

# **Modul OL 11**

## **Verifikasi dan Validasi Model**



### **PEMODELAN SISTEM**

**(TKT 315)**

**DISUSUN OLEH**

**DR. IPHOV K. SRIWANA, ST., M.SI**

**TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS ESA UNGGUL  
JAKARTA  
2019**

## **MODUL OL 11**

### **Verifikasi dan Validasi Model**

#### **1. Kemampuan akhir yang diharapkan :**

Setelah kuliah selesai mahasiswa diharapkan dapat:

Mahasiswa mampu menguraikan Verifikasi dan Validasi Model

#### **2. Materi Pembahasan**

2.1 Definisi sistem

2.2 Pemodelan sistem

2.3 Contoh contoh sistem

#### **3. Pembahasan**

##### **Validitas Model**

##### **1. Pendahuluan**

Sebuah model itu adalah suatu bentuk yang meniru fakta. Peniruan model terhadap fakta (sesuatu yang diamati) tidak boleh sama. 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 mirip dengan data kualitatif dan data kuantitatif fakta nyatanya. Proses melihat keserupaan ini dinamakan proses validasi output atau validasi kinerja model. hal yang sebaiknya diingat, kalau kita tidak bisa hanya mengandalkan validitas output, karena dua buah model yang berbeda bias saja menghasilkan output yang sama.

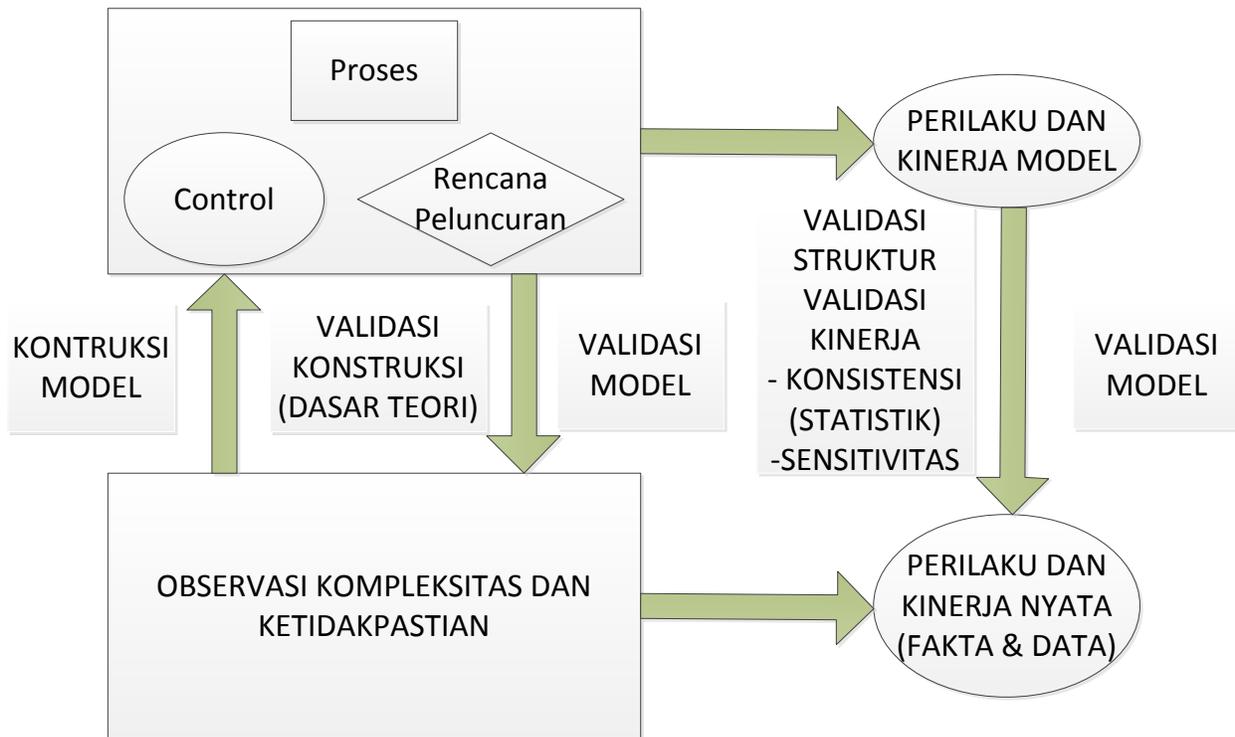
Teknik validitas output ini bersifat pelengkap saja karena teknik validitas yang utama itu pada validitas struktur. yang mana struktur model hampir serupa dengan struktur aslinya. Pada teknik validasi ini dilihat sejauh mana interaksi variabel model menyerupai interaksi nyatanya. Tapi validitas struktur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

Tantangan dalam membuat system ada 2 macam yaitu:

1. Pembuat system tidak terpaku pada keahlian dirinya sendiri.
2. Pembuat system mau menerima masukan dari orang lain.

Dengan begitu model yang ideal akan terbentuk dan model itu memiliki bahasa yang mudah dipahami berbagai pihak.

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.



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 Kontruksi 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 kontruksi 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.

Ada 5 Cara melakukan uji statistic output/kinerja model:

### 1. AME (Average Means Error)

Adalah: Penyimpangan nilai rata-rata simulasi dengan actual.

\*Dengan rumus:

$$AME = (S_i - A_i) / A_i$$

$$S_i = S_i / N$$

$$A_i = A_i / N$$

A = Nilai actual

S<sub>i</sub> = Nilai simulasi

N = Interval waktu pengamatan

\*Dengan Penulisan pada Powersim :

$$E1 = \text{abs}(S_r - A_r) / A_r$$

$$S_r = \text{integrate}(S) / (t(n) - t(0))$$

$$A_r = \text{integrate}(A) / (t(n) - t(0))$$

### 2. AVE (Average Variation Error)

Adalah: Penyimpangan nilai variasi simulasi dengan actual.

\*Dengan Rumus:

$$AVE = (S_s - S_a) / S_a$$

$$S_s = ((S_i - S_i)^2) / N$$

$$S_a = ((A_i - A_i)^2) / N$$

S<sub>a</sub> = deviasi nilai actual

S<sub>s</sub> = deviasi nilai simulasi

\*Dengan Penulisan pada Powersim :

$$E2 = \text{abs}(S_s - S_a) / S_a$$

$$S_s = \sqrt{\text{integrate}((S - S_r)^2) / (t(n) - t(0))}$$

$$S_a = \sqrt{\text{integrate}((A - A_r)^2) / (t(n) - t(0))}$$

### 3. U-Theils

Adalah: Koefisien diskripsi dari nilai simulasi dengan actual. ( ini berguna untuk melihat penyimpangan yang tidak terlihat pada AME dan AVE.

\*Dengan Rumus

$$U = S_e / (S_s + S_a)$$

$$S_e = (\{S - S_i - (A - A_i)\}^2) / N$$

S<sub>e</sub> = deviasi nilai simulasi terhadap nilai actual

\*Dengan Penulisan pada Powersim :

$$U = S_e / (S_s + S_a)$$

$$S_e = \sqrt{\text{integrate}(((S - S_r) - (A - A_r))^2) / (t(n) - t(0))}$$

#### 4. Kalman Filter

Adalah: Melihat kesesuaian simulasi dengan actual.

\*Dengan Rumus:

$$KF = V_s / (V_s + V_a)$$

$$V_s = \sum (S_i - \hat{S}_i)^2 / (N-1)$$

$$V_a = \sum (A_i - \hat{A}_i)^2 / (N-1)$$

V<sub>a</sub> = Varian nilai actual

V<sub>s</sub> = Varian nilai simulasi

\*Dengan Penulisan pada Powersim :

$$E3 = V_s / (V_s + V_a)$$

$$V_s = \text{integrate}((S - \hat{S}_r)^2)(t(n) - t(0+1))$$

$$V_a = \text{integrate}((A - \hat{A}_r)^2)(t(n) - t(0+1))$$

#### 5. DW (Durbin Watson)

Adalah: Melihat fluktuasi yang tajam dan kurang tajam

\*Dengan Rumus:

$$DW = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - \hat{A}_t) - \sum_{t=1}^{t-1} (A_t - \hat{A}_t)^2}{\sum_{t=1}^n (A_t - \hat{A}_t)^2}$$

t = waktu sekarang

t-1 = waktu lampau (-1)

\*Dengan Penulisan pada Powersim :

$$DW = d1 / d2$$

$$d1 = \text{integrate}((d - \text{delayinf}(d, 1, 1, 0))^2)$$

$$d2 = \text{integrate}((d)^2)$$

$$d = (A - S)$$

Notasi

A = Nilai Aktual

<sup>2</sup> = Pangkat Dua

n = Waktu

Sqrt = Akar

N = Nilai unit waktu

Integrate = sigma fungsi waktu

S = nilai simulasi

Abs = nilai absolute

### 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

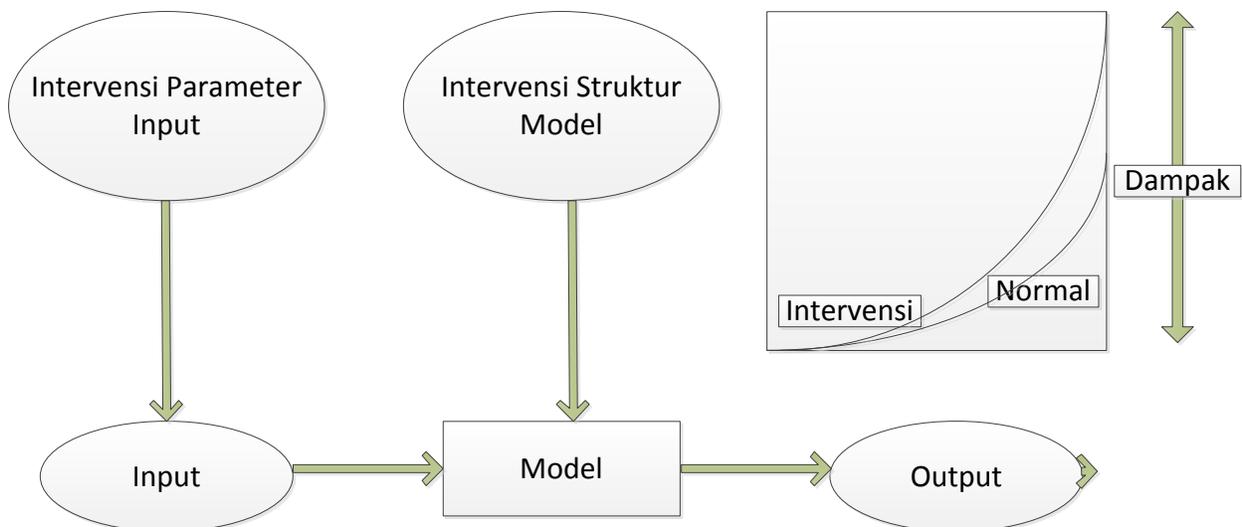
Uji sensitivitas adalah memberi perlakuan pada struktur model untuk melihat perubahan yang terjadi pada kinerja / output model tersebut.

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.

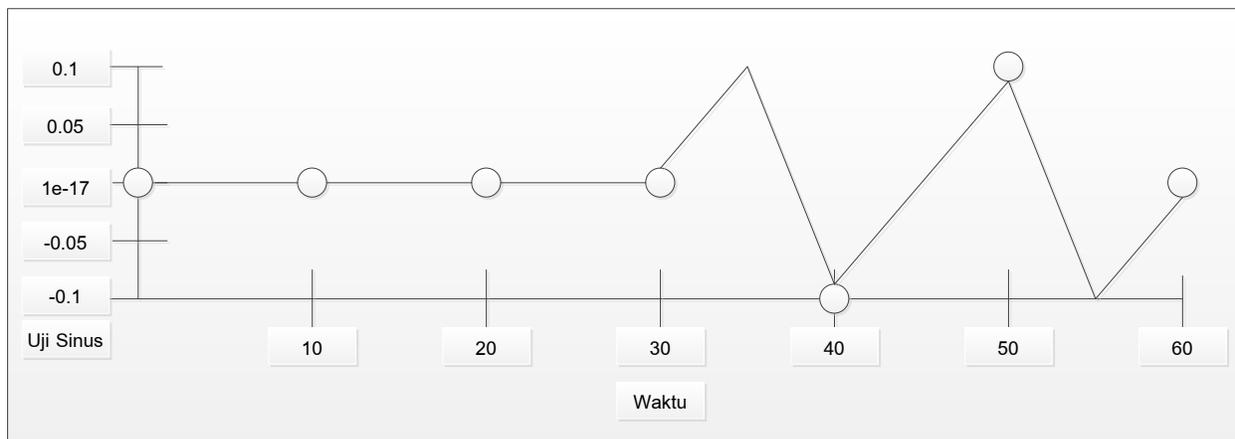
Ada beberapa cara melakukan uji sensitivitas dengan powersim yaitu:

### 1. Sinus



Uji Sinus

Step(sinwave(amplitudo,interval)

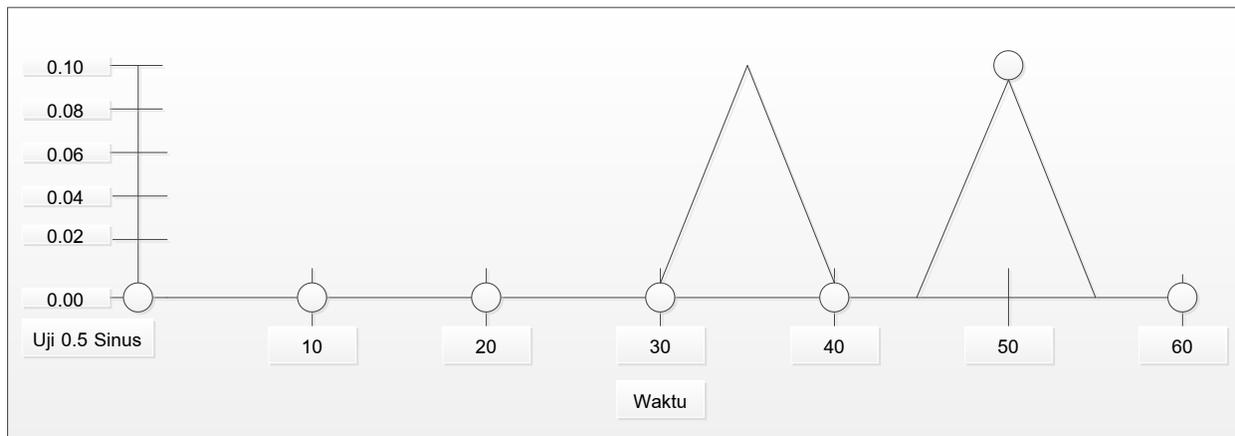


### 2. Setengah Sinus



Uji 0.5 Sinus

Step(if(sinwave(amplitudo,interval)<0,0,sinwave(amplitudo,interval),awal)

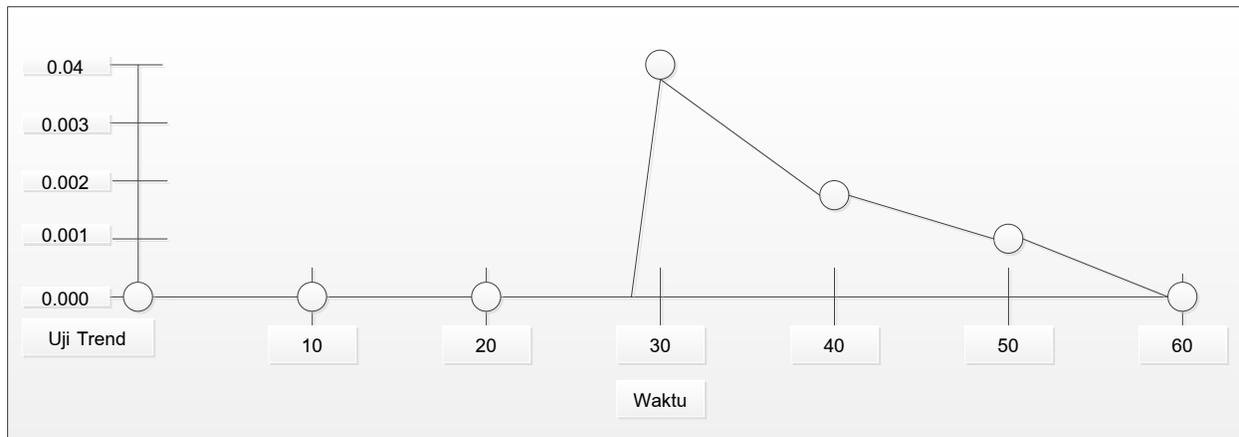


### 3. Trend



Step(trend(nilai,waktu merata),awal)

Uji Trend

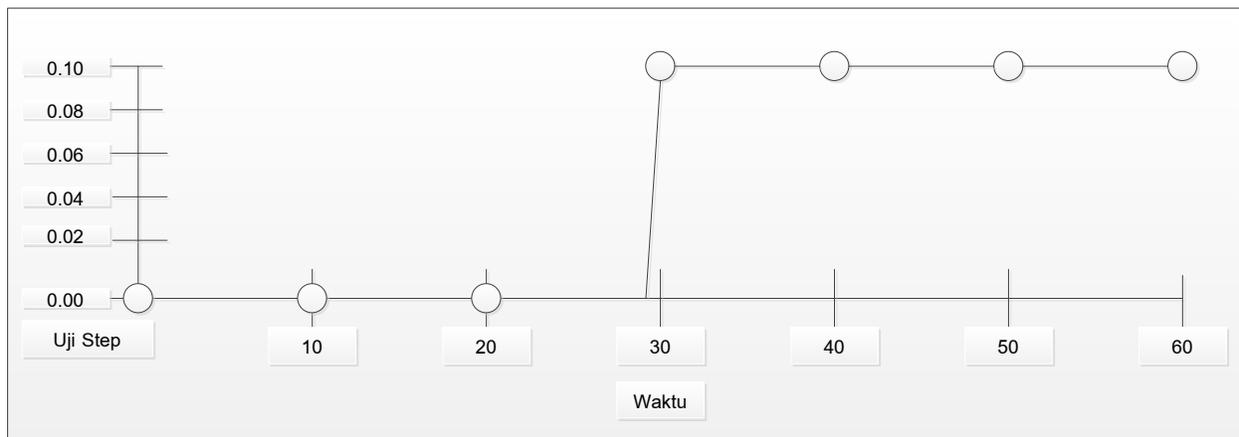


### 4. Step



Step(nilai,waktu)

Uji Step

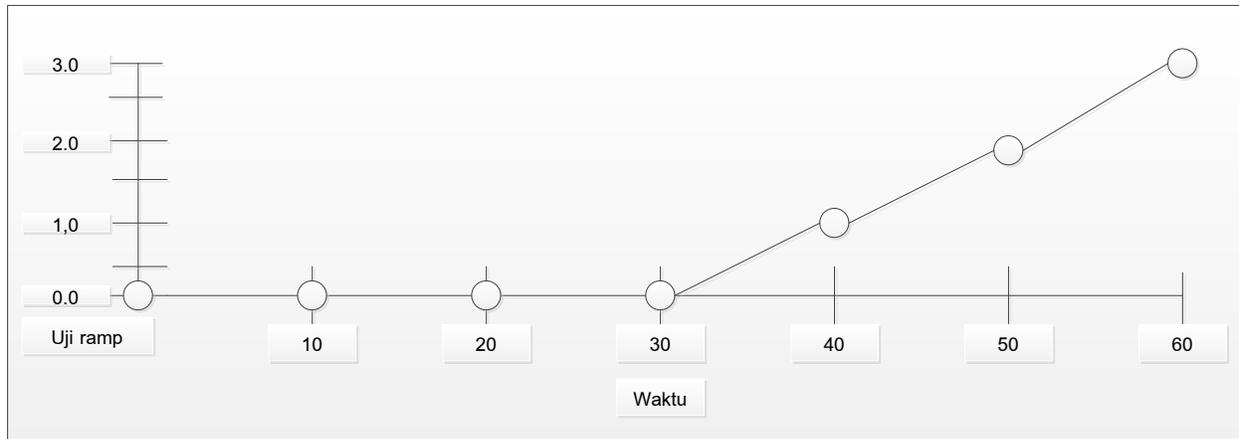


### 5. Ramp



Ramp(slope,awal)

Uji ramp

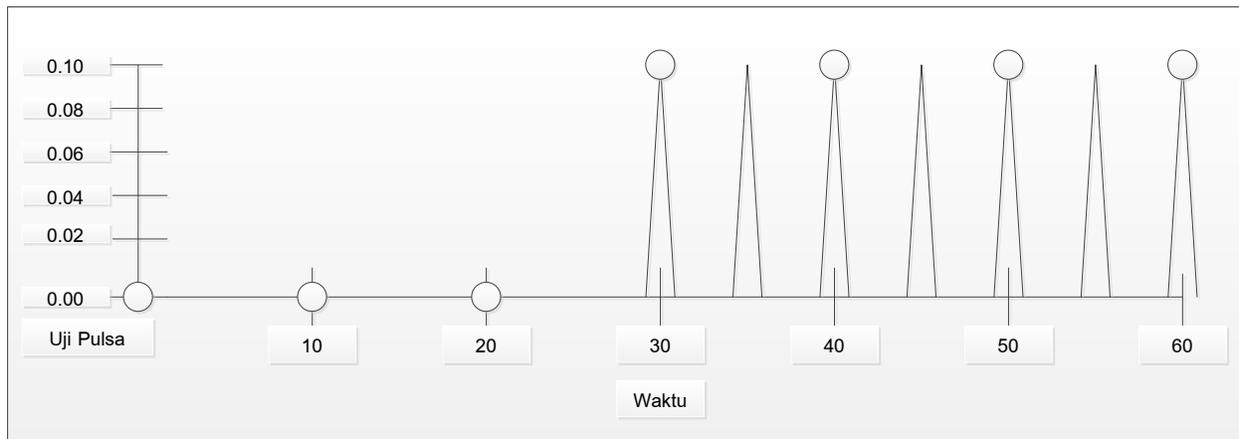


## 6. Pulsa



Pulse(nilai,awal,interval)

Uji Pulsa

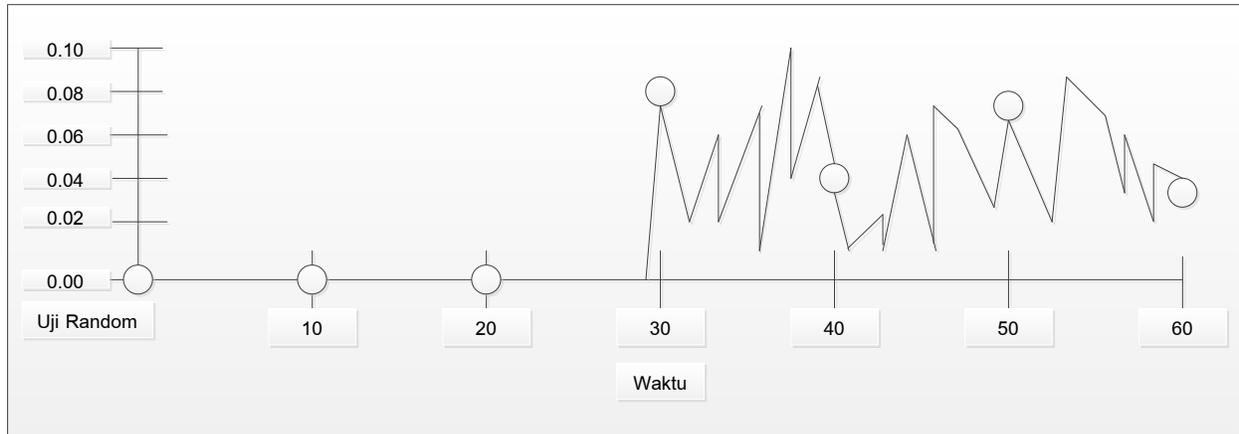


## 7. Random



Step(random(nilai),awal)

Uji Random

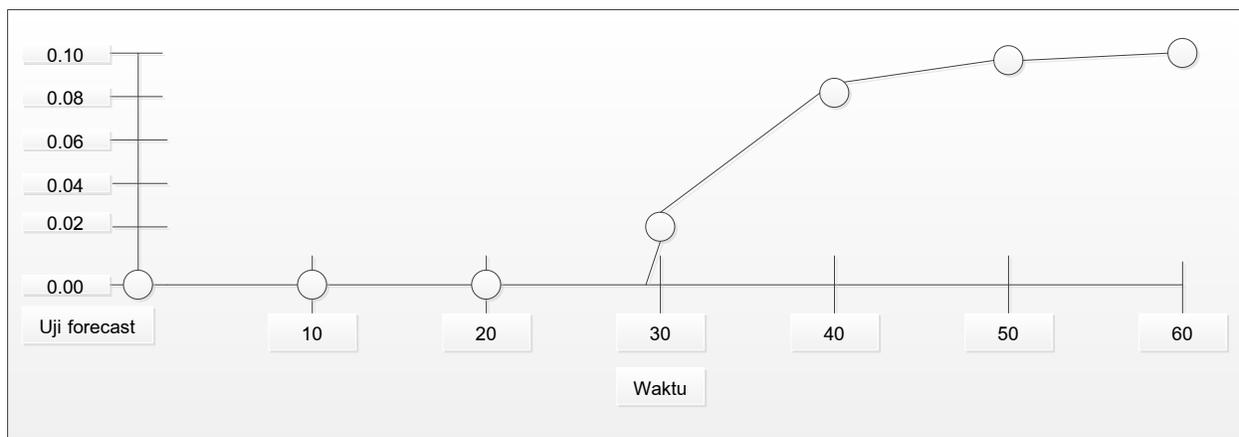


## 8. Forecast



Step(forecast(nilai,lampau,depan,awal),waktu)

Uji Forecast



## 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.

### 3. Penerapan Uji Sensitivitas

Langkah-langkah penerapan uji sensitivitas.

#### 1. Langkah 1

Identifikasi alternative intervensi: adalah menganalisa identifikasi apa yang akan dilakukan pada kinerja system untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Pertama-tama lakukan simulasi system sebelum diintervensi, apakah system berjalan dengan baik, atau melampaui batas (overshoot) atau bergejolak (fluktuatif).

Ada 2 pernyataan pada system yang sudah baik yaitu:

1. Apakah system akan berjalan baik pada saat dilakukan intervensi.
2. Apakah system perlu dikembangkan untuk pelaksanaan dimasa yang akan datang.

Adapun pernyataan pada system yang overshoot yaitu:

Perlu dilakukan intervensi baik intervensi structural (menyangkut unsur-unsur system dan mekanisme system) maupun intervensi fungsional (menyangkut parameter unsure system).

Contoh:

Pada kawasan industry memiliki nilai level 50 unit pada waktu  $t=60$ . Apakah level 50 unit itu sudah optimum dilihat dari keterbatasan lahan dan kebutuhan industry dimasa datang yang berkembang pesat. Dengan kata lain diperlukan intervensi kepada lahan industrinya.

#### 2. Langkah 2

Uji sensitivitas intervensi terhadap penggunaan lahan industry, yaitu dengan melakukan penghematan penggunaan lahan. Jadi melakukan penghematan pemakaian lahan industry sebesar 30% kemudian dilakukan pada waktu  $t=30$ . Dengan menggunakan fasilitas STEP (-0.3,30) terhadap parameter perlahan industry. Setelah melakukan simulasi didapat nilai level 70 unit pada waktu  $t=60$ . Ini berarti mengalami peningkatan sebesar 20 unit. Dan berarti intervensi pada parameter unsur lah dapat mempengaruhi kinerja model pada masa yang akan datang.

#### 3. Langkah 3

Analisis dampak intervensi, adalah melihat secara kuantitatif berapa dan kapan dampak intervensi menunjukkan hasil. Jika terjadi keterlambatan “delay” pada hasil intervensi maka diperlukan intervensi lanjutan. Pada saat pelaksanaan jika penghematan 30% pemakaian lahan pada  $t=45$  tidak menunjukkan hasil apa-apa (delay) maka selanjutnya dilakukan kebijakan.

### 1. Pendahuluan

Analisis kebijakan berasal dari 2 kata yaitu:

1. Analisis adalah: kegiatan intelektual untuk memperoleh pemahaman dan pengertian.

2. Kebijakan adalah: tindakan untuk mempengaruhi system agar mencapai tujuan.

Dengan demikian pengertian analisis kebijakan adalah kegiatan intelektual untuk memperoleh pengertian secara taktis dan strategis yang mempengaruhi system demi mencapai tujuan. Sehingga analisis kebijakan sering disebut metodologi system. Metodologi system ada 2 yaitu:

1. Metodologi system keras  
Metodologi Ini digunakan untuk system diskrit
2. Metodologi system lunak  
Metodologi ini digunakan untuk system continue

Sistem yang baik itu adalah system yang dapat menggabungkan system diskrit dan continue secara seimbang.

## **2. Analisis Kebijakan Dengan Simulasi Model**

Simulasi model digunakan untuk analisis kebijakan dengan system dinamis. Simulasi model adalah tiruan perilaku system nyata.

Tujuan simulasi model adalah untuk

1. Menghemat biaya
2. Analisis dapat dipertanggungjawabkan
3. Analisis lebih cepat
4. Analisis menyeluruh

Ada 2 tahap simulasi model yaitu:

1. Pengembangan kebijakan alternative  
Adalah proses berfikir kreatif dari tindakan yang diperlukan untuk mencapai tujuan. Ada 2 teknik pengembangan kebijakan alternative yaitu:
  1. Model tetap  
Menetapkan model baru
  2. Model diubah  
Merubah model lama
2. Analisis kebijakan alternative  
Adalah menemukan langkah strategis untuk mempengaruhi system.

### **OL 6. Validasi dan verifikasi model**

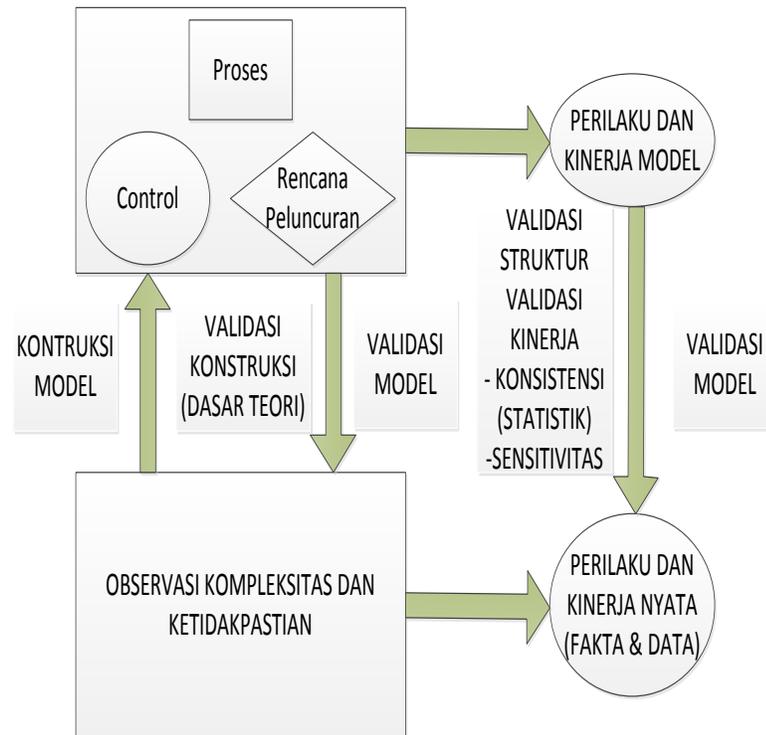
Model adalah gambaran dari suatu bentuk yang meniru fakta. Dari fakta yang diamati dalam pembuatan model akan menghasilkan 2 jenis data yaitu:

- c. Data Kuantitatif (Data Statistik).
- d. 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.

### Si.nulansi 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 menjelas-kan 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*

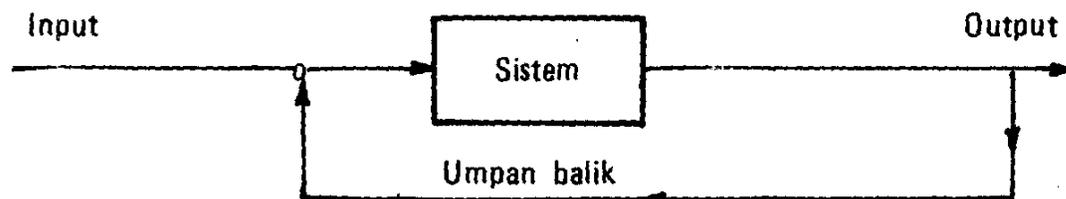
Setelah model dibangun dan apabila berdasarkan pengujian model ternyata memuaskan, dalam pengertian bahwa model dapat diterima sebagai sesuatu yang mampu menjelaskan perilaku sistem nyata dalam batas-batas tertentu yang dapat diterima, maka model tersebut dapat diaplikasikan. Tentu saja aplikasi suatu 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 dipe-lajari 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.

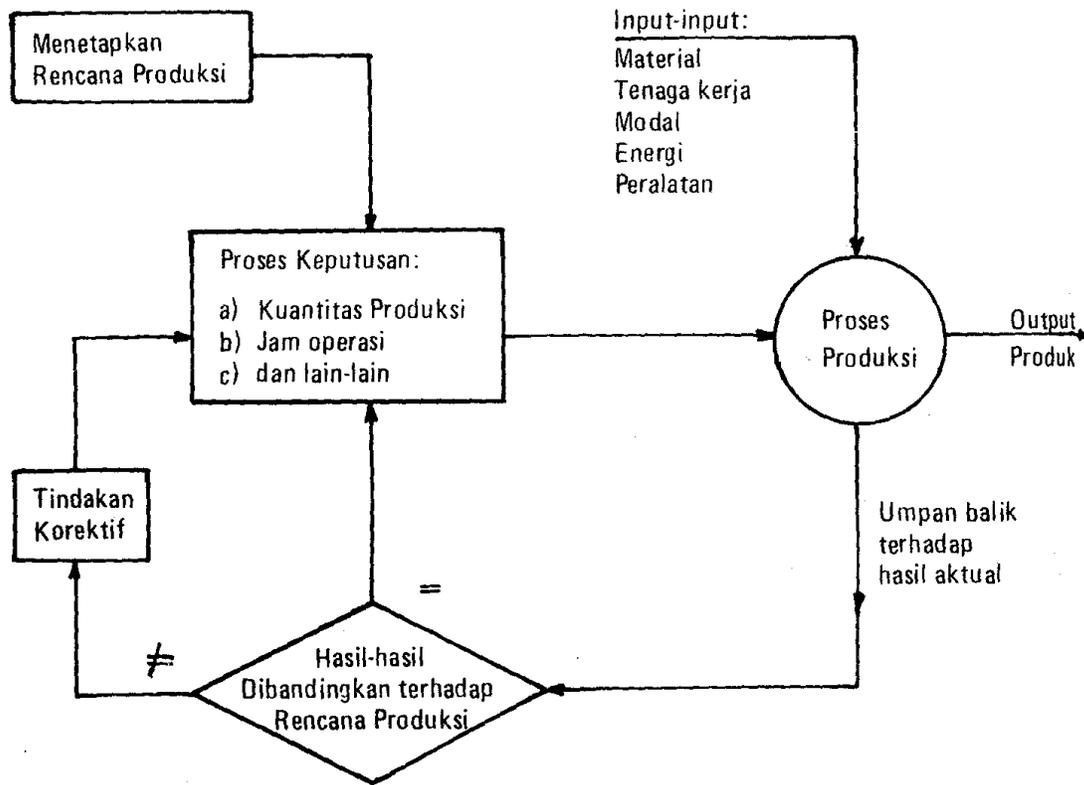
3. Mengetahui unjuk laku sistem itu dan secara otomatis dapat melakukan penyesuaian-penyesuaian (modifikasi).

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.



Gambar 2.20  
Sistem Pengendalian Umpan Balik untuk Proses Produksi

Latihan

1. Jelaskan hubungan antara model dan sistem
2. Terangkan Tahapan Pembangunan Model
3. Jelaskan Pengendalian umpan balik dalam sistem

**.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

4. Muhammadi,dkk, "Analisis Sistem Dinamik". Muhamadiyah press, 2002