%,25),1999 terhadap perubahan laju produksi migas”.

Setelah memasukkan rumus uji sensitivitas pada powersim kemudian mengamati hasil kinerja / output model. pasti terjadi perubahan dinamis pada kinerja model dari dalam persentase fungsi waktu. Hasil cenderung bersifat non linier.

## 2. Intervensi Struktual

Intervensi yang mengubah hubungan unsur atau struktur yang membentuk model. contohnya:

- Intervensi dengan memberi penghubung “sub model” ke sebuah model dasar. Pengujian sensitivitas ini menggunakan “co-model”. ada 2 macam pelaksanaan intervensi struktual yaitu:
  1. Intervensi Inkremental: yaitu intervensi yang tidak mengubah struktur model dasar.
  2. Intervensi Radikal: yaitu intervensi yang mengubah struktur model dasar.
- Intervensi terhadap waktu delay dimana, kita harus merubah hubungan antar unsur-unsur suatu model. dengan kondisi : IF(VAR, delay1,delay2) terhadap variable “delay”.
  - Intervensi terhadap pola dan kecenderungan variable penghubung yaitu “table”. Setelah itu dilakukan pengamatan dampaknya pada kinerja system. Intervensi structural lebih berarti dari pada intervensi fungsional. Dampak intervensi bersifat non linier.

Model adalah gambaran dari suatu bentuk yang meniru fakta. Dari fakta yang diamati dalam pembuatan model akan menghasilkan 2 jenis data yaitu:

- a. Data Kuantitatif (Data Statistik).
- b. Data Kualitatif (informasi aktual).

Dalam dunia model ada istilah simulasi, simulasi itu ada tindakan variable yang diinteraksikan dengan menggunakan komputer. Tindakan yang digunakan dalam simulasi terdiri dari kedua data diatas. Dalam dunia permodelan penting sebuah simulasi memiliki data dan pola yang mirip dengan data kualitatif dan data kuantitatif fakta nyatanya. Proses melihat keserupaan ini dinamakan proses validasi output atau validasi kinerja model.

Teknik validitas output ini bersifat pelengkap saja karena teknik validitas yang utama itu pada validitas struktur, yang mana struktur model hampir serupa dengan struktur aslinya. Pada teknik validasi ini dilihat sejauh mana interaksi variabel model menyerupai interaksi nyatanya. Tapi validitas struktur tidak menjamin karena objek yang



sama dapat menghasilkan model yang berbeda. Model yang ideal itu adalah model yang lulus tahap validasi.

#### 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.

#### **Sinulasi dan Validasi Model**

Setelah formulas! awal dari suatu model telah dilakukan, maka kemampuannya menjelaskan karakteristik dan perilaku sistem nyata harus diuji. Hal ini penting agar model tersebut dapat diterima se-bagai sesuatu penggambaran keadaan yang sebenarnya dari sistem nyata yang dipelajari. Suatu model dapat dianggap sukses dan ber-manfaat apabila ia mampu meningkatkan ketepatan dalam menjelaskan perilaku sistem nyata. Oleh karena itu pengujian ketepatan model merupakan tahap kritis dalam pembangunan model. Ini da-pat dipandang sebagai ukuran kemampuan model dalam menjelaskan perilaku sistem nyata yang dipelajari pada batas-batas tertentu yang dapat diterima. Dalam tahap ini ada empat kriteria yang dapat dijadikan bahan evaluasi suatu model:

- a. Ketepatan (Accuracy): Ketepatan model menunjukkan sejauh mana model itu mampu meramalkan keadaan yang akan datang secara tepat. Ukuran ketepatan model dapat menggunakan ber-bagai ukuran statistik, tergantung pada struktur model yang digunakan.
- b. Kesahihan (Validity): hal ini menyangkut valiuitas dari struktur model, dalam bentuk hubungan di antara variabel-variabel.
- c. Kestabilan (Constancy): hal ini menyanglcut kestabilan dari nilai dugaan parameter yang harus bersifat konstan sepanjang waktu, yang berarti perilaku hubungan di antara variabel dalam model harus bersifat konstan sepanjang waktu.
- d. Ketersediaan variabel penduga: hal ini menyangkut ketersediaan nilai-nilai dari variabel kunci di masa yang akan datang, agar suatu model dapat dipergunakan. Hal ini sangat tergantung dari spesifikasi variabel pada tahap awal, di mana nilai-nilai dari

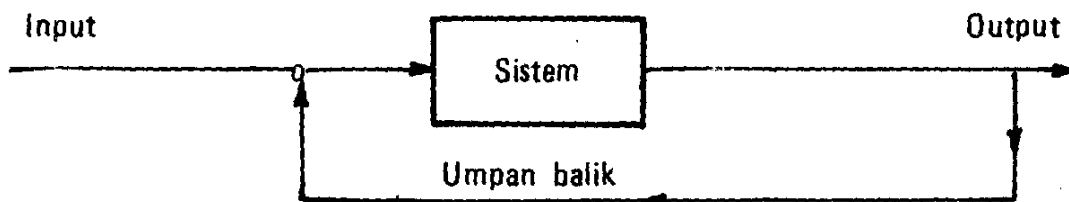
variabel yang terlibat dalam model yang dirumuskan harus selalu tersedia apabila model itu akan dipergunakan. 4. *Aplikasi Model*

Setelah model dibangun dan apabila berdasarkan pengujian model ternyata memuaskan, dalam pengertian bahwa model dapat diterima sebagai sesuatu yang mampu menjelaskan perilaku sistem nyata dalam batas-batas tertentu yang dapat diterima, maka model tersebut dapat diaplikasikan. Tentu saja aplikasi suatu model akan tergantung pada lingkungan di mana model itu dibangun, dalam arti bahwa tidak ada model yang dapat dipergunakan untuk semua kondisi tetapi terbatas pada kondisi tertentu di mana model itu dirumuskan.

Sebaliknya, apabila dalam pengujian model menunjukkan hasil yang tidak memuaskan, dalam pengertian model itu tidak mampu menjelaskan secara tepat tentang perilaku sistem nyata yang dipelajari maka perlu dilakukan modifikasi model (reformulasi model), sehingga proses pembangunan model akan berlangsung kembali. Dengan demikian tampak bahwa proses pembangunan model bersifat iteratif yang berlangsung secara kontinu (terus-menerus).

### 3.3 PENGENDALIAN UMPAN BALIK DALAM SISTEM

Model dasar suatu sistem (lihat Gambar 2.1) tidak menyediakan pengaturan umpan balik (feedback loop), hal ini berarti tidak ada pengendalian dalam sistem itu. Suatu sistem tanpa pengendalian dapat diibaratkan sebagai suatu mobil tanpa pengemudi, hal ini mengakibatkan mobil itu tidak dapat berfungsi secara optimum. Agar suatu sistem dapat berfungsi secara optimum, dalam pengertian bahwa ia dapat dijalankan secara efektif dan efisien, maka diperlukan pengendalian terhadap sistem itu. Dengan demikian perlu ditambahkan pengaturan umpan balik (feedback loop) pada model dasar sistem, sehingga akan menjadi seperti tampak dalam Gambar 2.19.



Gambar 2.19  
Pengendalian Umpan Balik dalam Sistem

Dengan adanya pengendalian umpan balik dalam sistem akan memungkinkan kita untuk mengendalikan sistem itu yang dapat diibaratkan sebagai seorang pengemudi yang dapat mengendalikan mobil ketika mobil itu berjalan. Dengan demikian sistem dengan adanya pengendalian umpan balik dapat diibaratkan sebagai mobil dengan pengemudinya. Sistem dengan adanya pengendalian umpan balik akan memiliki beberapa karakteristik berikut:

1. Dipengaruhi oleh unjuk laku (performance) yang lalu.
2. Hasil-hasil dari tindakan yang lalu mempengaruhi tindakan yang akan datang.
3. Mengetahui unjuk laku sistem itu dan secara otomatis dapat melakukan penyesuaian-penyesuaian (modifikasi).

4. Output tergantung pada input dan input tergantung pada output, yang dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi sebagai:  $output = f(input)$  dan  $input = g(output)$ , di mana  $f$  dan  $g$  adalah notasi fungsi.

Pada dasarnya umpan balik (feedback) dapat didefinisikan sebagai fungsi sistem yang memperoleh data unjuk laku sistem (output), kemudian membandingkan unjuk laku aktual itu terhadap unjuk laku yang diinginkan (suatu standar atau suatu kriteria) serta menentukan modifikasi (tindakan korektif) apabila diperlukan sehingga sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

Apabila kita akan merancang sistem pengendalian manajemen, maka secara eksplisit kita harus menetapkan/menyediakan informasi umpan balik dalam proses keputusan yang mengendalikan dan menyesuaikan aktivitas yang berjalan/berlangsung. Sebagai contoh, dalam proses produksi, kita menetapkan rencana produksi yang menspesifikasikan output-output yang diinginkan sepanjang waktu. Rencana produksi itu kemudian diimplementasikan. Setelah selang suatu periode operasi yang pendek (katakan satu minggu), kita mengukur output aktual dan membandingkan mereka dengan output yang diinginkan (sesuai rencana atau standar). Jika output aktual itu berada dalam suatu range yang dapat diterima dari output standar itu, maka kita tidak perlu melakukan modifikasi terhadap operasi sistem. Sebaliknya apabila output aktual itu berbeda secara nyata dengan output standar yang diinginkan, dalam pengertian bahwa berada di luar range yang ditetapkan, maka kita harus memutuskan untuk melakukan tindakan korektif yang tepat sebelum menjalankan kembali sistem itu. Tindakan korektif ini dimaksudkan untuk menyesuaikan unjuk laku sistem dengan unjuk laku yang diharapkan atau yang diinginkan, agar sesuai dengan standar atau kriteria yang telah ditetapkan dalam rencana produksi itu.

Dengan demikian konsep kunci terhadap keberhasilan operasi dari sistem pengendalian manajemen adalah umpan balik itu. Sistem pengendalian umpan balik untuk proses produksi dapat ditunjukkan secara skematis dalam Gambar 2.20.

### **.Buku Acuan**

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