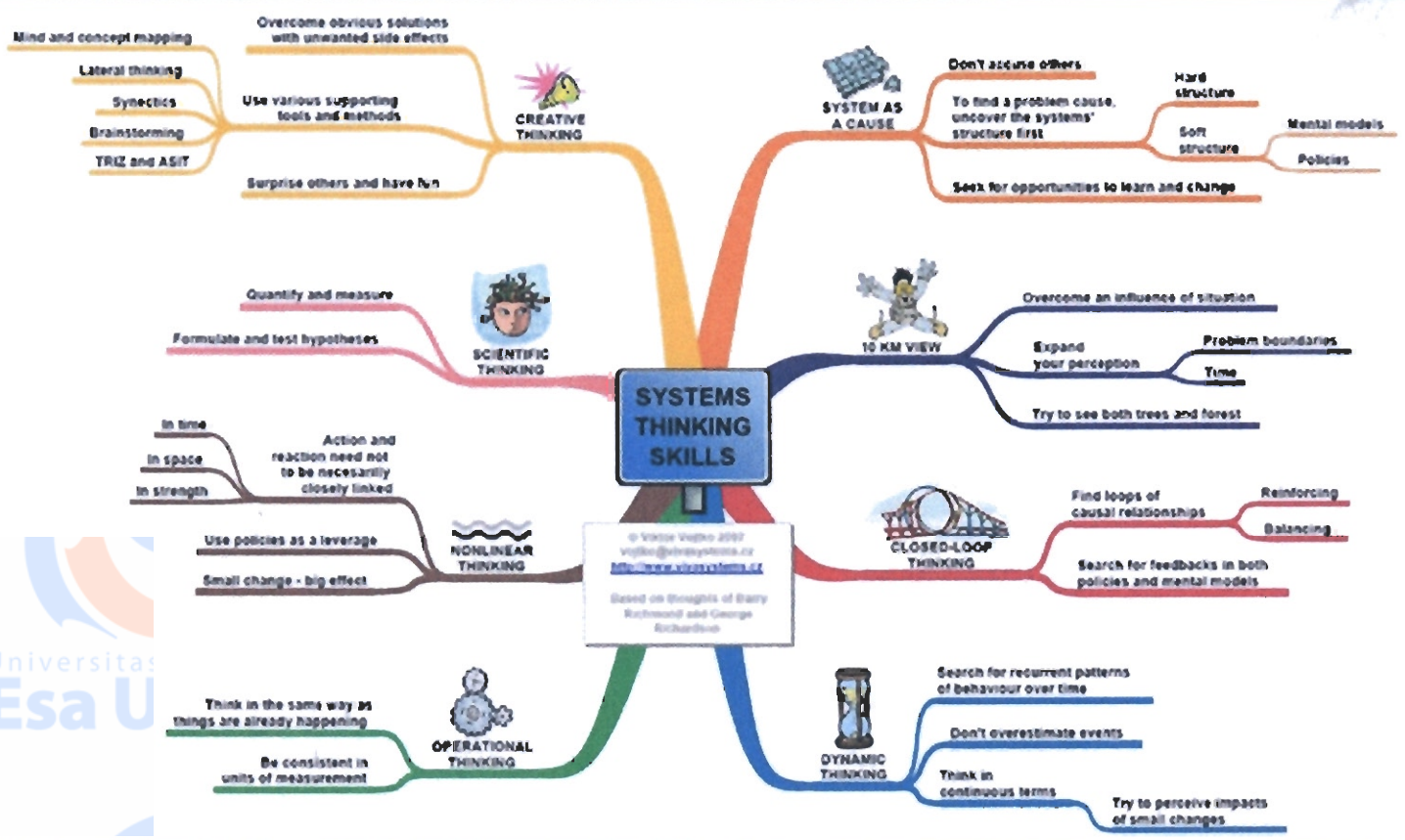


# MODUL PRAKTIKUM SISTEM DINAMIS





## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat-Nya lah Modul Petunjuk Praktikum Sistem Dinamis (Powersim Software) ini dapat terselesaikan dengan baik dan sholawat serta salam tidak lupa kita haturkan kepada junjungan Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW, semoga kita semua mendapatkan syafa`atnya di *Yaumul Akhir* nanti.

Modul ini disusun dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan mahasiswa jurusan Teknik Industri dalam mempelajari tentang Sistem Dinamis baik secara konsep maupun secara perhitungan software, sehingga dalam kegiatan praktikum nanti dapat berjalan dengan lancar. Selain itu dalam modul ini juga memuat bahasan-bahasan tentang sistem, contoh kasus dan cara penyelesaiannya, hal ini untuk memudahkan mahasiswa mencrapkan setiap permasalahan dalam kehidupan sehari-hari bahkan di lingkungan sekitar kita.

Dalam penulisan Modul Petunjuk Praktikum Sistem Dinamis (Powersim Software) penyusun sudah berusaha memberikan yang terbaik, namun jika masih terdapat kesalahan dalam pembahasan maupun penulisannya kritik dan saran sangat di perlukan untuk pengembangan yang lebih baik kedepannya.

Semoga Modul Petunjuk Praktikum Sistem Dinamis (Powersim Software) ini, dapat bermanfaat terkhusus dalam lingkungan akademisi dan juga mahasiswa Teknik Industri Universitas Esa Unggul.

Jakarta, 1 September 2017

Dr. Iphov Kumala Sriwana, ST., M.Si



**DAFTAR ISI**

|  |           |
|--|-----------|
| Halaman Judul.....   | i         |
| Kata Pengantar .....   | ii        |
| Daftar isi.....  | iii       |
| <b>MODUL I SISTEM DAN BERFIKIR SISTEMIK.....</b>                                 | <b>I</b>  |
| 1.1. Definisi Sistem .....   | 1         |
| 1.2. Interaksi .....   | 1         |
| 1.3. Unsur .....   | 2         |
| 1.4. Objek .....   | 3         |
| 1.5. Berfikir Sistemik .....   | 3         |
| 1.6. Langkah Untuk Menghasilkan Model Pemikiran<br>Yang Bersifat Sistematis..... | 4         |
| <b>MODUL II SYSTEM THINKING.....</b>   | <b>10</b> |
| 2.1. Apa, Mengapa Systems Thinking? .....  | 10        |
| 2.2. Pembuatan Model.....  | 11        |
| 2.3. Sistem.....   | 13        |
| 2.4. System Dynamics.....  | 13        |
| 2.5. Systems Thinking Dan Aplikasinya.....                                       | 13        |
| <b>MODUL III SISTEM DINAMIS.....</b>   | <b>14</b> |
| 3.1. Latar Belakang dan Perkembangan Sistem Dinamis .....                        | 14        |
| 3.2. Struktur Sistem Dinamis .....   | 14        |
| 3.3. Empat Konsep Dasar Sistem Dinamis .....                                     | 15        |
| 3.4. Diagram Simpal Kausal .....   | 16        |
| <b>MODUL IV DIAGRAM LOOP KAUSAL.....</b>   | <b>20</b> |
| 4.1. Contoh Kasus dan Permasalahan .....   | 20        |

**MODUL V PERILAKU DINAMIS**.....

27

- 5.1. Non-linieritas ..... 27
- 5.2. Pembelajaran..... 28
- 5.3. Emergency ..... 29
- 5.4. Ko-Evolusi ..... 30

**MODUL VI DIAGRAM ALIR (FLOW DIAGRAM)**.....

31

- 6.1. Konsep utama sistem dinamik ..... 31
- 6.2. Simbol-simbol Diagram Alir..... 31
- 6.3. Cara Penulisan Diagram Alir ..... 33

**MODUL VII POWERSIM DAN TUTORIAL SOFTWARE** .....

35

- 8.1. Perangkat Lunak Powersim..... 35
- 8.2. Simbol Aliran (Flow Simbol) Dan Simbol Level ..... 35
- 8.3. Tutorial Powersim Software ..... 37

**MODUL VIII FUNGSI PENTING SIMULASI**.....

48

- 9.1. FUNGSI IF (Menggambarkan suatu kondisi)..... 48
- 9.2. Fungsi Graph ..... 49
- 9.3. Fungsi Delay ..... 51
- 9.4. Fungsi Step..... 54
- 9.5. Fungsi Else ..... 56
- 9.6. Fungsi Timecycle ..... 58

**MODUL IX KASUS SIMPAL KAUSAL** .....

59

**DAFTAR PUSTAKA** .....

72



## MODUL I SISTEM DAN BERFIKIR SISTEMIK

### 1. Definisi Sistem

→ Keseluruhan interaksi antar unsur dari sebuah obyek dalam batas lingkungan yang bekerja mencapai tujuan.

Contoh Keseluruhan :

- Pada sistem hidup : Tubuh Manusia;
- Pada sistem fisik : Dinding Bata;
- Pada sistem non fisik : Organisasi Bisnis.

### 2. Interaksi

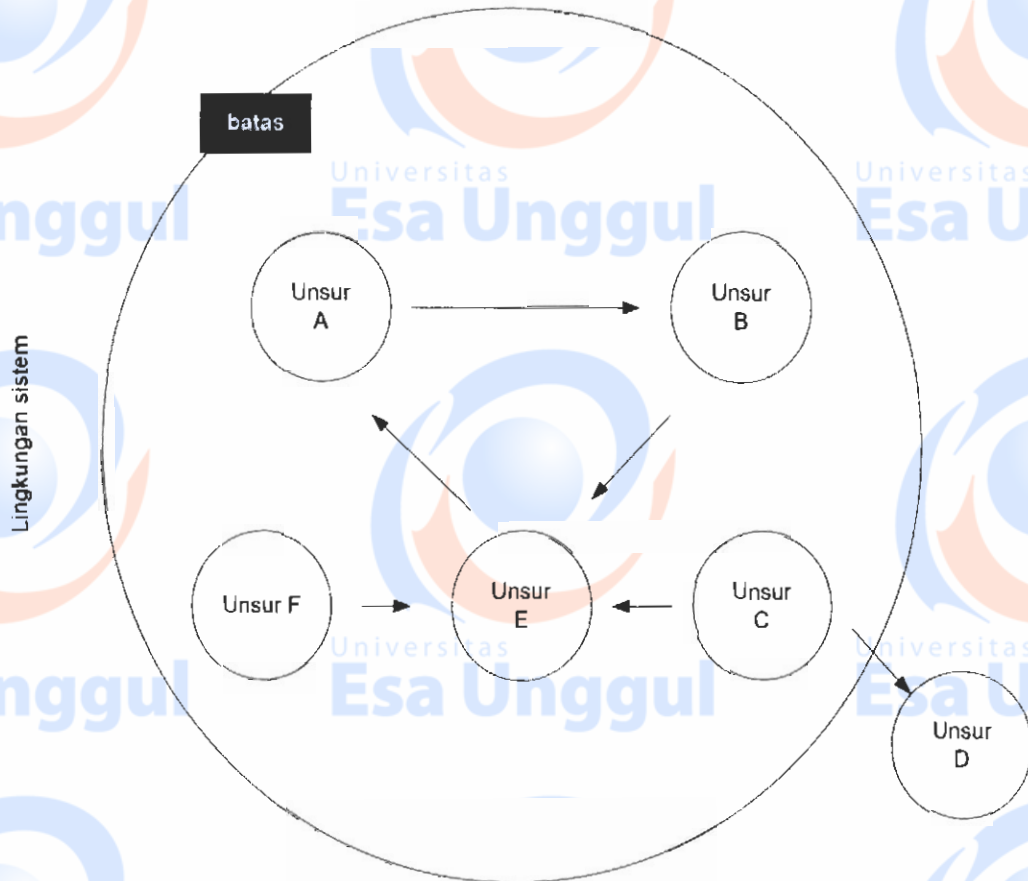
→ Pengikat atau penghubung antar unsur yang memberi bentuk atau struktur kepada obyek, membedakan dengan obyek lain dan mempengaruhi perilaku dari obyek.

Contoh Interaksi :

- Pada sistem hidup : Otot Rangka
- Pada sistem fisik : Semen
- Pada sistem non fisik : Struktur organisasi

3. Unsur

- Unsur adalah benda (konkrit/abstrak) yang menyusun obyek system;
- Unjuk kerja sistem ditentukan oleh fungsi unsur;
- Unsur yang menyusun sistem ini = sub sistem.



Contoh Unsur :

- Pada sistem hidup : Gangguan fungsi unsur jantung menghambat aliran darah keotak
- Pada sistem fisik : ?
- Pada sistem non fisik : ?



#### 4. Objek

→ Sistem yang menjadi perhatian dalam suatu batas tertentu sehingga dapat dibedakan antara sistem dengan lingkungan sistem.

#### Contoh Objek :

Pada sistem fisik, dinding jelas batasnya dengan lingkungan taman, demikian juga dinding berbatas dengan lantai dan atap dari sebuah rumah.

#### 5. Berfikir Sistemik

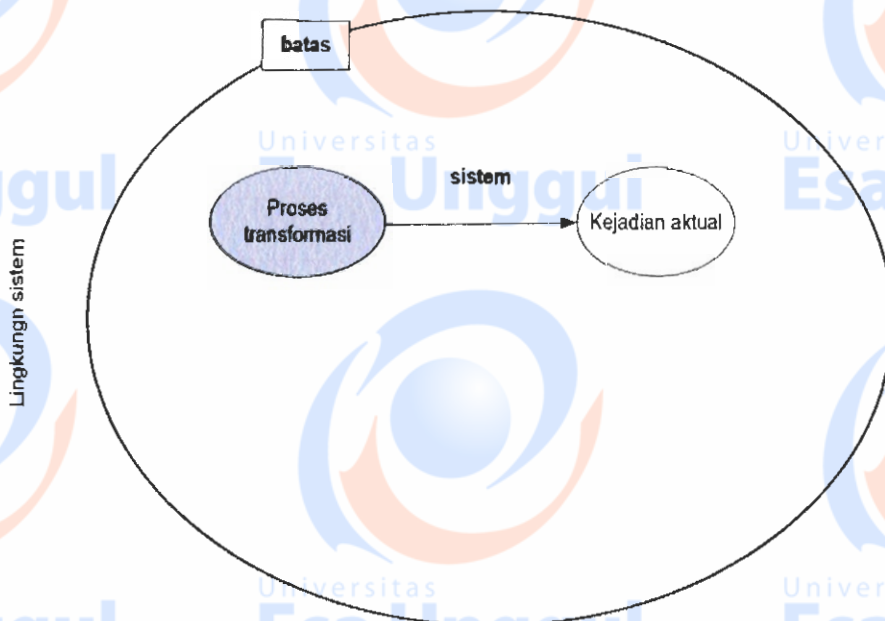
→ Syarat awal untuk memulai berpikir sistematis adalah adanya kesadaran untuk mengekspersi dan memikirkan suatu kejadian sebagai sebuah sistem.

#### Contoh Berfikir Sistemik :

Pada sistem non fisik, kejadian penurunan nilai penjualan organisasi bisnis merupakan keseluruhan interaksi dari bagian produksi, pemasaran, keuangan, dan personalia melalui jaringan kerjasama tim.

## 5 LANGKAH UNTUK MENGHASILKAN MODEL PEMIKIRAN YANG BERSIFAT SISTEMATIK

- ❖ Identifikasi proses menghasilkan kejadian nyata
  - ❖ Identifikasi Kejadian yang diinginkan
  - ❖ Identifikasi Kesenjangan antara Kenyataan dengan Keinginan
  - ❖ Identifikasi dinamika menutup kesenjangan
  - ❖ Analisis Kebijakan
- 
- ❖ Identifikasi proses menghasilkan kejadian nyata
    - Identifikasi proses yaitu mengungkapkan pemikiran tentang proses nyata yang menimbulkan kejadian nyata.
    - Proses nyata itu merujuk kepada obyektivitas dan bukan proses yang dirasakan atau subyektivitas.



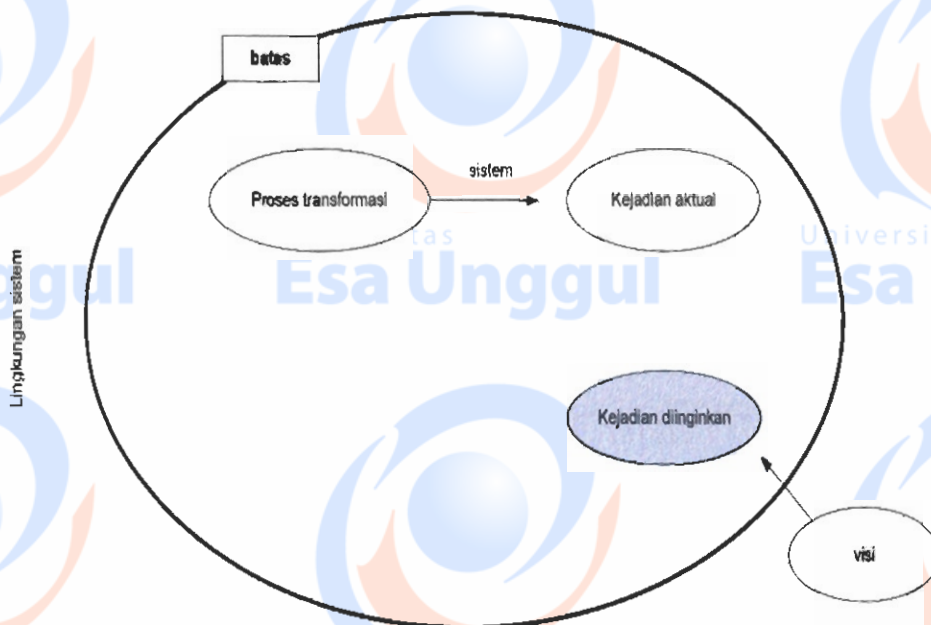


- ❖ Identifikasi Kejadian yang diinginkan

VISI : Layak dan dapat diterima



Mantap dalam perubahan cepat (dynamic) masa lampau dan mendatang

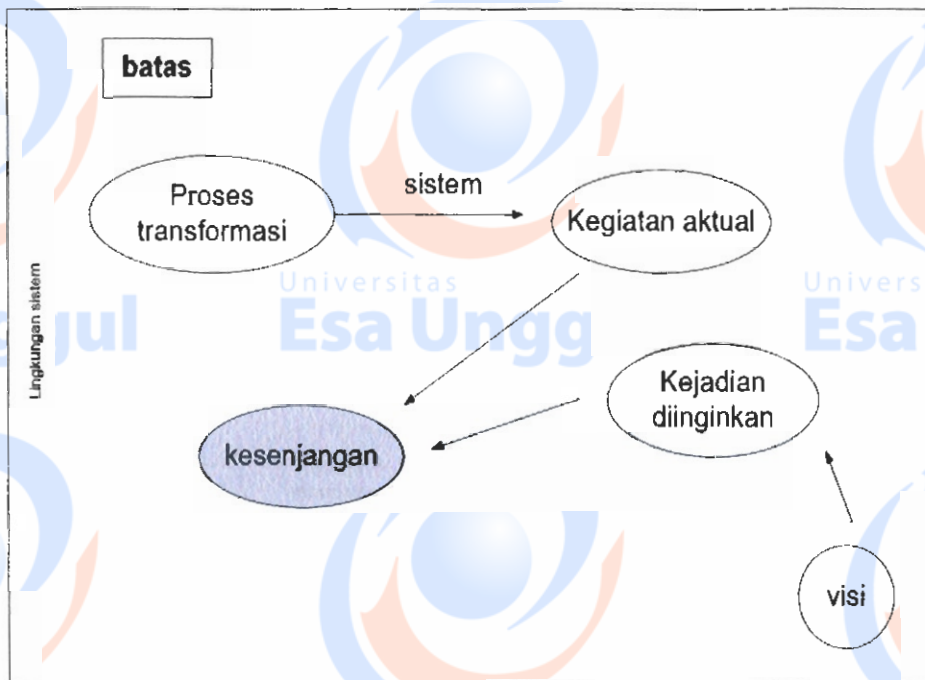


❖ Identifikasi Kesenjangan antara Kenyataan dengan Keinginan

- Memikirkan tingkat kesenjangan antara kejadian aktual dengan seharusnya.
- Kesenjangan = tugas (misi) yang harus diselesaikan.

Contoh :

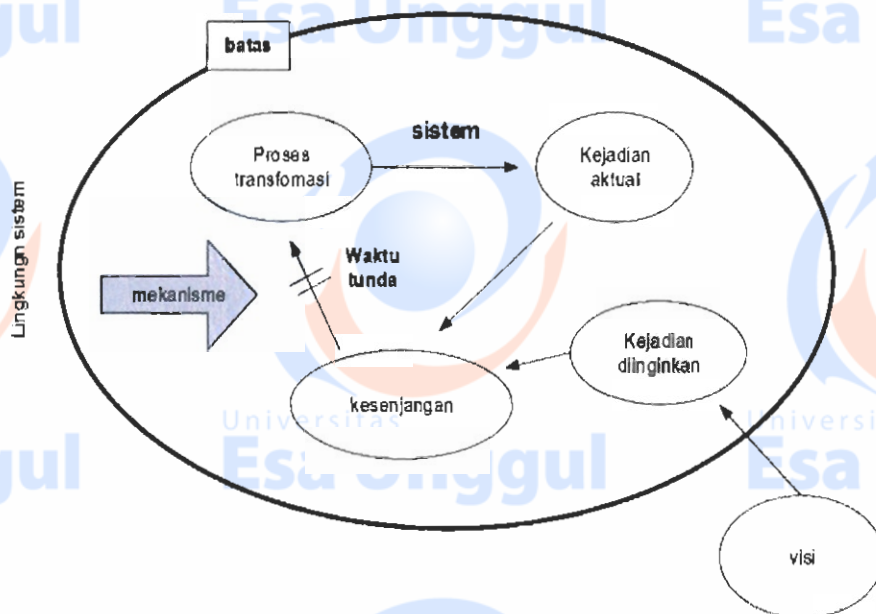
Pada sistem hidup, keinginan olahragawan ingin mengangkat beban 250 kg dari kondisi sekarang 150 kg (kesenjangan 100 kg)





❖ Identifikasi dinamika menutup kesenjangan

- Identifikasi mekanisme tentang dinamika variable-variabel untuk mengisi kesenjangan antara kejadian nyata dengan kejadian yang diinginkan.
- Dinamika = aliran informasi tentang keputusan-keputusan yang telah bekerja dalam sistem.
- Keputusan-keputusan tersebut pada dasarnya adalah pemikiran yang dihasilkan melalui proses pembelajaran.
- Proses dinamis, mekanisme tersebut bekerja dalam dimensi waktu, dimana perencanaan suatu tindakan ke pelaksanaannya memerlukan waktu tunda (delay), sementara sistem yang ada tetap bekerja menghasilkan kinerja dan mempengaruhi tingkat kesenjangan antara kejadian aktual dengan seharusnya.
- Pada sistem dinamis, proses perumusan mekanisme adalah penyederhanaan kerumitan untuk menciptakan sebuah konsep model tanpa mempengaruhi unsur yang saling mempengaruhi yang membentuk unjuk kerja sistem secara keseluruhan.



### Hasil Penyederhanaan Pemikiran

- Bentuk simpal (loops) umpan balik yang menunjukkan struktur dan mekanisme dinamis yang mempengaruhi proses nyata dalam menciptakan kejadian nyata.

### Jenis Kerumitan

- Kerumitan rinci : ciri dan cara bekerja unsur yang terlibat dalam sistem yang diamati dalam mengisi kesenjangan,
- Kerumitan perubahan : proses dan kecepatan/kelambatan waktu yang diperlukan sistem dalam mengisi kesenjangan.

### ❖ Analisis Kebijakan

- Menyusun alternatif tindakan atau keputusan yang akan diambil untuk mempengaruhi proses nyata sebuah sistem dalam menciptakan kejadian nyata.
- Keputusan tersebut dimaksudkan untuk mencapai kejadian yang diinginkan.





Kesimpulan :

- Penyederhanaan kerumitan interaksi antar unsur
- Mempertimbangkan pengaruh waktu dalam interaksi antar unsur
- Mengantisipasi kejadian ke depan sebagai hasil dari tindakan/keputusan sekarang
- Tindakan/keputusan tersebut adalah hasil analisa sistem untuk mengoreksi kejadian nyata waktu lampau.

## Univ **MODUL II** **SYSTEM THINKING**

Urutan Pembahasan :

1. Apa, Mengapa Systems Thinking ?
2. Pembuatan Model;
3. Sistem;
4. System Dynamics;
5. Systems Thinking Dan Aplikasinya;
6. Penutup.

### 1. System Thinking (PETER SENGE)

- Ilmu yang mempelajari **kompleksitas dinamik** dalam manajemen;
- Cara penalaran mengenai **keterkaitan** dan **perubahan** yang memberi sifat khusus system.

Mengapa System Thinking?

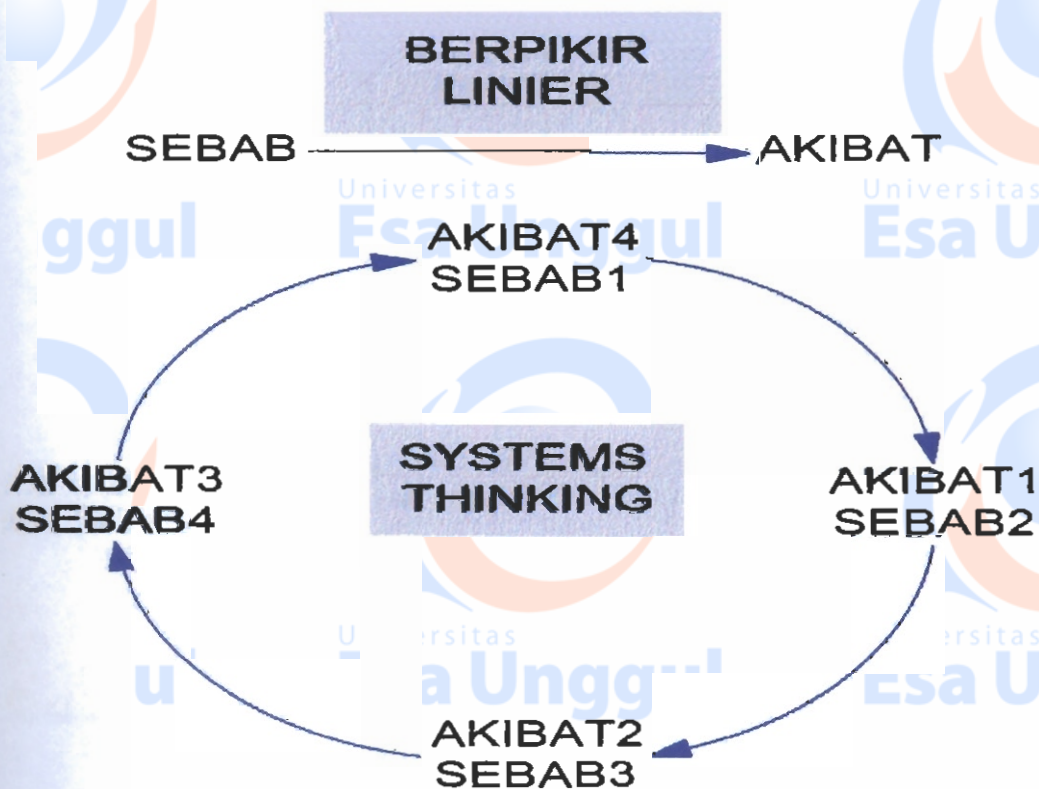
Masyarakat yang makin kompleks dan dinamis karena perkembangan ilmu & teknologi, modernisasi, globalisasi, dll

Ciri – ciri System Thinking

- Model sistemik (Holistik dan Keterkaitan)
- Kompleksitas (Keterkaitan...gunakan loop kausal)
- Dinamika (Perubahan waktu)
- Manajemen



| KARAKTERISTIK | BENTUK                 | KETERANGAN                       |
|---------------|------------------------|----------------------------------|
| MODEL         | Sistemik               | Holistik + keterkaitan subsistem |
| KOMPLEKSITAS  | Struktur               | Diagram lup kausal, dll          |
| DINAMIKA      | Simulasi, grafik waktu | Diagram stok-aliran, dll         |
| MANAJEMEN     | Kebijakan              | Organisasi pembelajaran, dll     |



## Berfikir Linier VS System Thinking

|                      | Berpikir linier     | Systems thinking      |
|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Status komponen      | Sama pentingnya     | Tidak sama pentingnya |
| Keterkaitan komponen | Sebab-akibat        | Keterkaitan lup       |
| Kausalitas           | Sistem input output | Sistem umpan balik    |

|              |                  |                     |
|--------------|------------------|---------------------|
| KOMPLEKSITAS | SISTEM           | DIAGRAM LOOP KAUSAL |
| DINAMIKA     | SYSTEM DYNAMICS  | DIAGRAM STOK ALIRAN |
| MANAJEMEN    | SYSTEMS THINKING | APLIKASI            |



### Prinsip Systems Thinking

- Seluruh konsep system dan system dynamics diterapkan dalam systems thinking (Membuat gambar besar)
- Fokus pada kompleksitas dan dinamika sistem (Dapat menggunakan model keras atau model lunak)
- Systems thinking adalah alternatif yang lebih unggul daripada berpikir linier

### Konsep Sistem dalam Systems Thinking

- Dalam systems thinking, **sistem** digunakan untuk menguraikan kompleksitas.
- Masalah yang kompleks diuraikan dengan mencari **variabel** yang menyebabkan terjadinya masalah.
- Selanjutnya ditentukan **hubungan sebab-akibat** antar variabel.

### Kompleksitas Sistem

Keterkaitan → Kompleksitas → Lup

Untuk Menggambarkan Konsep Yang Kompleks Digunakan Diagram Lup Kausal

#### Hubungan Kausal Sebab - Akibat





## MODUL III SISTEM DINAMIS

### 1. Latar Belakang dan Perkembangan Sistem Dinamis

Disusun dan dibangun pada akhir tahun 1950-an dan awal tahun 1960-an di Massachusetts Institute of Technology oleh Jay Forrester. Sistem dinamis adalah metode untuk memperkuat pembelajaran dalam sistem yang kompleks. Model sistem dinamik seringkali dibangun dan digunakan untuk merepresentasikan, menganalisa, dan menjelaskan dinamika dari sistem yang kompleks. Dinamika atau perilaku sistem didefinisikan oleh strukturnya dan interaksi bagian-bagiannya. Tujuan utama dari sistem dinamik adalah untuk memahami bagaimana perilaku ini dihasilkan melalui penggunaan model kualitatif dan kuantitatif.

Metode sistem dinamik mempelajari masalah dengan sudut pandang sistem, dimana elemen-elemen sistem tersebut saling berinteraksi dalam suatu hubungan umpan balik sehingga menghasilkan perilaku tertentu. Interaksi dalam struktur ini diterjemahkan ke dalam model-model matematik yang selanjutnya dengan bantuan komputer disimulasikan untuk memperoleh perilaku historisnya.

### 2. Struktur Sistem Dinamis

- Struktur sistem dinamis adalah sistem yang tertutup.
- Pengaruh faktor lingkungan terhadap sistem dimungkinkan terjadi dan perubahan eksternal tersebut dianggap sebagai variabel eksogen.

### 3. Empat Konsep Dasar Sistem Dinamis

- **Ruang Lingkup Yang Tertutup**  
Yaitu variabel penting yang menciptakan interaksi sebab-akibat berada di dalam sistem dan variabel yang tidak begitu penting berada di luar
- **Loop Umpan Balik Sebagai Komponen Dasar Sistem**  
Perilaku dari sistem dipengaruhi oleh struktur dari loop umpan balik yang ada dalam sistem yang tertutup, Sehingga struktur umpan balik inilah yang mempengaruhi setiap perubahan yang terjadi pada sistem sepanjang waktu.
- **Level Dan Rate(Tingkat)**  
Sebuah sistem dinamis pasti memiliki dua jenis variabel dasar yaitu level dan rate. Level, seperti halnya stok, merupakan akumulasi elemen sepanjang waktu, contoh : jumlah pegawai atau jumlah inventori di gudang. Sedangkan rate merupakan variabel yang mempengaruhi perubahan nilai dari level.
- **Kondisi Yang Ingin Dicapai, Kondisi Riil, Dan Perbedaan Antara Kondisi Yang Ingin Dicapai Dengan Kondisi Riil.**  
Untuk memudahkan bagaimana berpikir sistematis, struktur sistem dinamis disederhanakan ke dalam diagram causal loop

#### 4. Diagram Simpal Kausal

- Yaitu pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab akibat (causal relationship) ke dalam bahasa gambar tertentu.
- Bahasa gambar dibuat dalam bentuk panah yang saling terkait, sehingga membentuk sebuah diagram simpal (causal loop), dimana hulu panah mengungkapkan sebab dan ujung panah mengungkapkan akibat.
- Struktur sistem dinamis adalah sistem yang tertutup.
- Pengaruh faktor lingkungan terhadap sistem dimungkinkan terjadi dan perubahan eksternal tersebut dianggap sebagai variabel eksogen.

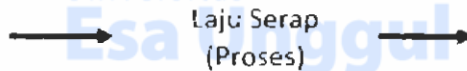
Contoh :

Gizi  
(Keadaan)



Kesehatan  
(Keadaan)

Gizi  
(Keadaan)



Kesehatan  
(Keadaan)

- Dalam bidang keseharian, makan mengakibatkan giat logis? Setelah menentukan unsur yang menjadi sebab dan akibat, selanjutnya dapat ditentukan jenis akibat yang disebabkan oleh sebab, yaitu bila searah (+), berlawanan arah (-)



Makan  
(Proses)

Universitas  
Esa Unggul



Giat  
(Proses)

Universitas  
Esa Unggul

Makan  
(Proses)



Energi  
(Keadaan)

Universitas  
Esa Unggul

Universitas  
Esa Unggul

Energi  
(Keadaan)



Giat  
(Proses)

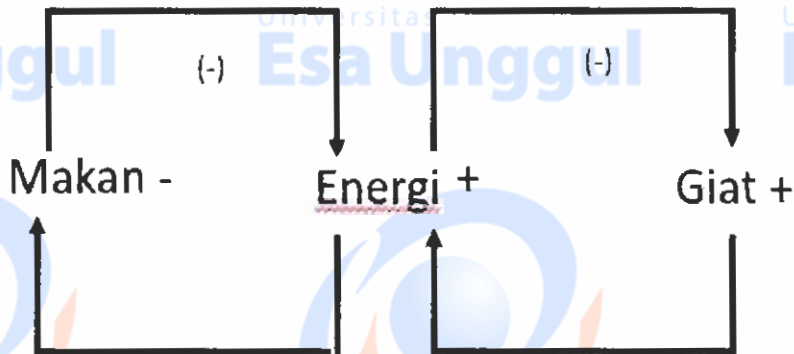
Universitas  
Esa Unggul

Universitas  
Esa Unggul

- Proses penstrukturan selanjutnya adalah merangkai hubungan sebab akibat tersebut menjadi sistem tertutup, sehingga menghasilkan simpal-simpal (loops).
- Untuk mengetahui apakah simpal tersebut bersifat positif atau negatif, harus dilihat apakah keseluruhan interaksi panah-panah dalam simpal, menghasilkan proses searah atau tidak.

Universitas  
Esa Unggul

Universitas  
Esa Unggul

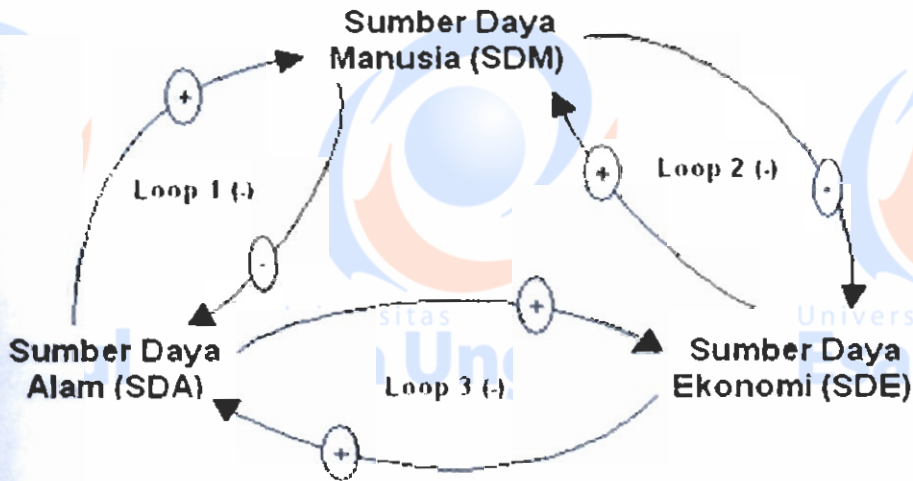


- Simpal yang bersifat positif, mempunyai perilaku percepatan atau perlambatan
- Simpal negatif mempunyai perilaku menuju sasaran atau limit.
- Ada dua jenis sasaran, yaitu sasaran menuju eksplisit ( $>0$ ) dan sasaran menuju implisit (mendekati nol)

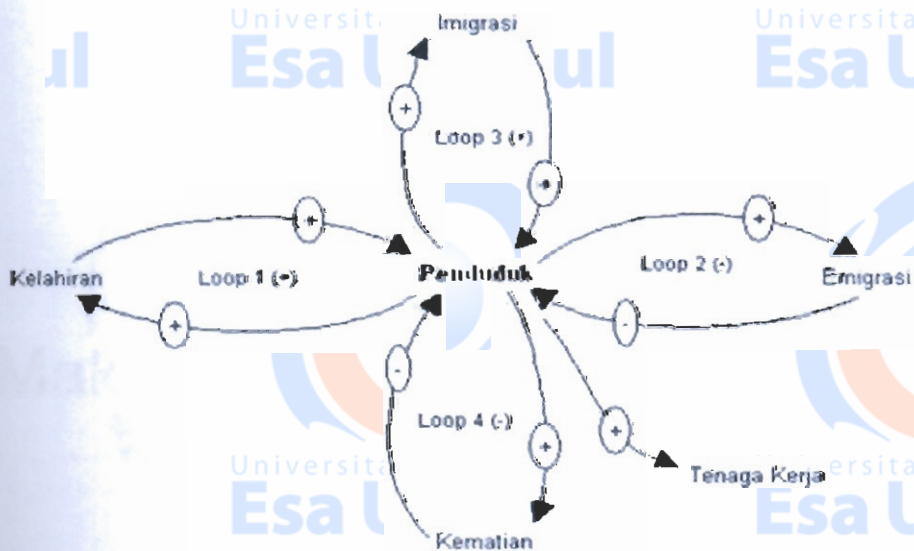
Pada contoh sebelumnya, ada dua buah simpal negatif, yaitu :

- Hubungan antara makan dan energi, dimana semakin banyak makan, semakin banyak energi yang dihasilkan dan semakin banyak energi yang tersedia (kenyang) semakin sedikit makan. Disini perilaku menuju sasaran kenyang (energi maksimum atau menuju sasaran eksplisit)
- Hubungan antara energi dengan giat., dimana semakin banyak energi yang dihasilkan, semakin besar dorongan giat dan semakin giat, semakin berkurang ketersediaan energi (dikuras). Disini perilaku menuju sasaran lapar (energi minimum atau menuju sasaran implisit)
- Simpal umpan balik yang digambarkan sebelumnya merupakan penyederhanaan kompleksitas

## Contoh Causal Loop Sistem Percepatan Pertumbuhan Kawasan



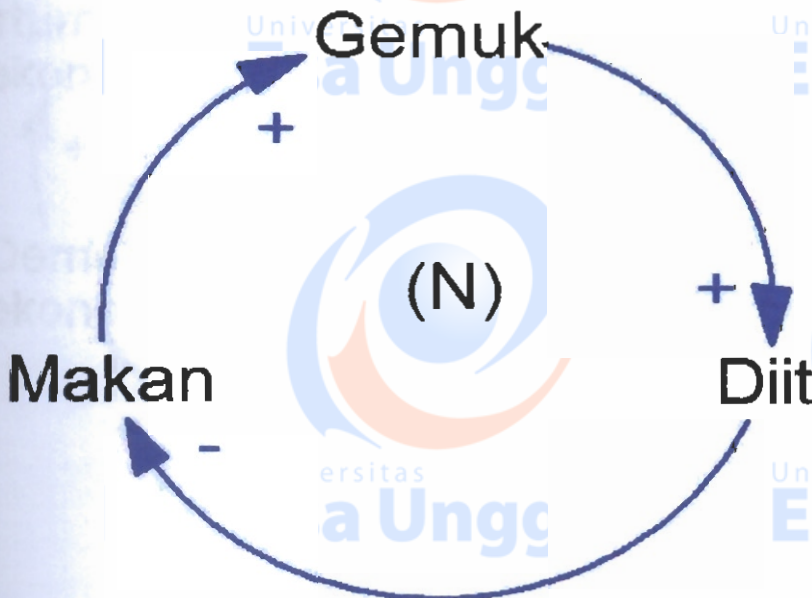
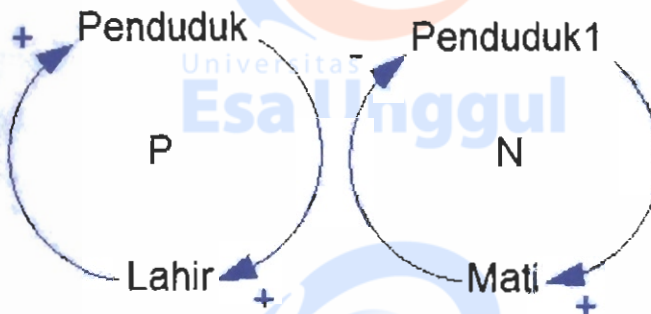
## Causal Loop Sub Sistem Sumber Daya Manusia

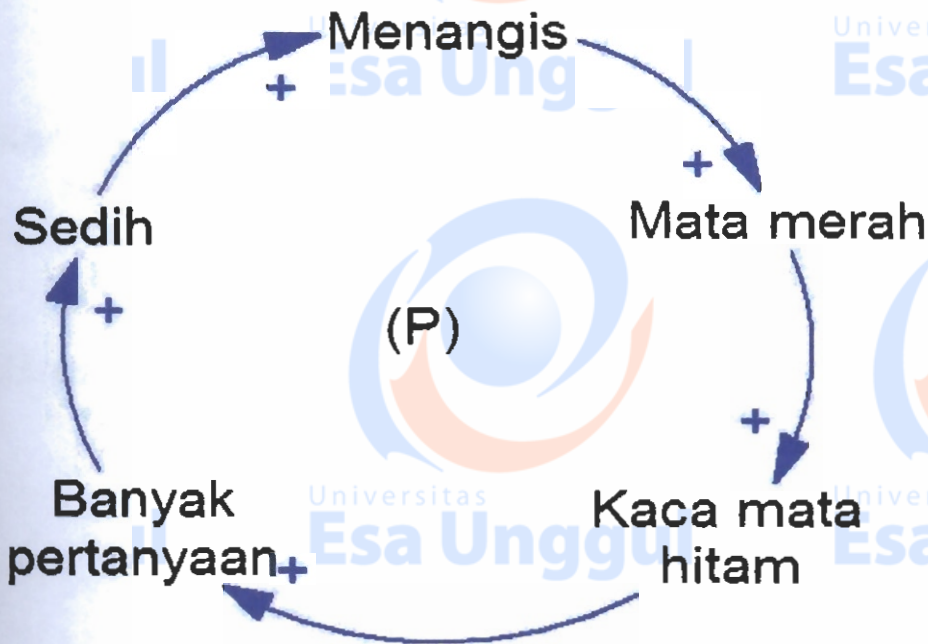


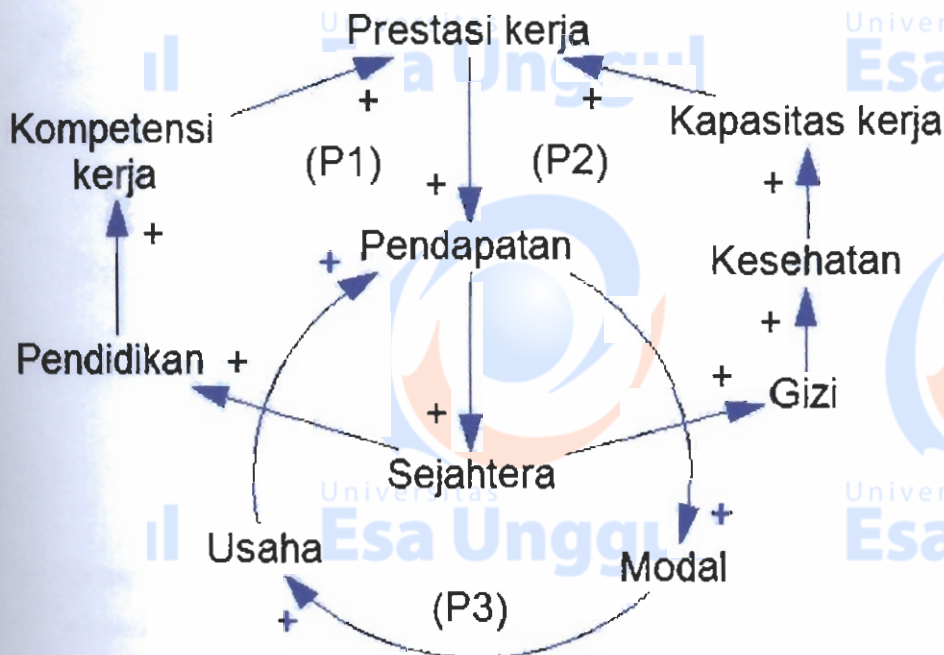


## MODUL IV DIAGRAM LOOP KAUSAL

### DIAGRAM LUP KAUSAL







## EMPAT MODEL DASAR

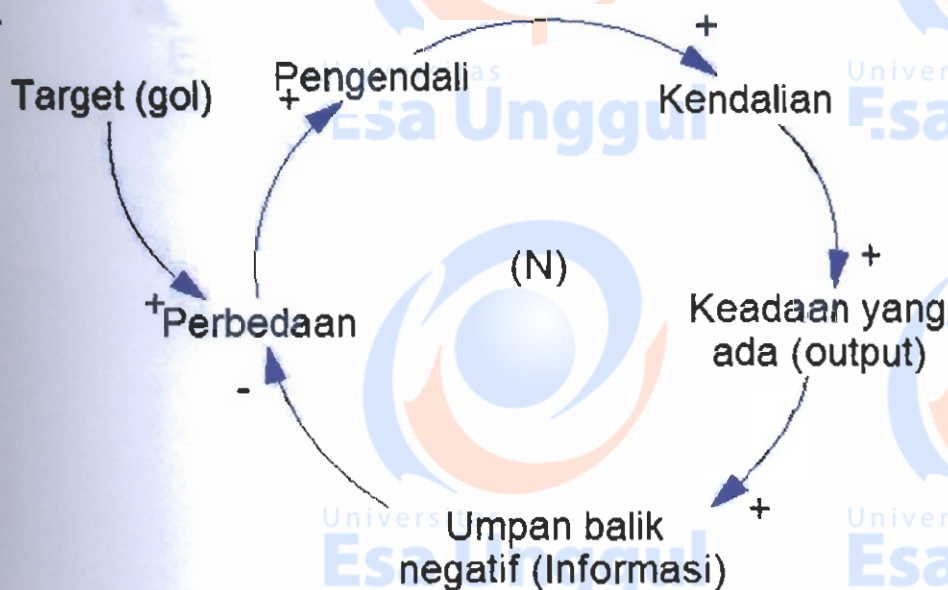
|                    |   |              |
|--------------------|---|--------------|
| LUP <u>POSITIF</u> | ↔ | PERTUMBUHAN  |
| LUP NEGATIF        | ↔ | KESTABILAN   |
| KURVA S            | ↔ | KETERBATASAN |
| OSILASI            | ↔ | WAKTU TUNDA  |





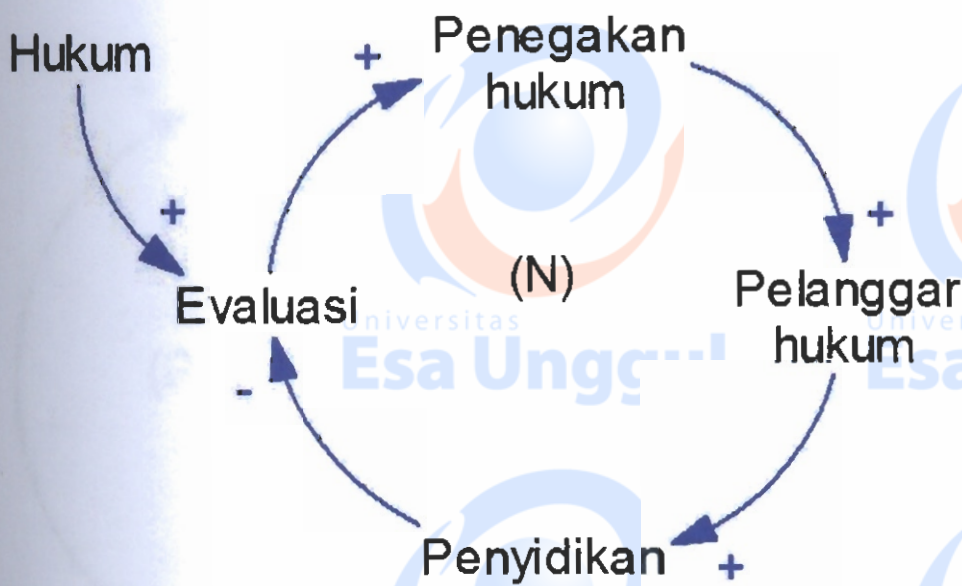
**MODEL LOOP NEGATIF  
DENGAN GOAL**

- Untuk sistem yang stabil, dinamika sistem bergerak **menuju titik kestabilan**  
= tunak = goal
- Apabila kita ingin **kestabilan**, modelnya adalah model lup negatif dengan goal
- **Lup adalah negatif**, karena dalam lup harus ada kegiatan koreksi, dan koreksi dilakukan apabila ada perbedaan antara goal **minus** keadaan yang ada



### CONTOH PENEGAKAN HUKUM

- Goal/referensi: hukum yang berlaku.
- Umpan balik negatif: informasi mengenai keadaan yang ada, yang diperoleh dari penyidikan.
- Evaluasi: menentukan apakah ada perbedaan antara hukum yang berlaku dengan informasi hasil penyidikan.
- Penegak hukum: polisi, jaksa, hakim.
- Pelanggar hukum: ditindak



## KURVA S PEMBANGUNAN DALAM LUAS LAHAN TERBATAS

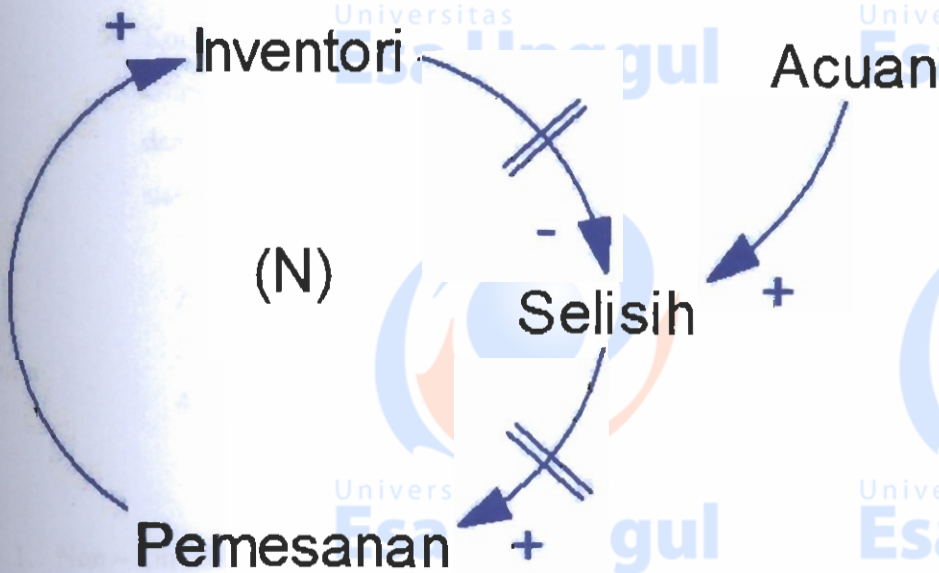
- Pengembang menyediakan lahan 100 ha.
- Pada awalnya, konstruksi dilaksanakan, sehingga jumlah bangunan yang dibangun terus bertambah (loop positif).
- Tetapi pada akhirnya, konstruksi terpaksa berhenti (loop negatif), karena kehabisan lahan.
- Jumlah bangunan tidak bertambah, karena telah mencapai batas pertumbuhan.
- Pembatas: luas lahan.





## OSILASI INVENTORI DENGAN KETERLAMBATAN

- Barang dalam gudang dijaga supaya jumlahnya tetap = 1000 unit.
- **Keterlambatan** melaporkan jumlah barang dalam inventori, keterlambatan memesan barang, keterlambatan kedatangan barang, menyebabkan jumlah barang dalam inventori **berosilasi**, jumlahnya menjadi lebih atau kurang dari yang ditentukan 1000 unit.



## MODUL V PERILAKU DINAMIS

Simpal - simpal umpan balik

- Gabungan simpal-simpal umpan balik menjelaskan kompleksitas.
- Semakin banyak simpal, menggambarkan semakin banyak variabel (unsur) dan parameter (waktu) yang berarti semakin rinci dan dinamis.
- Kompleksitas rinci dan dinamis ini dapat disederhanakan ke dalam empat tipe, di mana masing-masing berhubungan dengan dominasi dan atau kombinasi simpal tertentu, yang menghasilkan perilaku sistem, yaitu:
  1. Non-linearitas;
  2. Pembelajaran;
  3. Emergeni dan;
  4. ko-evolusi

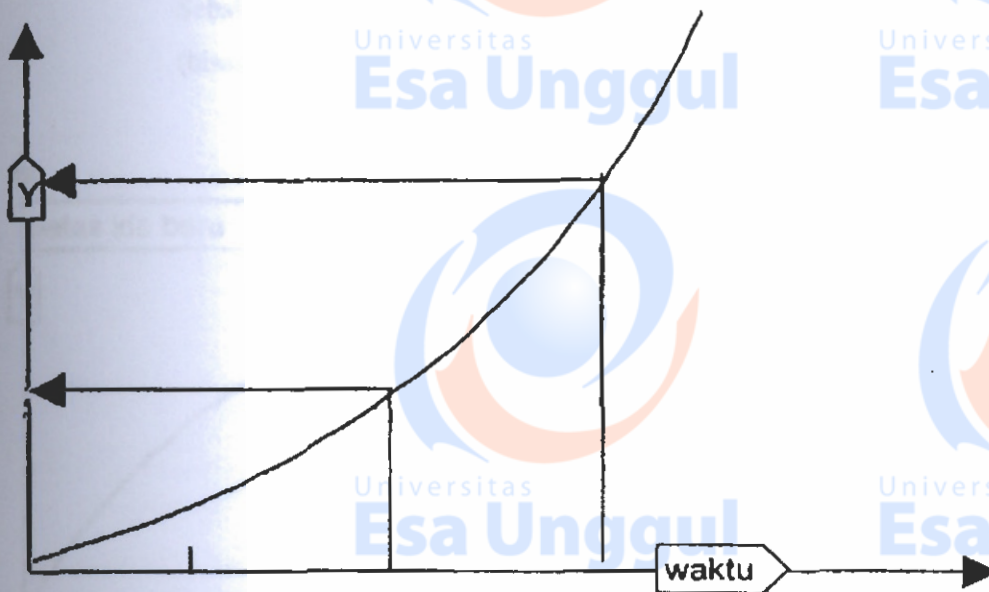
### 1. Non – Linearitas

- Non-linearitas adalah perilaku hasil penyederhanaan dari kompleksitas proses perubahan yang tidak berbanding lurus.
- Misalnya apabila masukan 1 unit, setelah diproses tidak selalu menghasilkan keluaran tiga unit, tetapi kadang dihasilkan lima unit (pada keadaan tumbuh cepat) dan juga bisa nol pada keadaan lunak.

## 2. Pembelajaran

- Pembelajaran adalah perilaku hasil penyederhanaan dari kompleksitas kemampuan sistem untuk menciptakan keluaran berdasarkan proses sebelumnya.
- Proses tersebut adalah respon suatu unsur terhadap unsur lainnya atau terhadap lingkungan. Misalnya perubahan variabel ditentukan oleh keadaan sebelumnya dari variabel tersebut atau juga dapat ditentukan oleh perubahan lingkungan.
- Misalnya, dalam organisasi, butir-butir keberhasilan masa lampau adalah kekuatan yang perlu ditingkatkan untuk masa datang. Proses adaptasi penguatan terhadap pengalaman lampau, untuk masa datang tersebut adalah sebuah simpal positif.
- Hasil proses adaptasi melalui penciptaan simpal positif ini dapat melebihi hasil pengalaman sebelumnya, yang berarti ada proses pembelajaran menciptakan pengalaman baru untuk adaptasi berikutnya. Lihat Gambar.

*Pembelajaran (Umpan Balik Positif)*

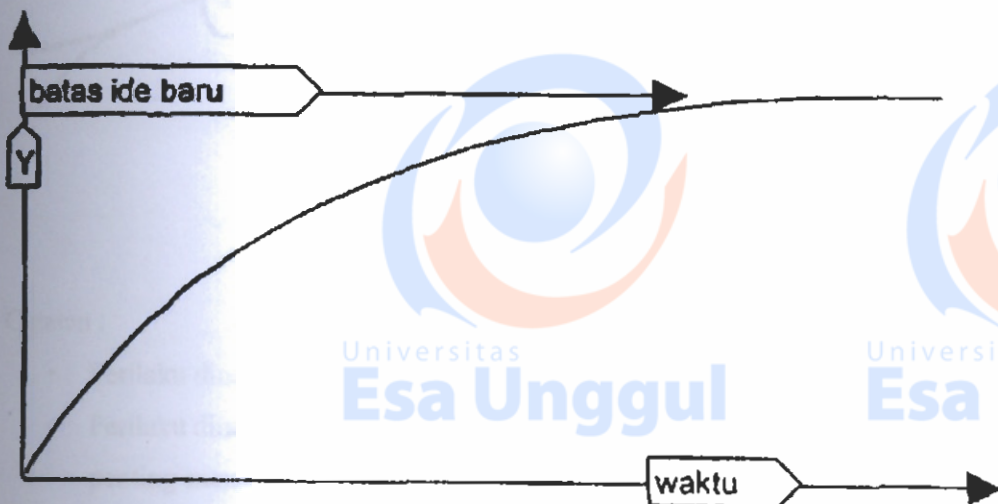




### 3. Emergency

- **Emergency** adalah perilaku hasil penyederhanaan dari kompleksitas pemunculan realitas baru yang tidak terduga dalam sistem.
- Realitas baru tersebut adalah hasil interaksi di dalam unsur atau menjadi realitas unsur yang dapat mempengaruhi sistem dan tidak selalu dapat mengendalikan sistem.
- Misalnya, dalam organisasi gugus kendali mutu (GKM) pemunculan ide-ide pembaruan melalui proses pembelajaran di tingkat bawah, dapat mempengaruhi unsur-unsur manajemen tingkat atas, dan tidak selalu dapat menjadi keputusan strategis manajemen tingkat atas.
- Proses pemunculan ide baru tersebut adalah suatu proses pembelajaran atau sebuah simpal positif.
- Hasil proses pembelajaran ini dikendalikan atau dibatasi oleh unsur lain sehingga membentuk simpal negatif.
- Dengan kata lain, perilaku sistem tidak dipengaruhi oleh interaksi mikro dalam unsur tetapi ditentukan oleh interaksi makro antar unsur. Sebaliknya, jika perilaku mikro dapat mempengaruhi perilaku makro (biasanya memerlukan waktu tunda)

*Emergency (Umpan Balik Negatif)*

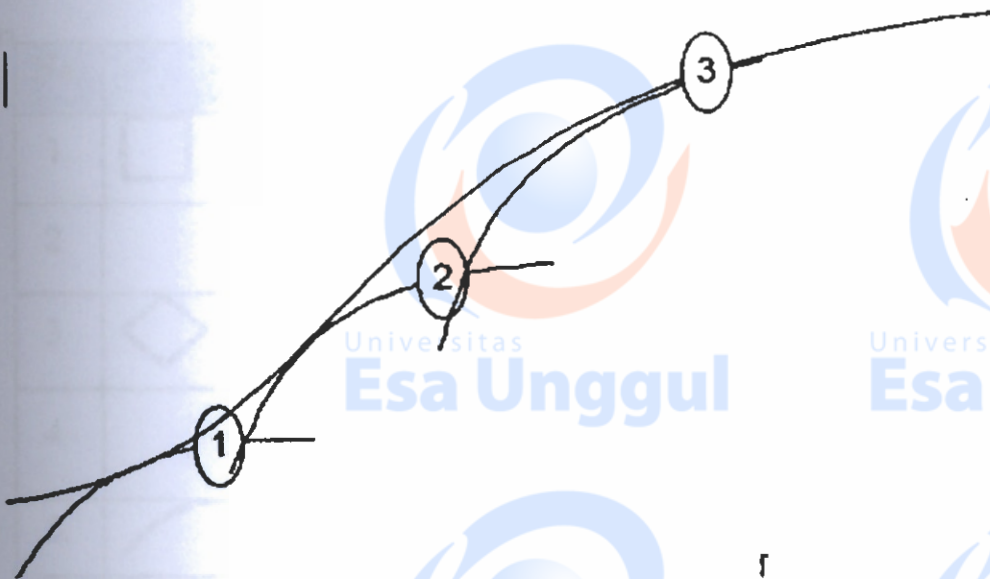


#### 4. Ko – Evolusi

- Ko-evolusi adalah perilaku hasil penyederhanaan dari kompleksitas perilaku mikro yang dapat mempengaruhi perilaku makro (biasanya memerlukan waktu tunda).
- Setelah mencapai puncak, proses tersebut tidak menuju keadaan lunak, tetapi terus bergerak untuk mencapai puncak yang lebih tinggi, sebagai hasil interaksi makro antar unsur dalam sistem. Contohnya adalah persaingan dalam bisnis.

#### Ko – Evolusi

(Umpan Balik Negatif Berkelanjutan)



#### Catatan :

- Perilaku dinamis bersumber dari keunikan struktur model.
- Perilaku dinamis tersebut dikenali dari hasil simulasi model, sehingga sangat penting memahami perilaku model hasil simulasi berdasarkan penelusuran terhadap struktur model.







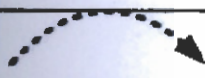



## MODUL VI DIAGRAM ALIR (*FLOW DIAGRAM*)

### Konsep utama sistem dinamik

Salah satu keterbatasan yang paling penting dari diagram sebab akibat adalah ketidakmampuannya untuk menangkap struktur stok dan aliran (*stock and flow*) dari sistem. Stok dan aliran, bersama dengan umpan balik, adalah dua konsep utama dari teori sistem dinamik

Simbol-simbol Diagram Alir (Muhammadi, 2001)

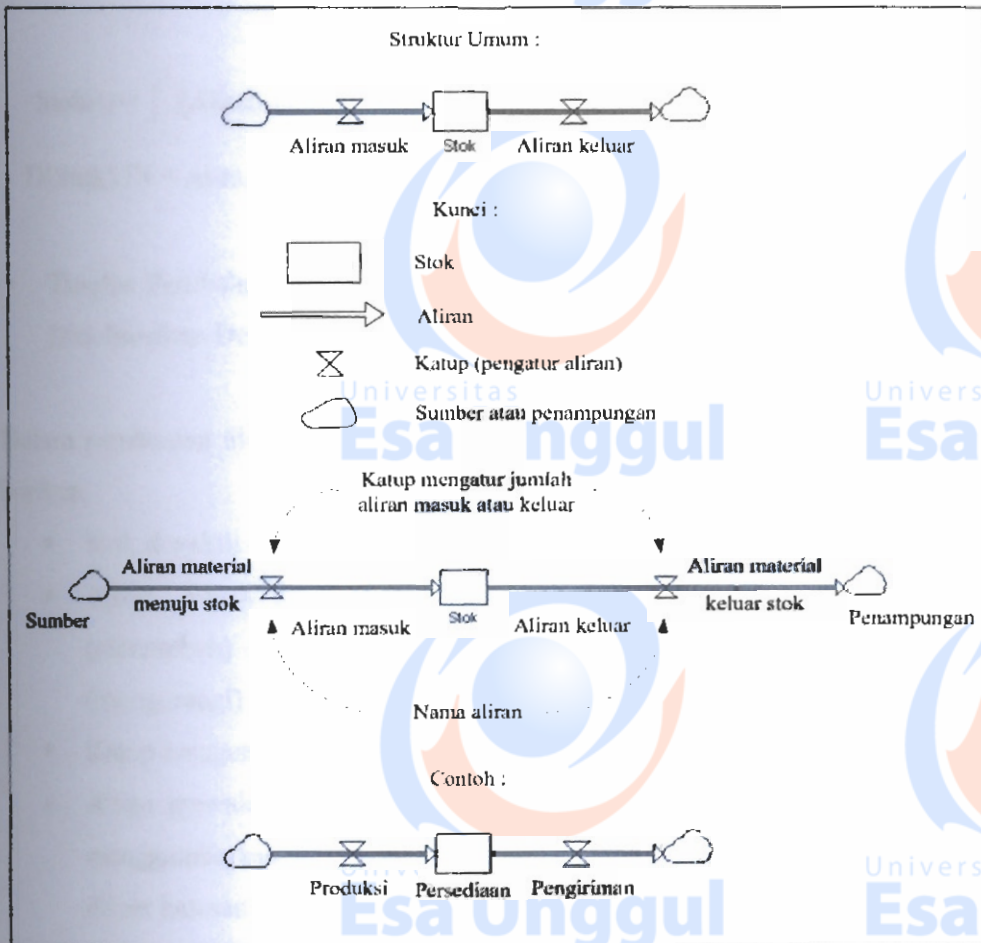
| No. | Simbol  | Arti                   |
|-----|---|------------------------|
| 1.  |   | <i>Level</i>           |
| 2.  |  | <i>Auxiliary</i>       |
| 3.  |  | Konstanta              |
| 4.  |  | Sumber                 |
| 5.  |  | Hubungan               |
| 6.  |  | Hubungan tertunda      |
| 7.  |  | Inisialisasi hubungan  |
| 8.  |  | Aliran ( <i>flow</i> ) |



Stok

- Stok adalah akumulasi.
- Stok menggolongkan keadaan sistem dan membentuk informasi pada keputusan dan tindakan.
- Stok memberi sistem kekuatan untuk bergerak dan melengkapinya dengan memori.
- Stok adalah akumulasi.
- Stok menggolongkan keadaan sistem dan membentuk informasi pada keputusan dan tindakan.
- Stok memberi sistem kekuatan untuk bergerak dan melengkapinya dengan memori.

Cara Penulisan Diagram Alir :



(SUMBER : JOHN D. STERMAN, 2000, HAL. 193)

- Contoh di dalam gambar menunjukkan bahwa persediaan adalah stok yang mengakumulasi aliran masuk dari produksi dan dikurangi oleh aliran keluar dari pengiriman.
- Awan mengindikasikan bahwa stok dari bahan mentah tidak pernah menyebabkan tingkat produksi kekurangan dan stok produk yang dikirim ke pelanggan tidak pernah terlalu tinggi yang dapat menghambat tingkat pengiriman.

- Struktur yang digambarkan dalam gambar 1, sesuai dengan persamaan integral berikut ini :

$$\text{Stok}(t) = \int_{t_0}^t [\text{Aliran masuk}(s) - \text{Aliran keluar}(s)] ds + \text{Stok}(t_0)$$

$$D(\text{Stok})/Dt = \text{Aliran Masuk}(T) - \text{Aliran Keluar}(T)$$

- Tingkat Perubahan Stok Adalah Aliran Masuk Dikurangi Aliran Keluar, Yang Didefinisikan Dengan Persamaan Diferensial [1]

Dalam pembuatan diagram alir, sistem dinamik menggunakan cara-cara penulisan berikut:

- Stok diwakili oleh persegi empat.
- Aliran masuk diwakili oleh pipa (tanda panah) yang mengarah pada (menambah) stok. Aliran keluar diwakili oleh pipa yang mengarah keluar (mengurangi) stok.
- Katup mengendalikan aliran.
- Awan mewakili sumber-sumber dan penampungan untuk aliran. Sumber menggambarkan darimana stok berasal dimana aliran yang mula-mula berada diluar batasan model muncul ;
- Penampungan menggambarkan kemana stok menuju dimana aliran yang meninggalkan batasan model keluar.
- Sumber dan penampungan diasumsikan memiliki kapasitas yang tidak terbatas dan tidak pernah dapat membatasi aliran.



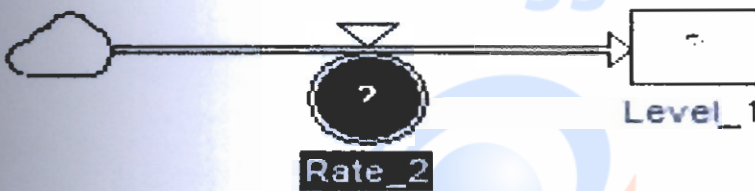
## MODUL VII POWERSIM DAN TUTORIAL SOFTWARE

Pada waktu mensimulasikan model, variabel akan saling dihubungkan membentuk suatu sistem yang dapat menirukan kondisi sebenarnya.

Perangkat Lunak Powersim :

- Suatu sistem yang menggambarkan hubungan antara variabel itu dinamakan diagram alir (flow diagram).
- Diagram alir menggambarkan struktur dari model.
- Suatu sistem yang menggambarkan hubungan antara variabel itu dinamakan diagram alir (flow diagram).
- Diagram alir menggambarkan struktur dari model.

Simbol aliran (flow simbol) dan simbol level :



### Rate Flow

→ Pada rate, aliran yang dapat mengalir : barang, uang, orang, dll yang dapat diukur penambahan atau pengurangannya

### Level

→ Level: mewakili pokok persoalan yang menjadi perhatian

### Information Link

→ Penghubung antara level dengan rate : proses informasi umpan balik

Hasil simulasi menggambarkan perilaku (behaviour) dari sistem

Model yang dibangun menggunakan powersim berbentuk simbol simbol dan simulasinya mengikuti suatu metode yang dinamakan dinamika sistem (sistem dinamis).

## TUTORIAL POWERSIM SOFTWARE

### MODEL 1. WAKTU

- o Klik Tombol Variabel auxiliary
- o Beri nama simbol tersebut dengan menit



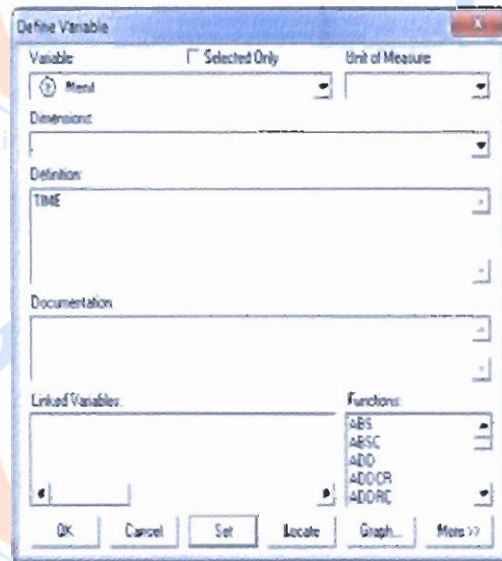
- o Klik 2 kali simbol tanda tanya, lalu muncul **DEFINE VARIABEL.**

### DEFINE VARIABEL

- o Tulis **"TIME"** pada definition, lalu klik "Set" sehingga akan menghasilkan



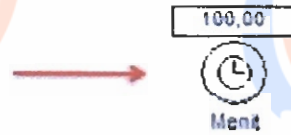
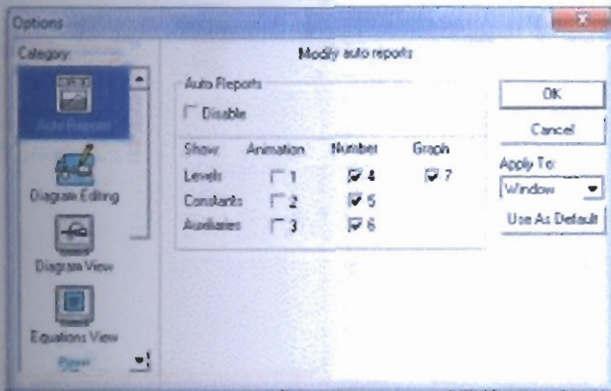
- o Klik tombol Run untuk simulasi





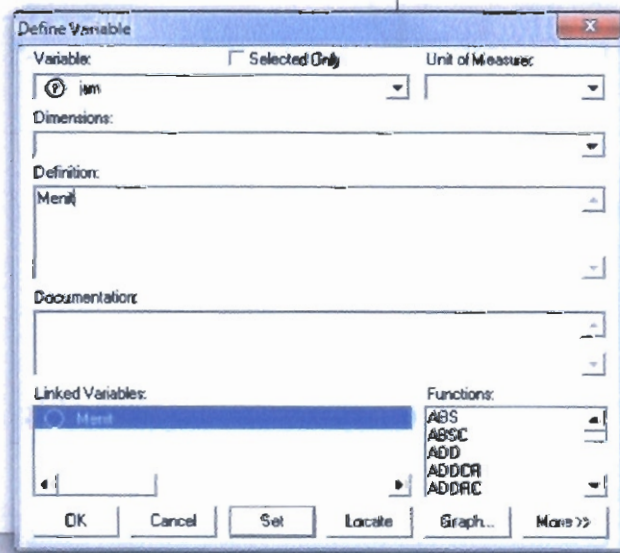
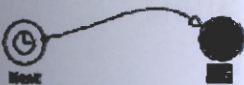
### Simulasi Hasil

Arahkan kursor ke tombol OPTIONS dan pilih auto Reports dengan mengklik no 4,5,6,7

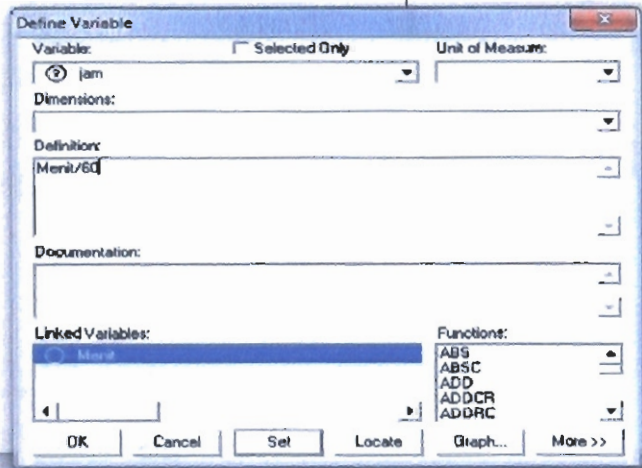
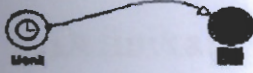


### Membuat Lebih dari satu Variabel :

- Buat auxiliary kembali lalu beri nama jam, buat information link antara auxiliary pertama dan kedua.
- Klik tanda tanya pada auxiliary kedua sehingga muncul define variabel
- Klikmenit dua kali sehingga akan berpindah ke definition, seperti gambar berikut :



- Sempurnakan definisi Jam dengan membagi menit dengan 60 (menit/60)
- Klik set, lalu Run



Sehingga diperoleh hasil :



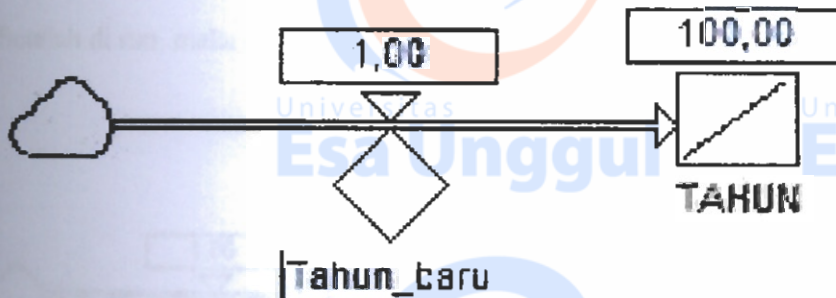


## MODEL 2. (TAHUN)

- Definisikan simbol tahun baru dengan angka 1 (menunjukkan bahwa tahun akan selalu bertambah dengan nilai 1 (tahun)).
- Definisikan simbol tahun dengan menuliskan angka 0 pada definition

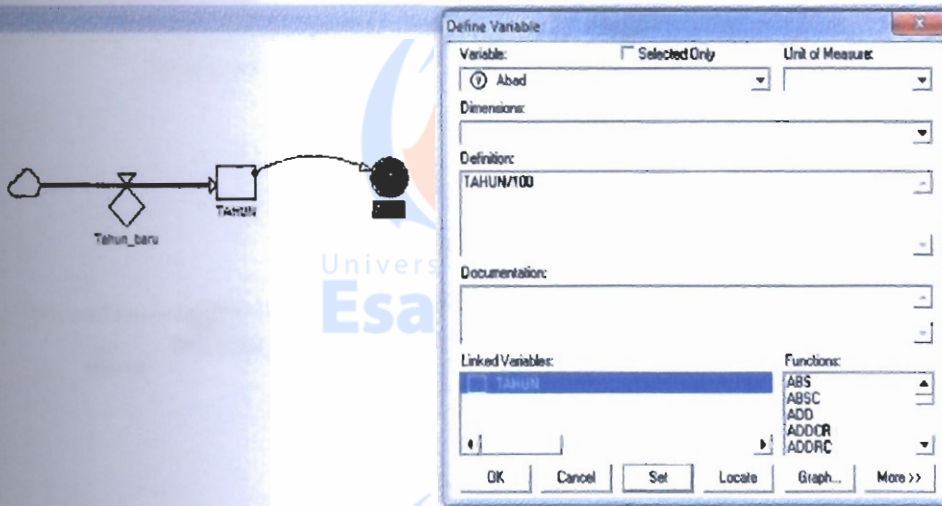


- Setelah di run, akan menghasilkan :

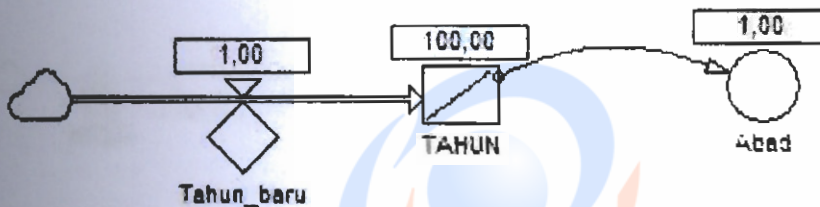




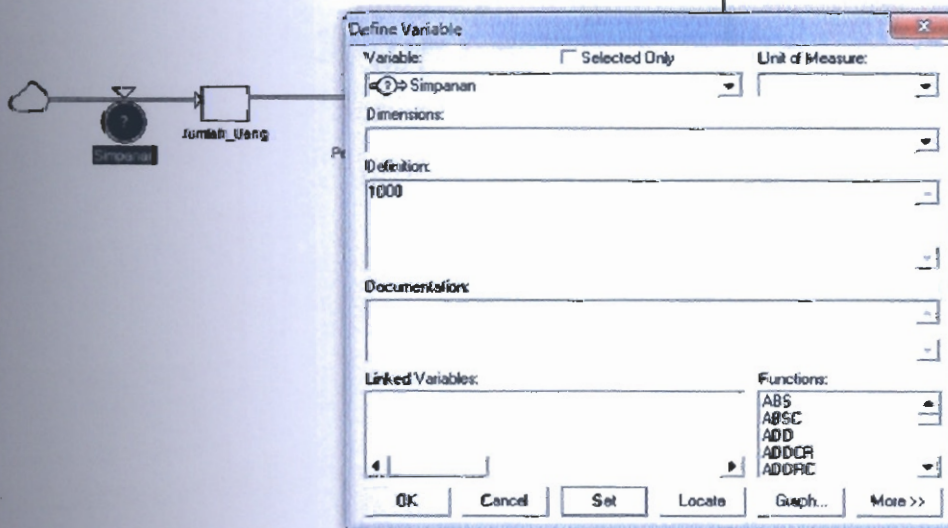
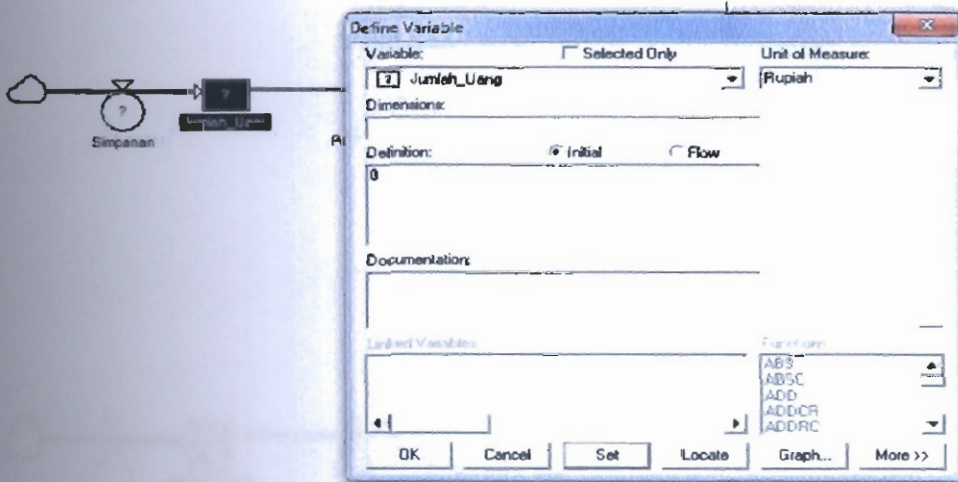
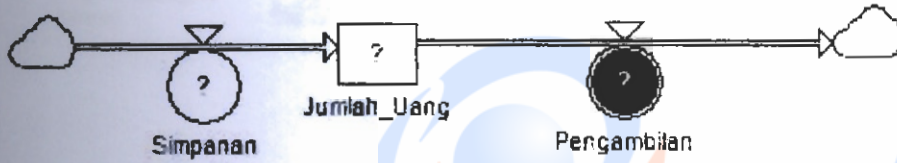
- Buat satu auxiliary kembali lalu tulis Abad.
- Buat Information Link antara tahun dengan abad
- Definisikan abad dengan :tahun/100 (1 abad=100 tahun)



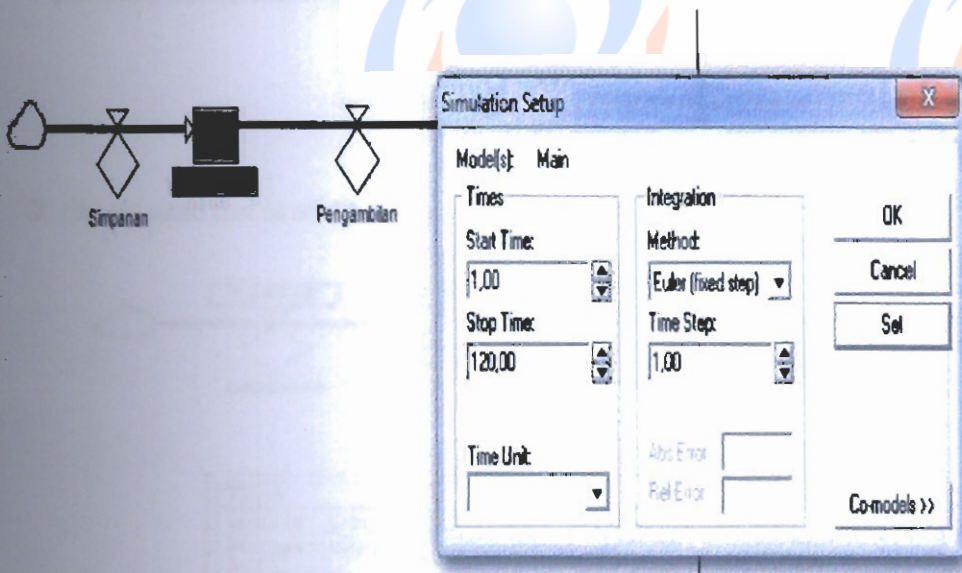
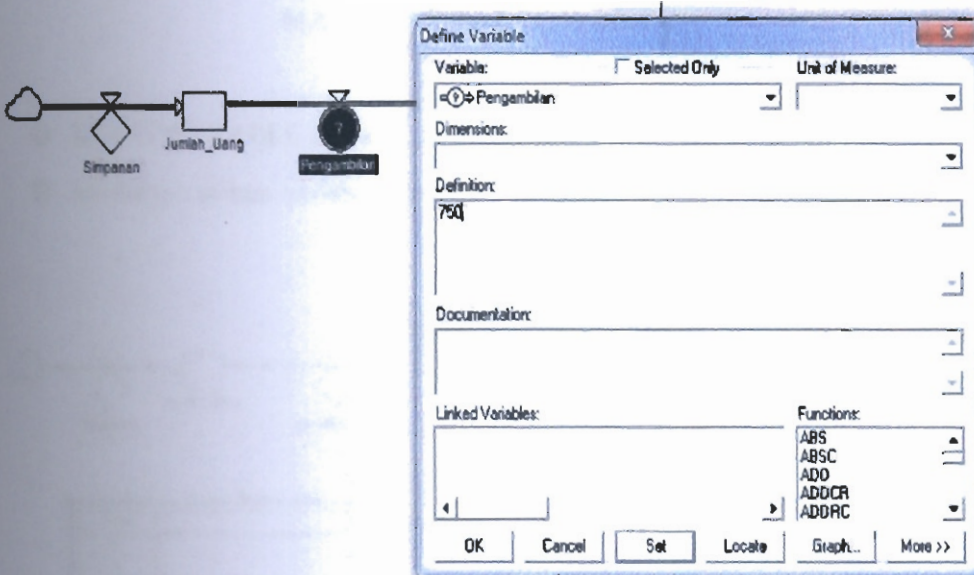
- Setelah di run, maka akan menghasilkan :



### MODEL PENYIMPANAN UANG



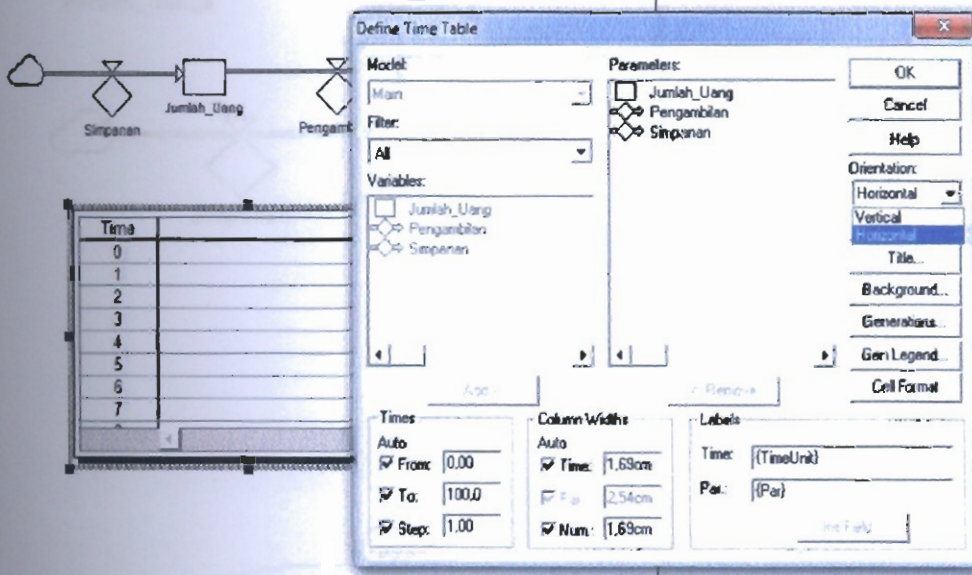




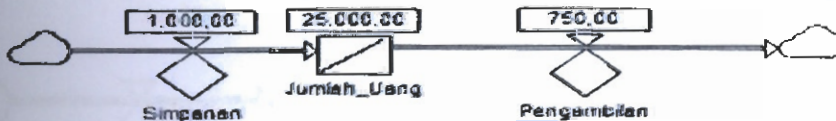


### MEMBUAT TABEL WAKTU

- Klik TIME TABLE dua kali, sehingga muncul Define Time Variabel
- Masukkan semua variabel menjadi parameter

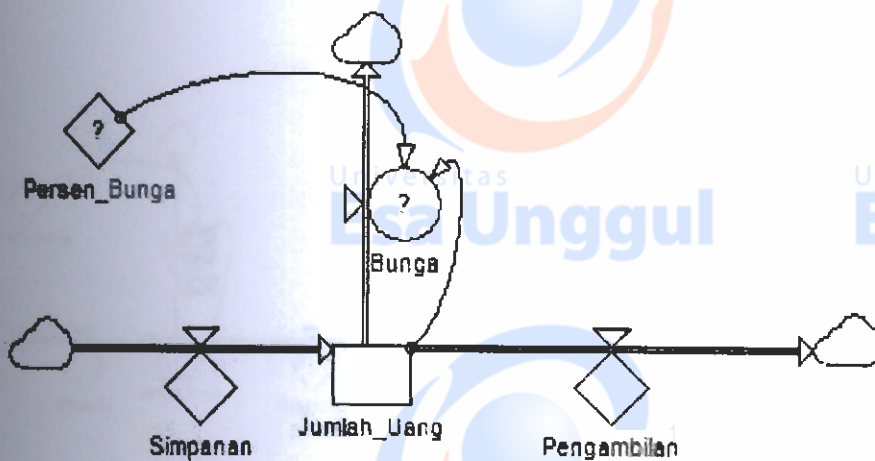
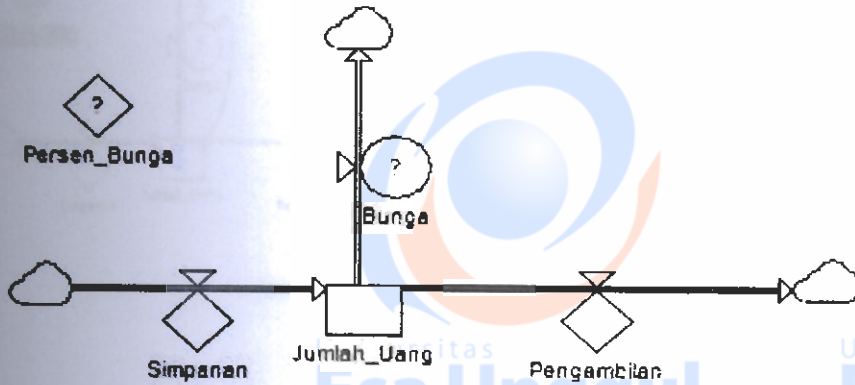


- Simulasikan dan akan dihasilkan :

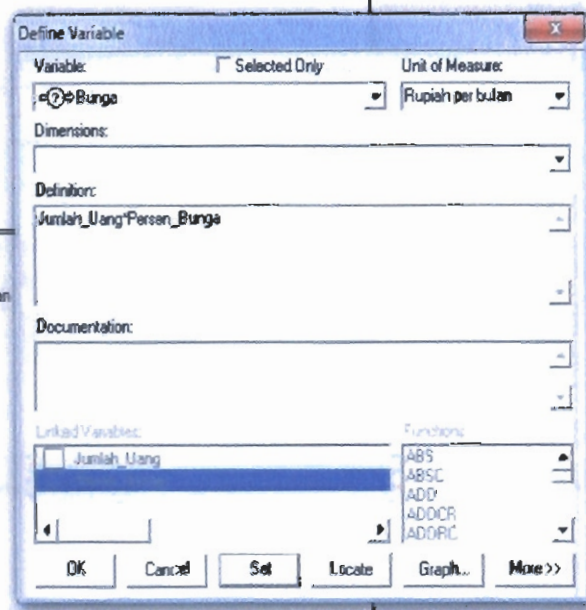
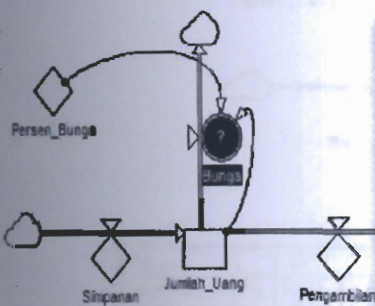
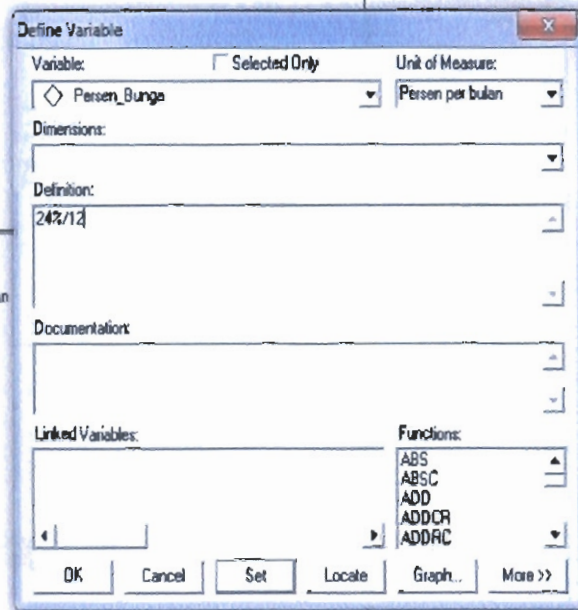
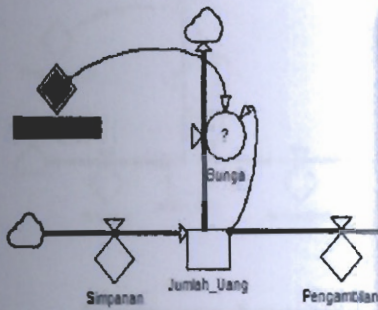


| Time        | 97       | 98       | 99       | 100      |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| Jumlah_Uang | 24 250,0 | 24 500,0 | 24 750,0 | 25 000,0 |
| Pengambilan | 750,00   | 750,00   | 750,00   | 750,00   |
| Simpanan    | 1 000,00 | 1 000,00 | 1 000,00 | 1 000,00 |

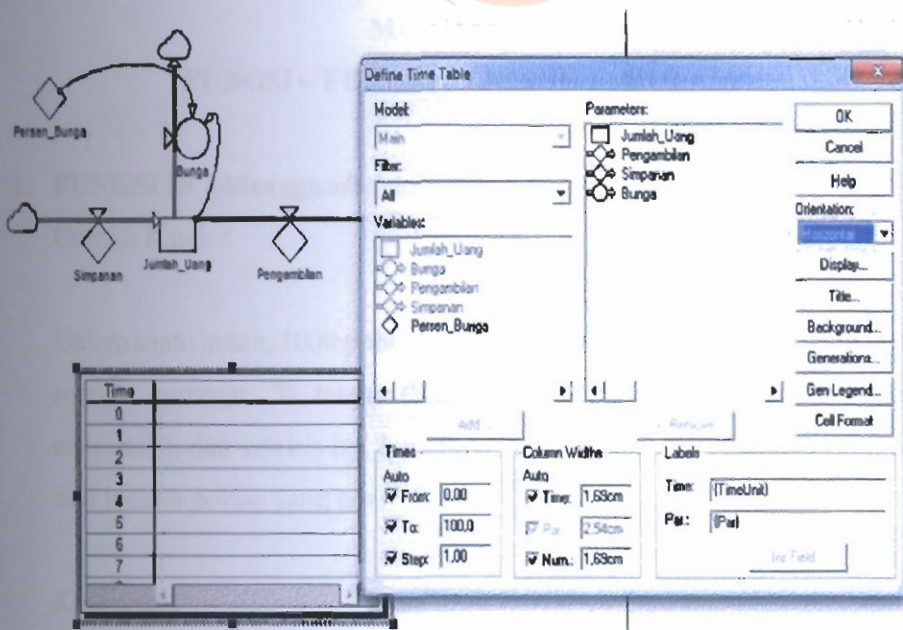
### SIMPANAN DAN BUNGA



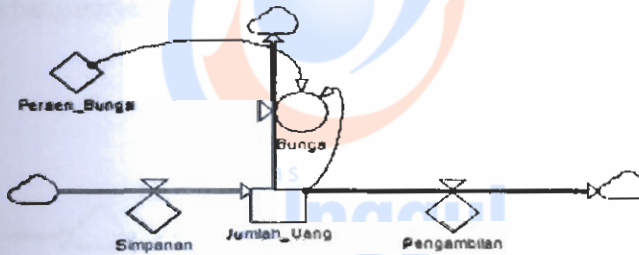








○ Setelah di run, akan muncul :



| Time        | 94   | 95       | 96       | 97       | 98       | 99       | 100      |
|-------------|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Jumlah_Uang | 8.6  | 10.666.1 | 10.702.7 | 10.738.7 | 10.773.9 | 10.808.4 | 10.842.3 |
| Pengambilan | 0.00 | 750.00   | 750.00   | 750.00   | 750.00   | 750.00   | 750.00   |
| Simpanan    | 0.00 | 1.000.00 | 1.000.00 | 1.000.00 | 1.000.00 | 1.000.00 | 1.000.00 |
| Bunga       | 2.57 | 213.32   | 214.05   | 214.77   | 215.48   | 216.17   | 216.85   |

## MODUL VIII FUNGSI – FUNGSI PENTING SIMULASI

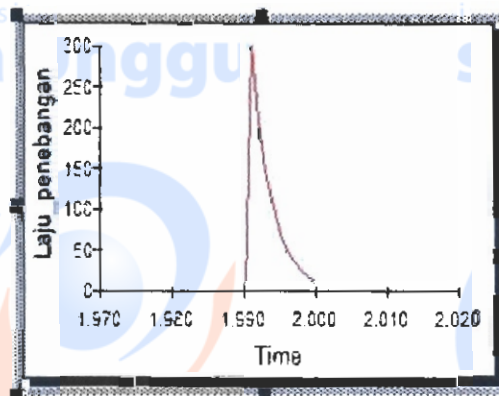
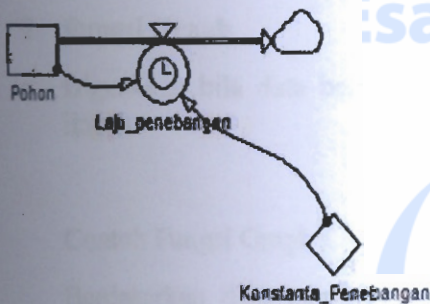
### 1. FUNGSI IF (Menggambarkan suatu kondisi)

Contoh Kasus :

Dalam suatu hutan, 1000 pohon yang ditanam tahun 1970 baru boleh ditebang setelah berumur 20 tahun (bila diameternya telah cukup dan bernilai ekonomis), dan setelah itu, jumlah yang ditebang tiap bulannya adalah 30% dari jumlah pohon yang ada.

Keterangan :

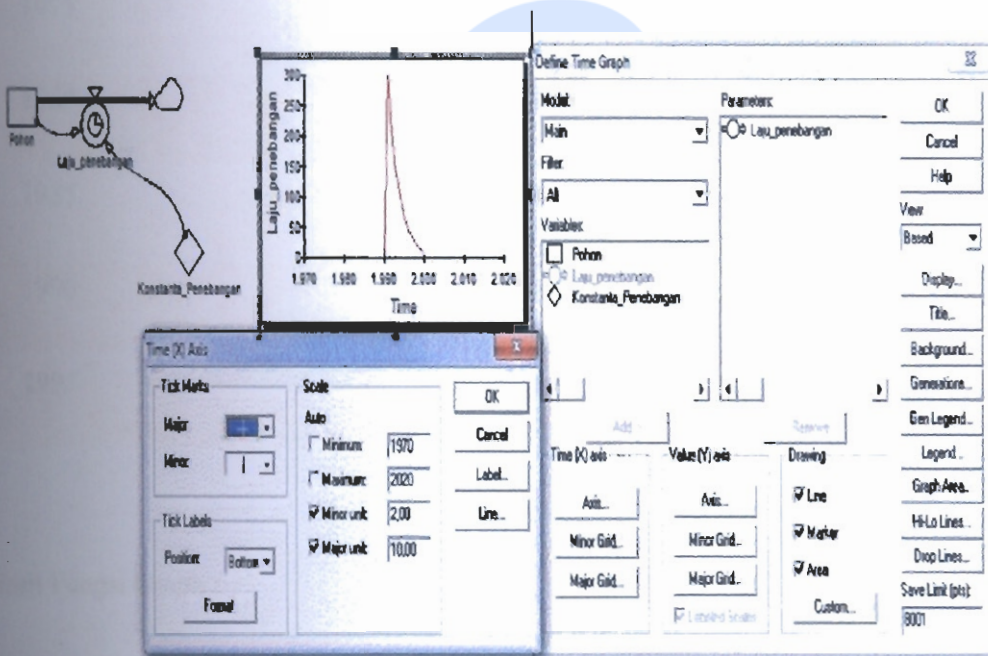
- Jumlah pohon : level,
- 30% : konstanta
- Laju penebangannya : Rate.....(Fungsi IF)





**Tahap Penyelesaian Fungsi IF :**

- $IF = IF(\text{Condition}, \text{value1}, \text{value2})$
- $\text{Laju\_penebangan} = IF(\text{Time} \leq 1990, 0, \text{Konstanta\_penebangan} * \text{Pohon})$



**2. Fungsi Graph**

Digunakan bila data berupa tabel atau menunjukkan hubungan yang non linear.

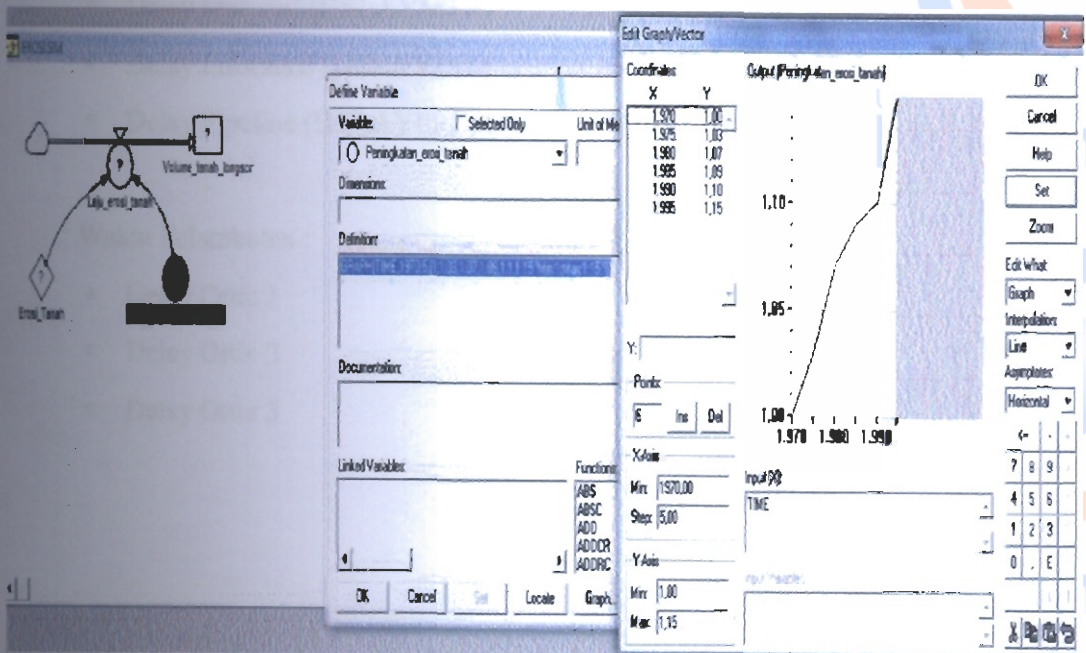
**Contoh Fungsi Graph :**

Berdasarkan data empiris yang menunjukkan kecenderungan non linear (dalam 5 tahunan), angka peningkatan laju crosi tanah akibat pembangunan fisik sbb :



| Tahun | Angka peningkatan Laju erosi tanah akibat pembangunan fisik |
|-------|---|
| 1970  | 1,00  |
| 1975  | 1,03  |
| 1980  | 1,07  |
| 1984  | 1,09  |
| 1990  | 1,10  |
| 1995  | 1,15  |

Hasil Fungsi Graph :



### Tahapan Fungsi Graph :

- Peningkatan erosi tanah =

`GRAPH(TIME,1970,5,[1,1.03,1.07,1.09,1.1,1.15  
"Min:1;Max:1.15"])`

- `GRAPH = GRAPH(X,X1,dx,Y(N))`
- X = variabel bebas (nilainya bebas, merupakan sumbu x, disebut pula input)
- X1 = Nilai pertama dari x (variabel bebas)
- Dx = Pertambahan nilai (increment dari x, nilainya selalu positif)
- Y(N) = vektor (Sumbu y, disebut pula output)

### 3. Fungsi Delay

Segala sesuatu yang tidak langsung misalnya : orang yang terkena bibit penyakit yang tidak langsung menjadi sakit, informasi yang tidak langsung dibaca, dst

#### Jenis Jenis Delay

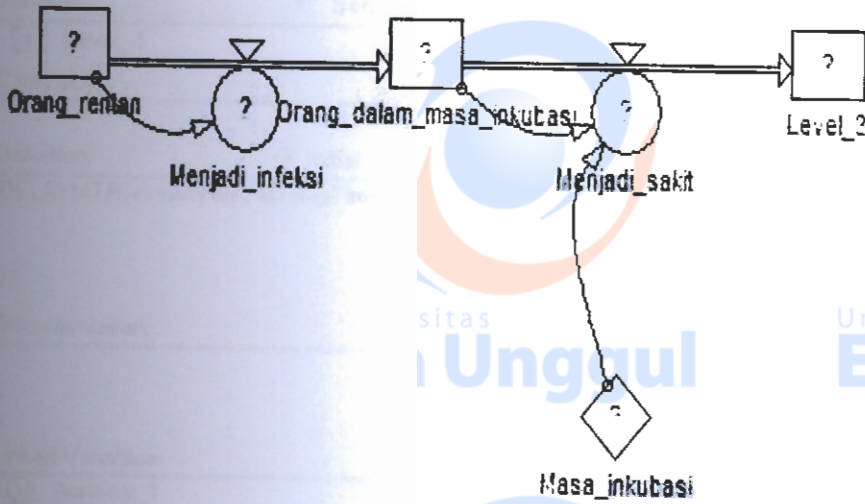
- Delay Material (DELAYMTR)
- Delay Informasi (DELAYINF)
- Delay Pipeline (DELAYPPL)

#### Waktu Pelambatan :

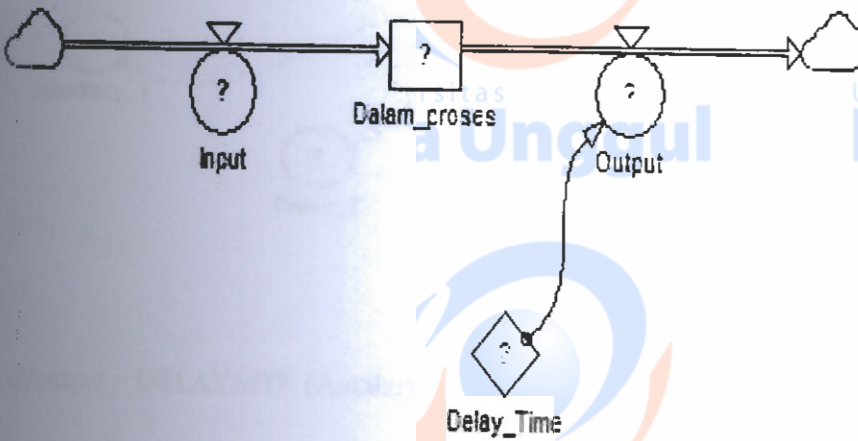
- Delay Orde 1
- Delay Orde 2
- Delay Orde 3



Delay Orde 1

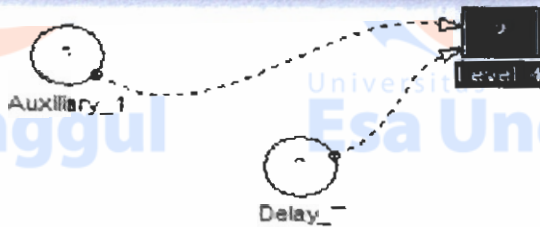
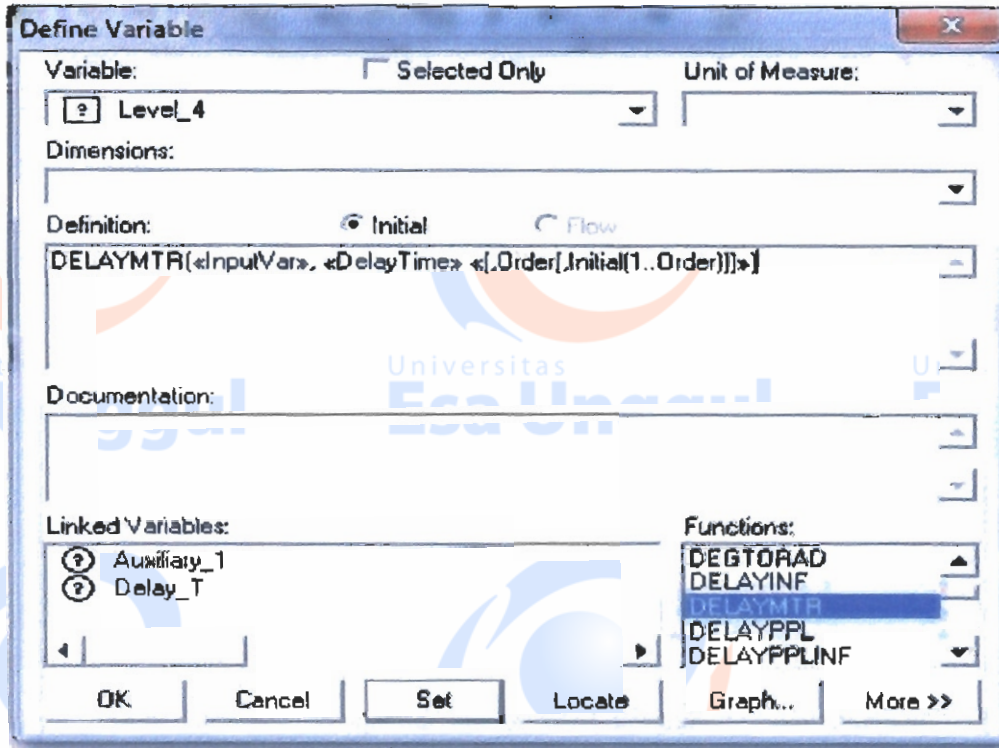


Bentuk lain Orde 1



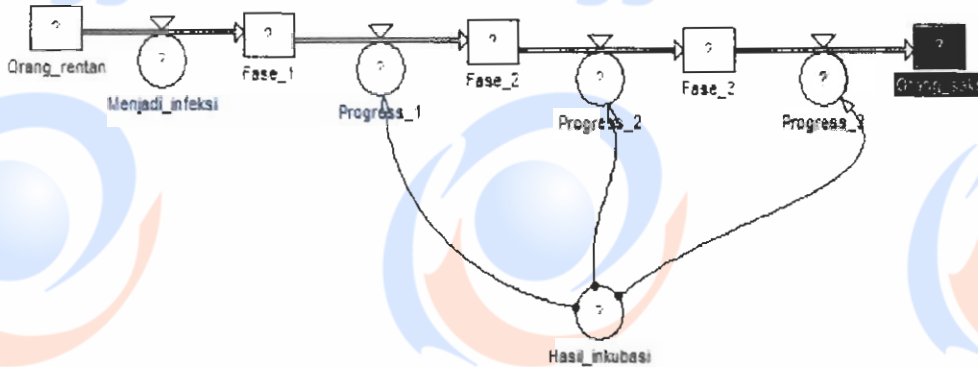


### Delay Orde 2



$$\text{Level/output} = \text{DELAYMTR}(\text{Auxiliary\_1}, \text{Delay\_T}, 1, \text{"INITIAL"})$$

### Delay Orde 3



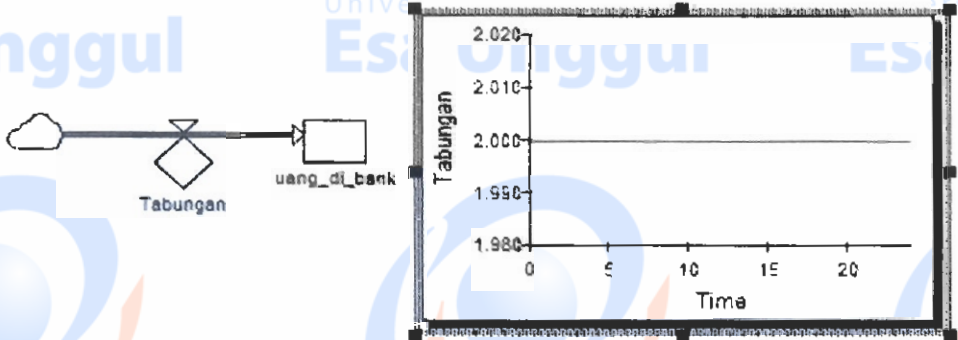
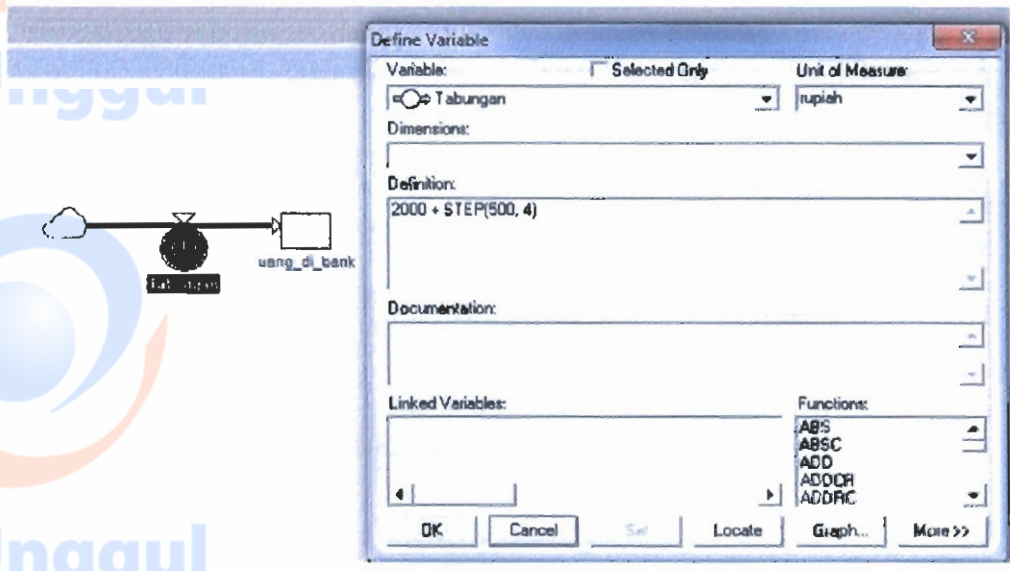
$Orang\_sakit = DELAYMTR(INPUT, DELAY\_TIME, 3, "INITIAL")$

### 4. Fungsi Step

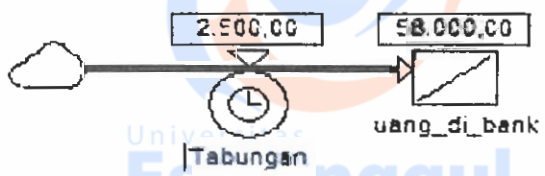
Misalkan kita menabung Rp.2000 secara kontinu setiap bulan dimulai pada bulan pertama (januari) tahun 2013, kemudian setelah bulan april 2013, tabungannya ditambah dengan Rp. 500, untuk seterusnya, maka penambahan Rp. 500 tersebut dapat dikatakan sebagai fungsi STEP.

Sebelum penggunaan Fungsi step  
(untuk simulasi 24 bulan)



500 menyatakan besarnya nilai STEP, sedangkan 4 (bulan ke 4, menyatakan waktu STEP dimulai

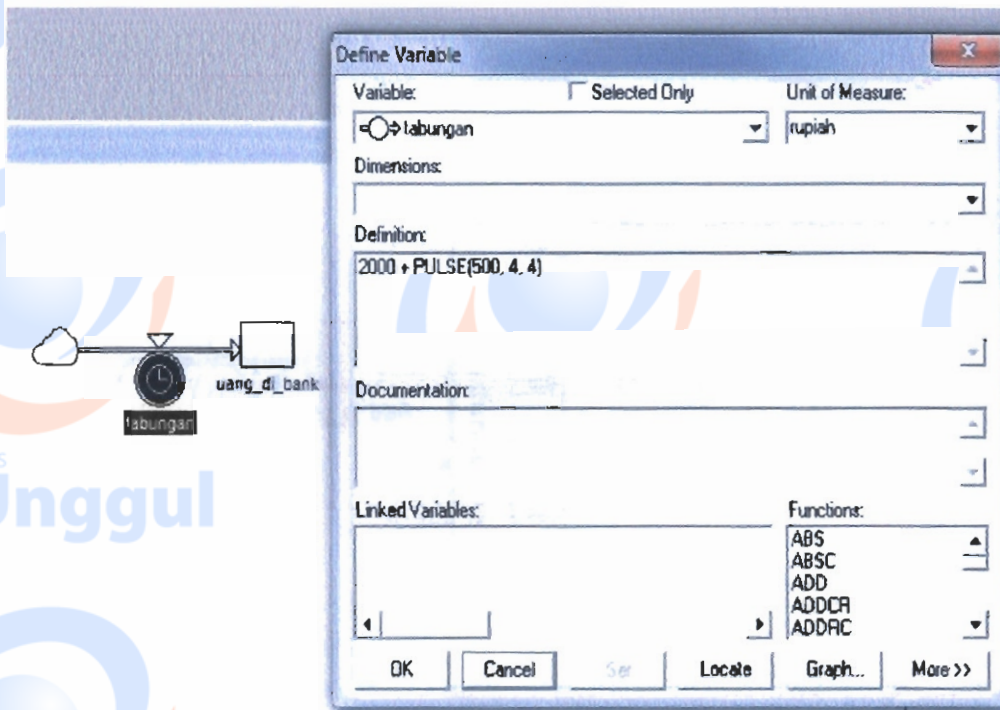




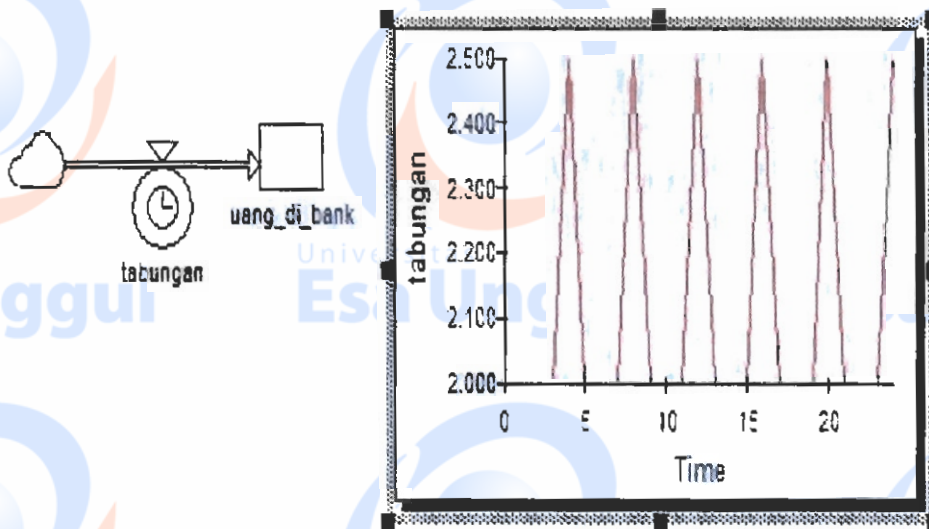
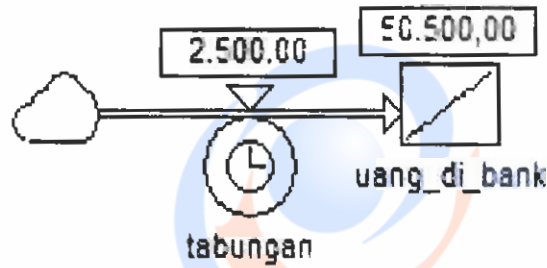
## 5. Fungsi Else

Sama dengan STEP, tapi pada fungsi PULSE penambahan nilai dilakukan periodik (berkala).

Contoh pada soal sebelumnya, penabung tidak dapat secara kontinu menambah tabungannya sebesar Rp.500 setiap bulannya tetapi hanya dapat menambah sejumlah itu setiap 3 bulan sekali dimulai pada bulan ke 4 (april, agustus, desember, dst)



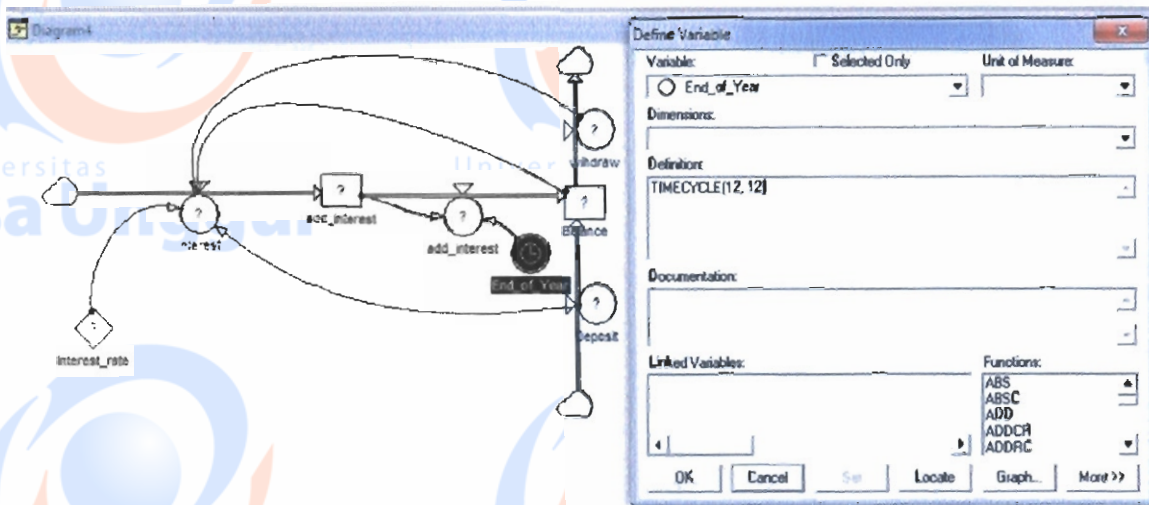
Hasil Simulasi Fungsi Pulse :



## 6. Fungsi Timecycle

Digunakan untuk menguji siklus waktu atau interval waktu.

Contoh : bunga bank selama satu tahun akan diberikan pada bulan ke 12 setiap tahun sekali



$\text{TIMECYCLE} = \text{TIMECYCLE}(\text{First}, \text{Interval})$

Fungsi Timecycle :

- $\text{TIMECYCLE} = \text{TIMECYCLE}(\text{First}, \text{Interval})$
- First : waktu pertama untuk pengecekan
- Interval : waktu diantara pengecekan yang satu ke pengecekan berikutnya
- $\text{TIMECYCLE} = \text{TIMECYCLE}(12, 12)$
- Artinya : bunga bank diberikan pada bulan ke 12 dan setiap 12 bulan sekali (satu tahun sekali)

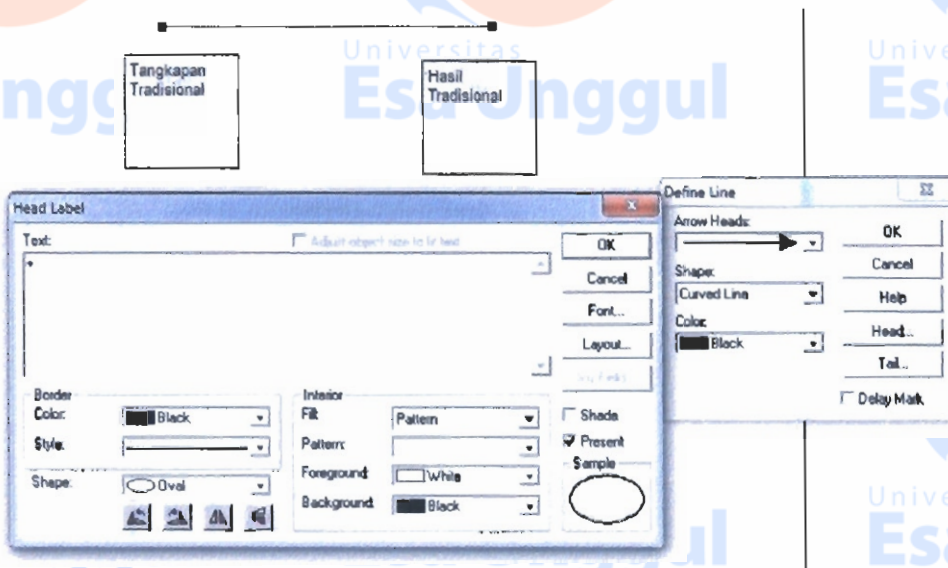


**MODUL IX**  
**KASUS SIMPAL KAUSAL**

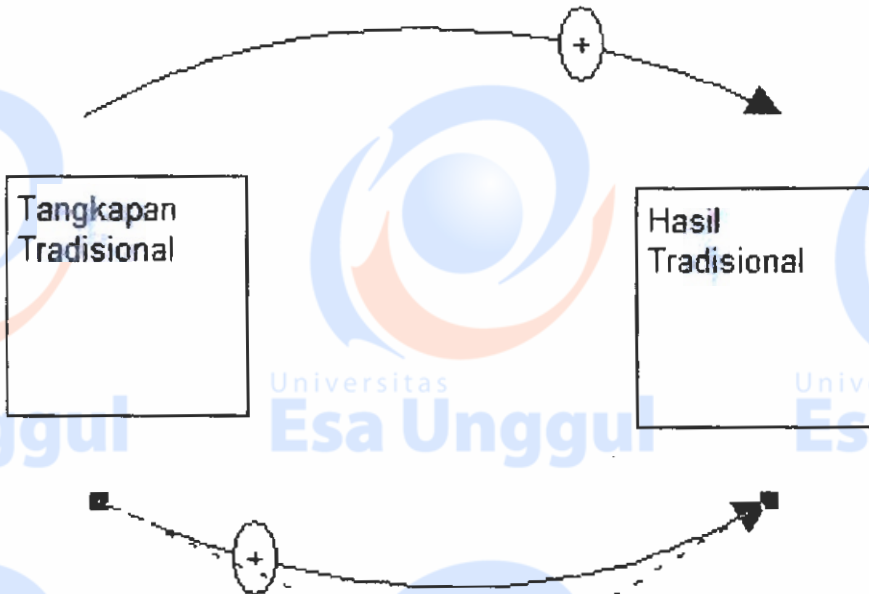
Contoh Simpal Kausal 1 :



Contoh Simpal Kausal 2 :



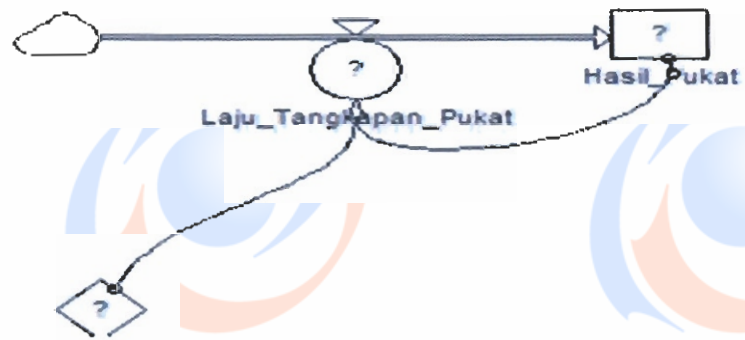
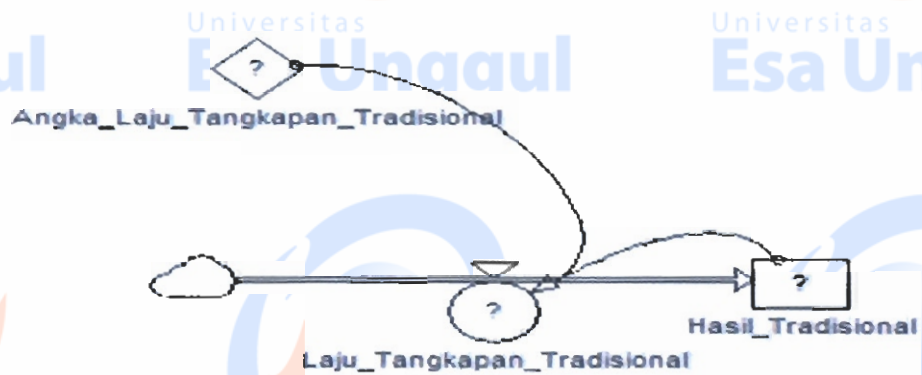
Contoh Simpal Kausal 3 :



Pembuatan Model

Hasil Tangkapan Ikan

- Buat Hubungan dari level ke rate
- Buat Hubungan dari konstan ke rate



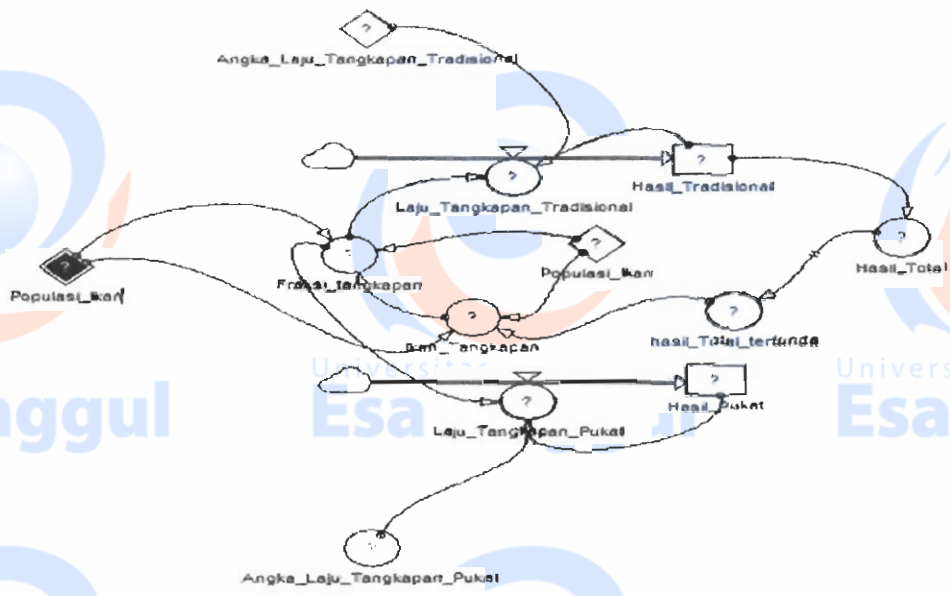
Buat hubungan antara :

- Populasi Ikan dengan Fraksi tangkapan
- Fraksi tangkapan dengan laju Tangkapan Tradisional
- Fraksi tangkapan dengan laju tangkapan pukat
- Populasi Ikan dengan ikan tangkapan
- Hasil pukat dengan hasil total
- Hasil tradisional dengan hasil total
- Hasil total tertunda dengan ikan tangkapan
- Ikan tangkapan dengan Fraksi Tangkapan

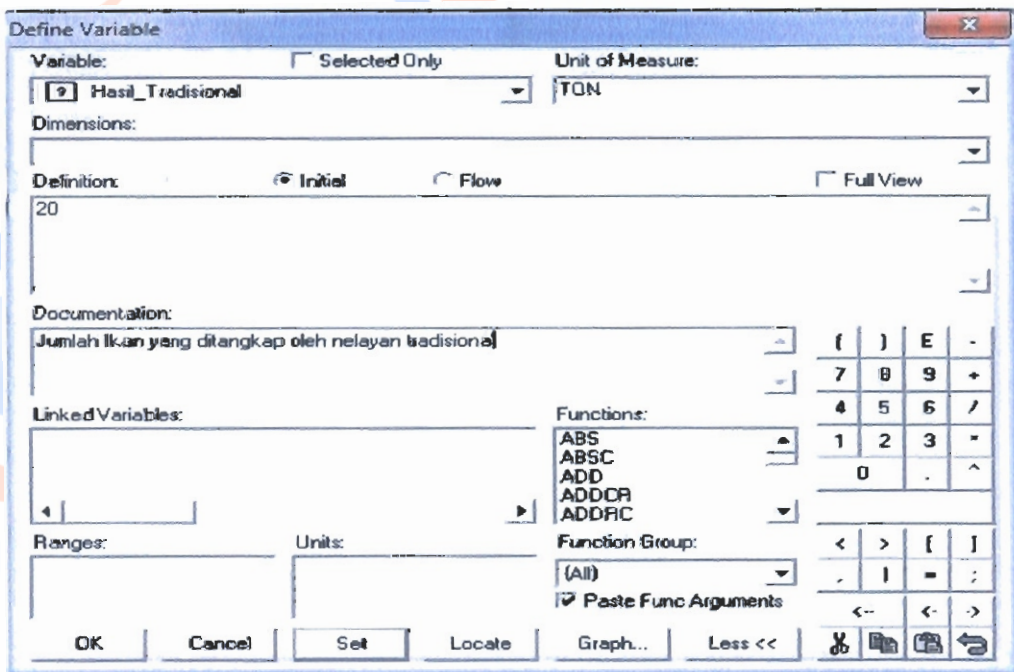


### Delayed Info Link

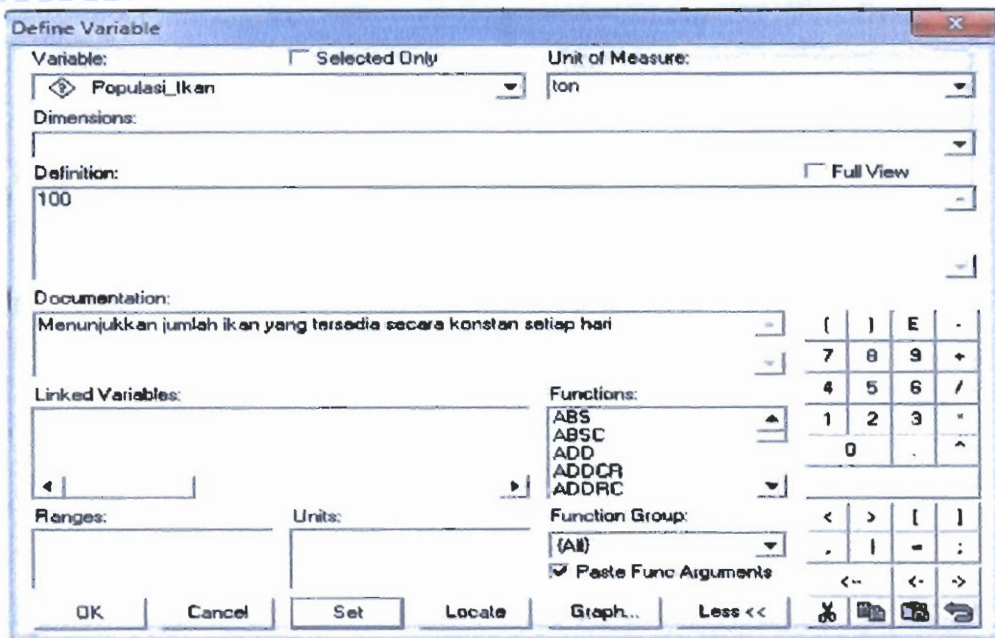
Hubungan antara hasil total dengan hasil Total Tertunda, gunakan delayed Info Link



### Define Variabel Hasil Tradisional

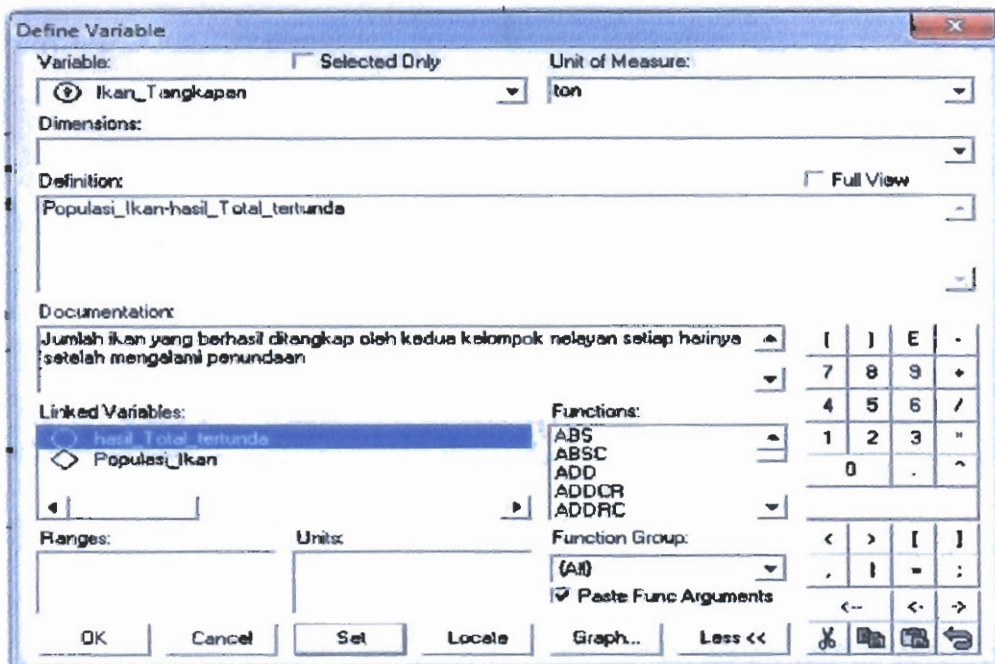


### Define Variable Populasi Ikan



The screenshot shows the 'Define Variable' dialog box for the variable 'Populasi\_Ikan'. The 'Unit of Measure' is set to 'ton'. The 'Definition' field contains the value '100'. The 'Documentation' field contains the text 'Menunjukkan jumlah ikan yang tersedia secara konstan setiap hari'. The 'Functions' list includes ABS, ABSC, ADD, ADDCR, and ADDRC. The 'Paste Func Arguments' checkbox is checked.

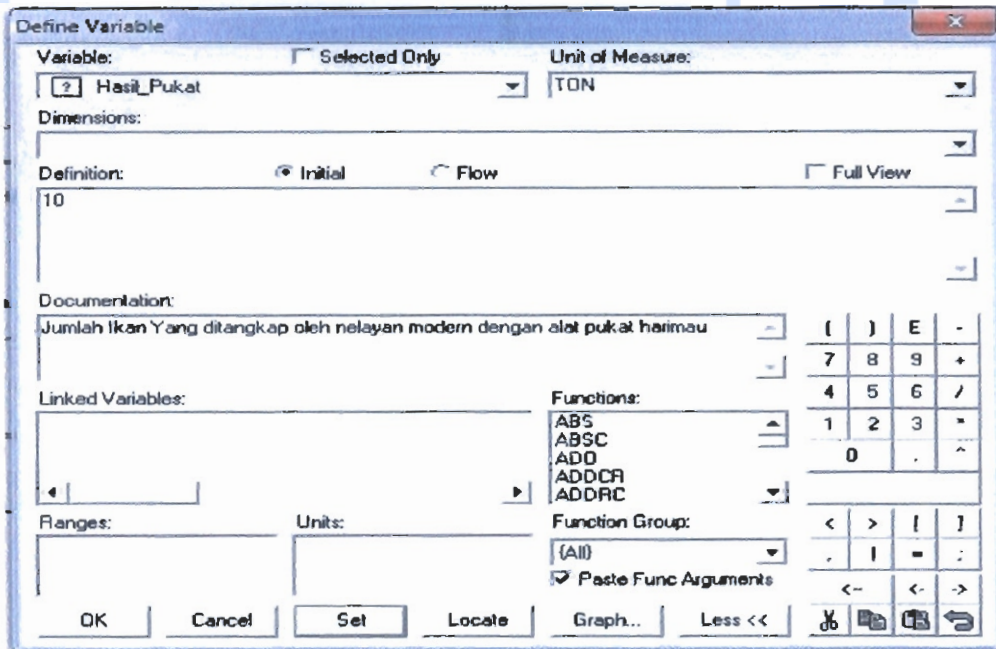
### Define Variabel Ikan Tangkapan



The screenshot shows the 'Define Variable' dialog box for the variable 'Ikan\_Tangkapan'. The 'Unit of Measure' is set to 'ton'. The 'Definition' field contains the formula 'Populasi\_Ikan-hasil\_Total\_tertunda'. The 'Documentation' field contains the text 'Jumlah ikan yang berhasil ditangkap oleh kedua kelompok nelayan setiap harinya setelah mengalami penundaan'. The 'Linked Variables' list includes 'hasil\_Total\_tertunda' and 'Populasi\_Ikan'. The 'Functions' list includes ABS, ABSC, ADD, ADDCR, and ADDRC. The 'Paste Func Arguments' checkbox is checked.



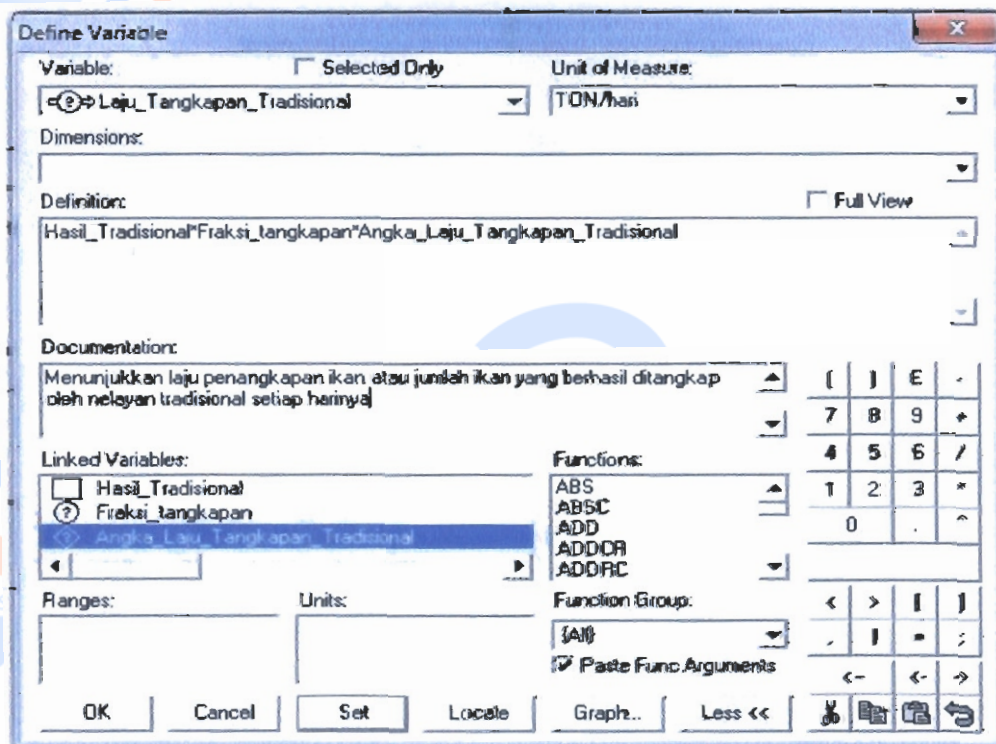
### Define Variabel Hasil Pukat



The screenshot shows the 'Define Variable' dialog box with the following details:

- Variable:** Hasil\_Pukat
- Unit of Measure:** TON
- Dimensions:** (empty)
- Definition:** Initial (selected), Flow (unselected), Full View (unchecked)
- Value:** 10
- Documentation:** Jumlah Ikan Yang ditangkap oleh nelayan modern dengan alat pukat harimau
- Linked Variables:** (empty)
- Functions:** ABS, ABSC, ADD, ADDCR, ADDRC
- Function Group:** (All)
- Paste Func Arguments:** (checked)

### Define Variabel Laju Tangkapan Tradisional

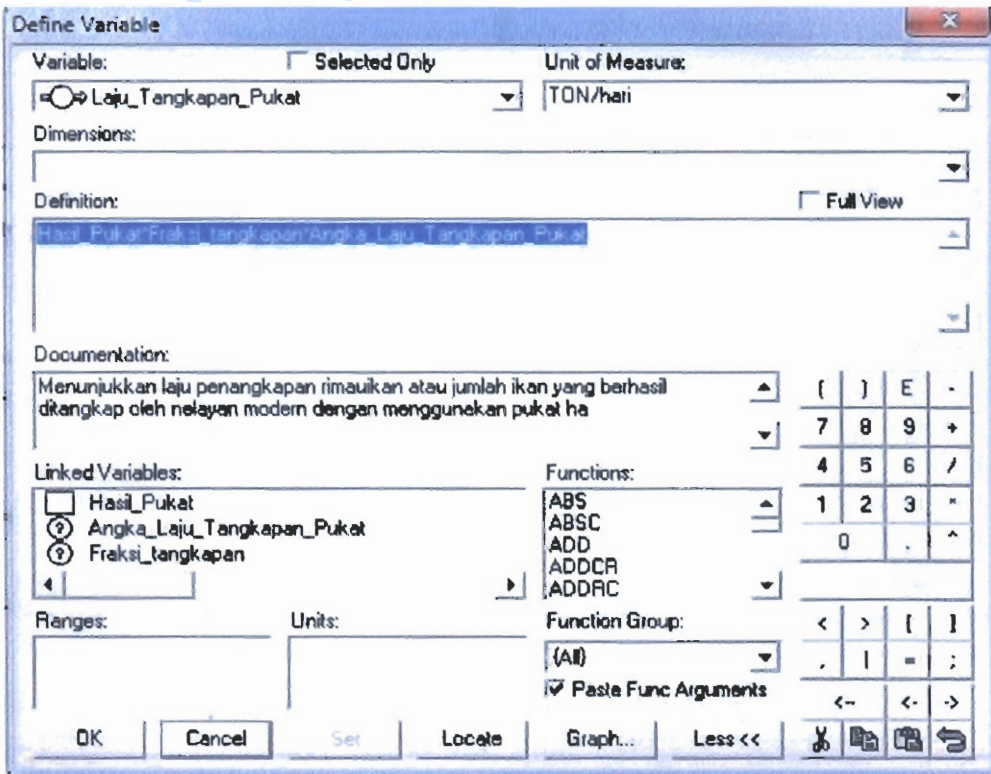


The screenshot shows the 'Define Variable' dialog box with the following details:

- Variable:** Laju\_Tangkapan\_Tradisional
- Unit of Measure:** TON/hari
- Dimensions:** (empty)
- Definition:** Full View (unchecked)
- Value:** Hasil\_Tradisional\*Fraksi\_tangkapan\*Angka\_Laju\_Tangkapan\_Tradisional
- Documentation:** Menunjukkan laju penangkapan ikan atau jumlah ikan yang berhasil ditangkap oleh nelayan tradisional setiap harinya
- Linked Variables:** Hasil\_Tradisional, Fraksi\_tangkapan, Angka\_Laju\_Tangkapan\_Tradisional
- Functions:** ABS, ABSC, ADD, ADDCR, ADDRC
- Function Group:** (All)
- Paste Func Arguments:** (checked)



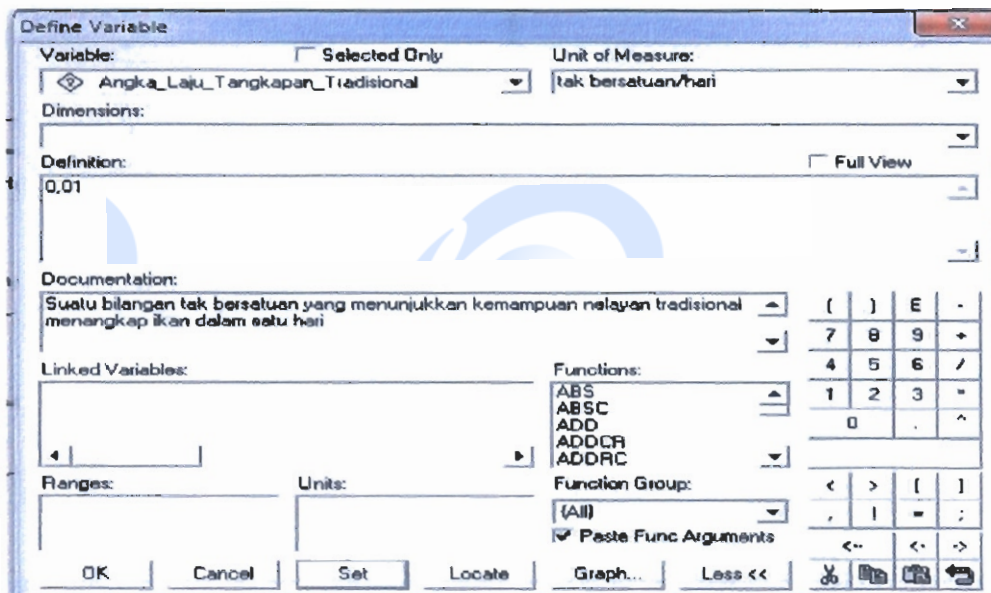
### Define Variable Laju Tangkapan Pukat



The dialog box 'Define Variable' is shown with the following details:

- Variable:**  Selected Only, Unit of Measure: TON/hari
- Dimensions:** (Empty)
- Definition:** Hasil\_Pukat/Fraksi\_tangkapan\_Angka\_Laju\_Tangkapan\_Pukat
- Documentation:** Menunjukkan laju penangkapan rimaukan atau jumlah ikan yang berhasil ditangkap oleh nelayan modern dengan menggunakan pukat ha
- Linked Variables:**
  - Hasil\_Pukat
  - Angka\_Laju\_Tangkapan\_Pukat
  - Fraksi\_tangkapan
- Functions:** ABS, ABSC, ADD, ADDCR, ADDRC
- Function Group:** (All)
- Paste Func Arguments

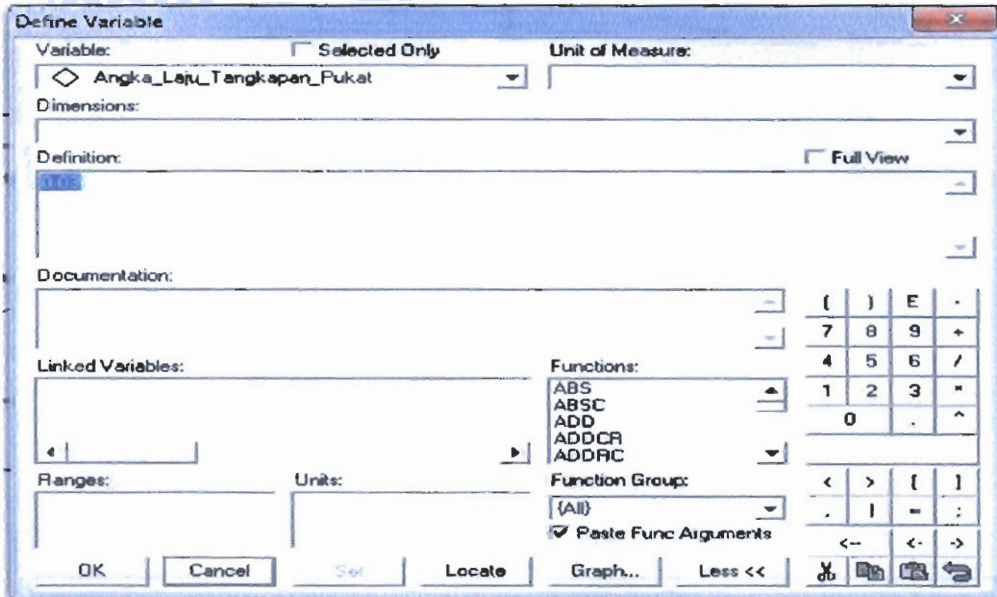
### Define Variabel Angka Laju Tangkapan Tradisional



The dialog box 'Define Variable' is shown with the following details:

- Variable:**  Selected Only, Unit of Measure: tak bersatuan/hari
- Dimensions:** (Empty)
- Definition:** 0,01
- Documentation:** Suatu bilangan tak bersatuan yang menunjukkan kemampuan nelayan tradisional menangkap ikan dalam satu hari
- Linked Variables:** (Empty)
- Functions:** ABS, ABSC, ADD, ADDCR, ADDRC
- Function Group:** (All)
- Paste Func Arguments

### Define Variabel Angka Laju Tangkapan Pukat



Define Variable

Variable:  Selected Only Unit of Measure:

◇ Angka\_Laju\_Tangkapan\_Pukat

Dimensions:

Definition:  Full View

Documentation:

Linked Variables:

Units:

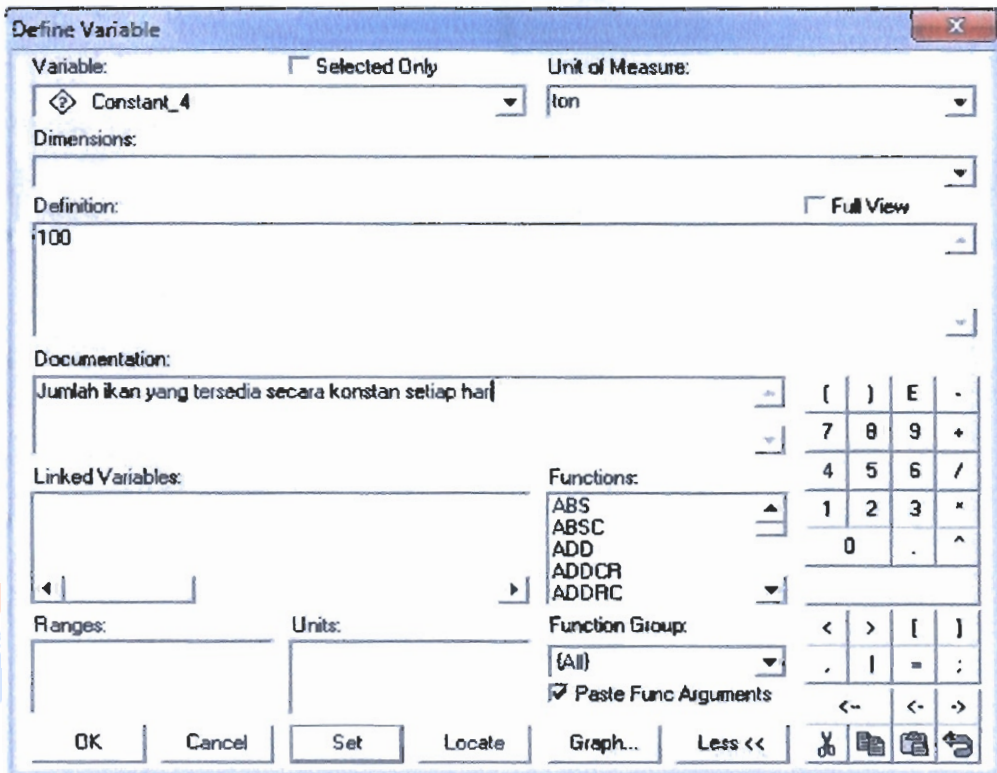
Functions:

Function Group:

Paste Func Arguments

OK Cancel Set Locate Graph... Less <<

### Define Variabel Constant 4 (Populasi Ikan)



Define Variable

Variable:  Selected Only Unit of Measure:

◇ Constant\_4 ton

Dimensions:

Definition:  Full View

Documentation:

Jumlah ikan yang tersedia secara konstan setiap hari

Linked Variables:

Units:

Functions:

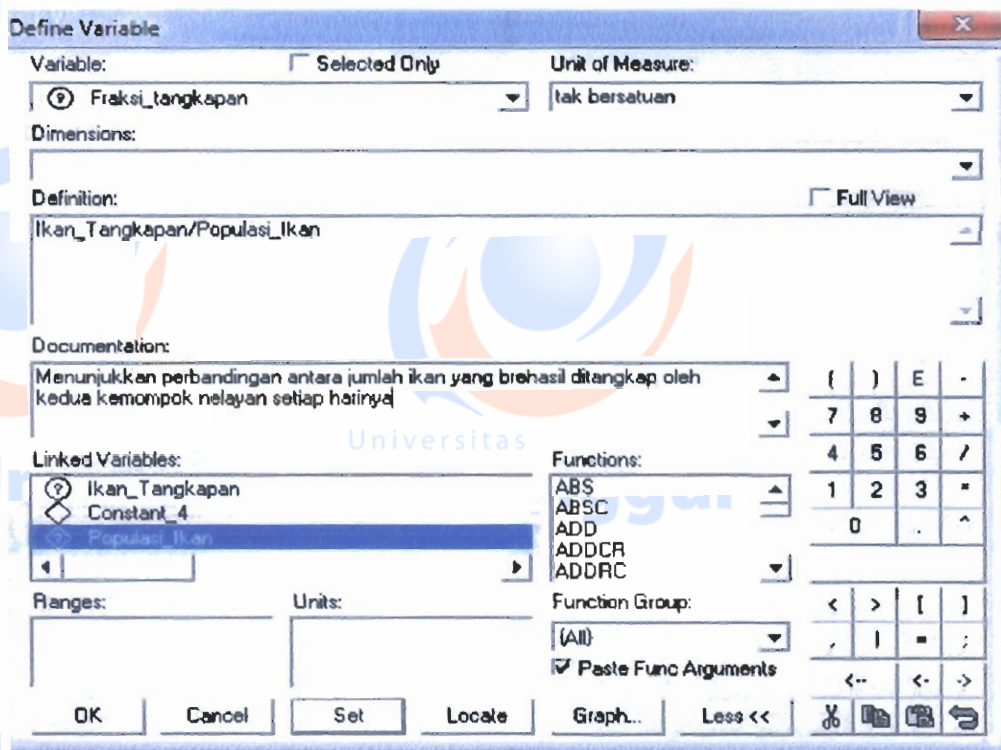
Function Group:

Paste Func Arguments

OK Cancel Set Locate Graph... Less <<



### Define Variabel Fraksi Tangkapan



**Define Variable**

Variable:  Selected Only      Unit of Measure: tak bersatuan

Dimensions:

Definition:  Full View  
Ikan\_Tangkapan/Populasi\_Ikan

Documentation: Menunjukkan perbandingan antara jumlah ikan yang berhasil ditangkap oleh kedua kelompok nelayan setiap harinya

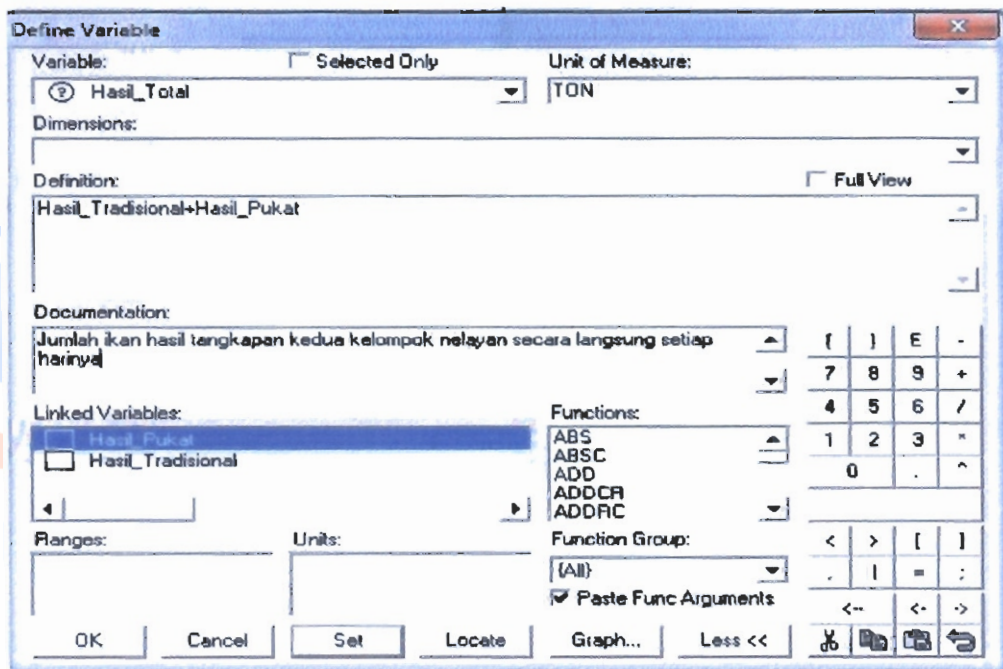
Linked Variables:  Ikan\_Tangkapan,  Constant\_4,  Populasi\_Ikan

Functions: ABS, ABSC, ADD, ADDCR, ADDRRC

Function Group: (All),  Paste Func Arguments

Buttons: OK, Cancel, Set, Locate, Graph..., Less <<

### Define Variabel Hasil Total



**Define Variable**

Variable:  Selected Only      Unit of Measure: TON

Dimensions:

Definition:  Full View  
Hasil\_Tradisional+Hasil\_Pukat

Documentation: Jumlah ikan hasil tangkapan kedua kelompok nelayan secara langsung setiap harinya

Linked Variables:  Hasil\_Pukat,  Hasil\_Tradisional

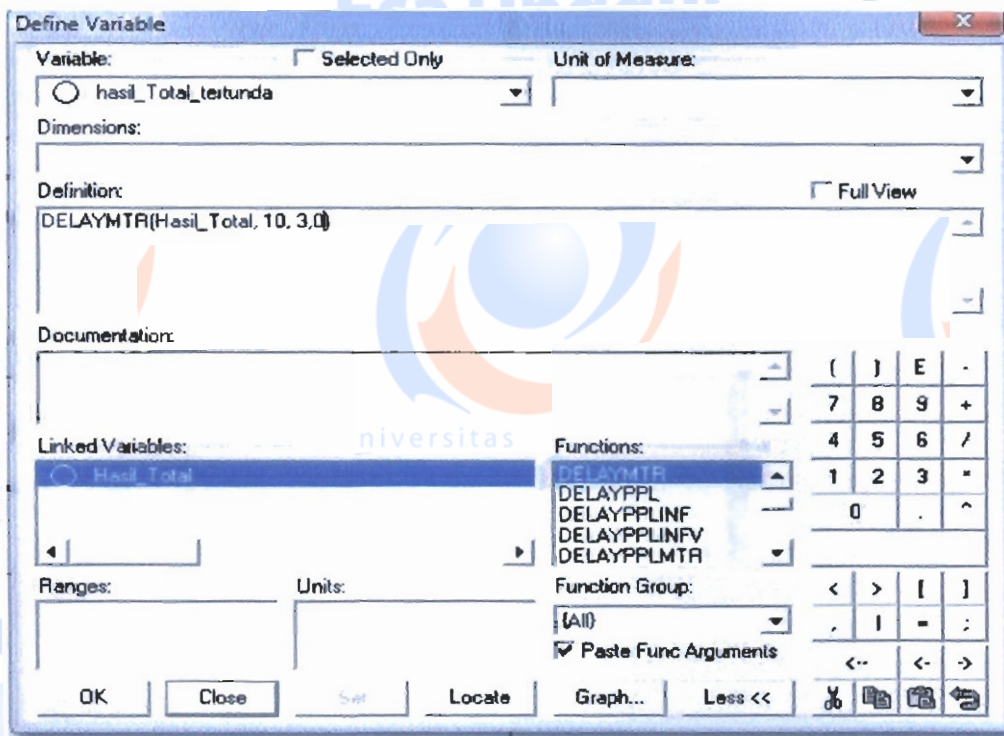
Functions: ABS, ABSC, ADD, ADDCR, ADDRRC

Function Group: (All),  Paste Func Arguments

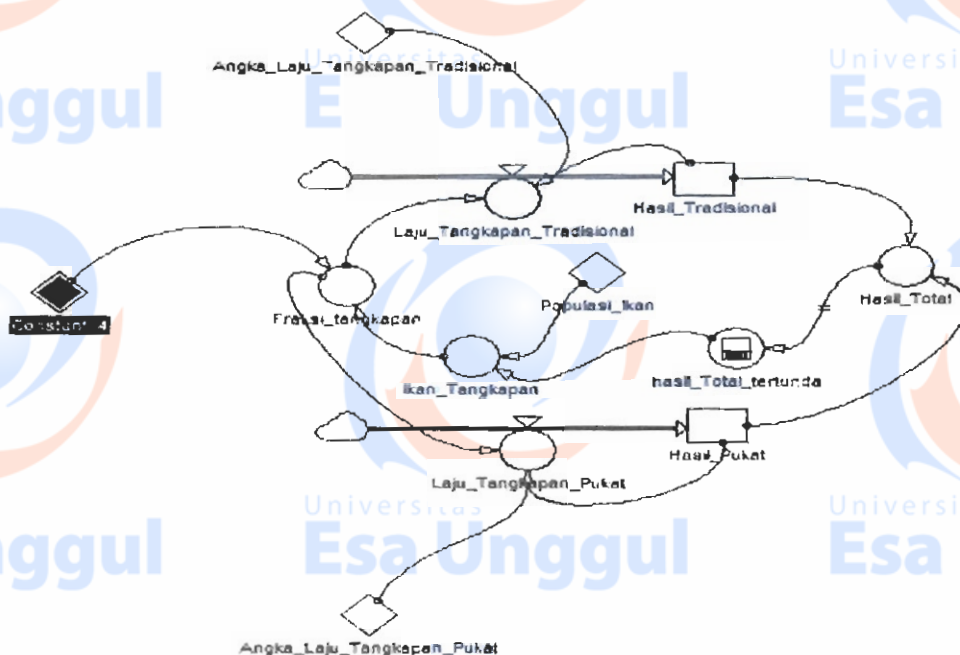
Buttons: OK, Cancel, Set, Locate, Graph..., Less <<



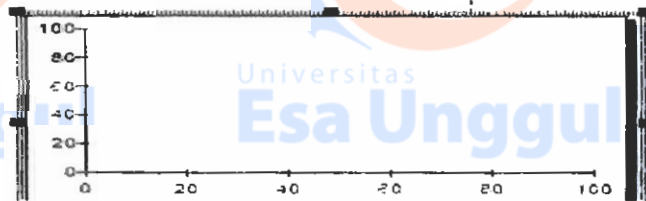
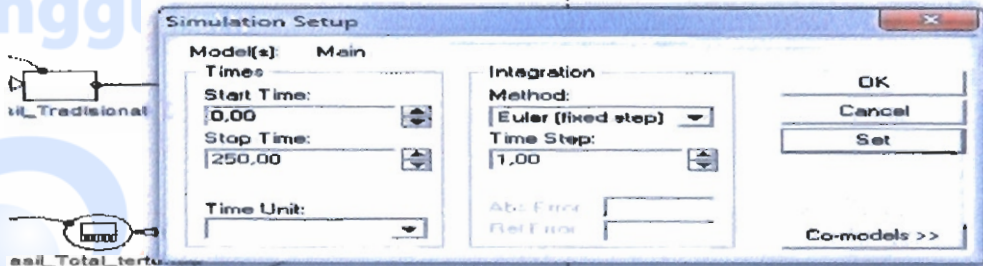
### Define Variabel Hasil Total Tertunda



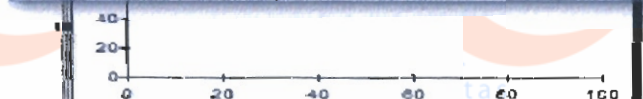
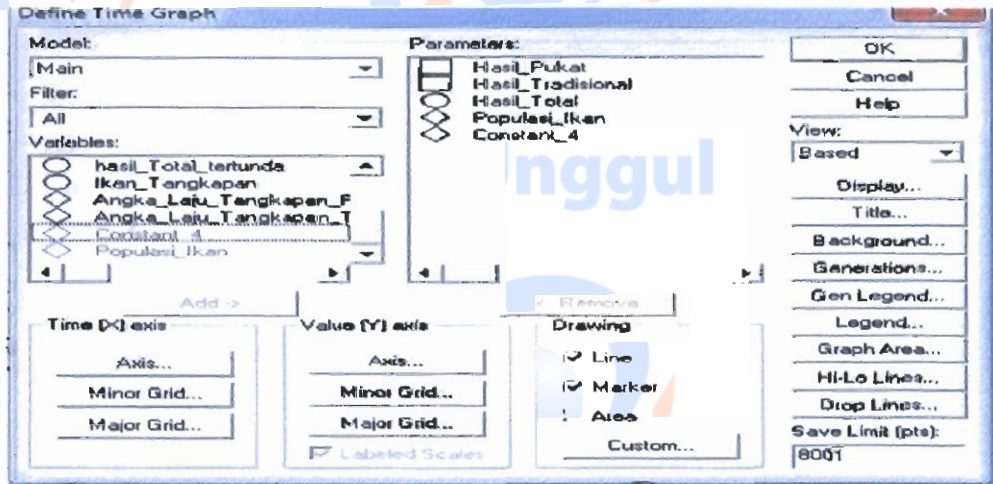
### Model Tangkapan Ikan



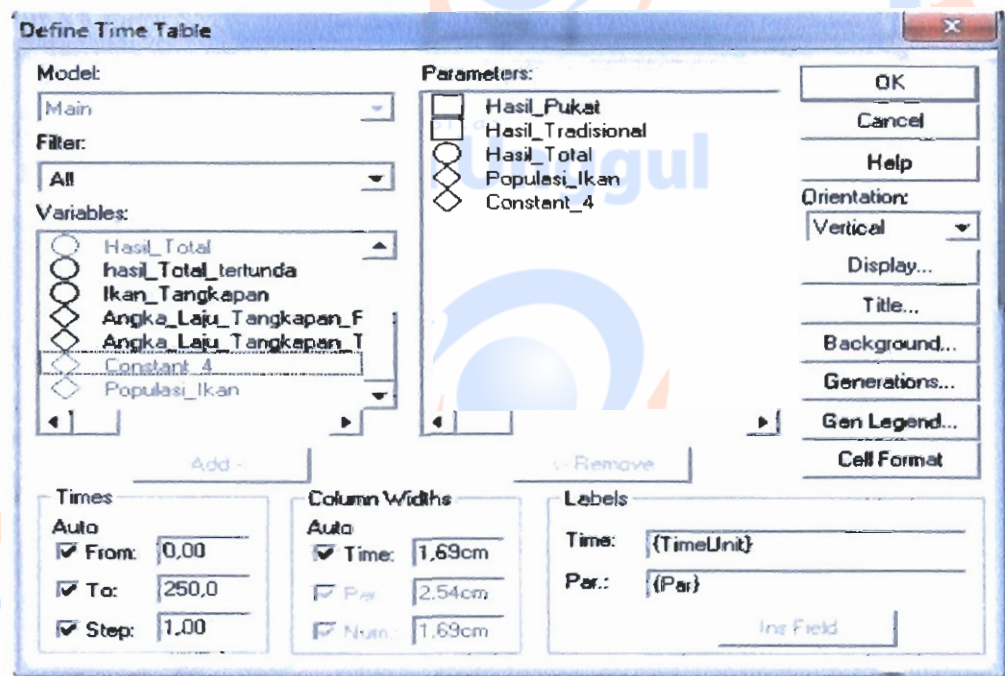
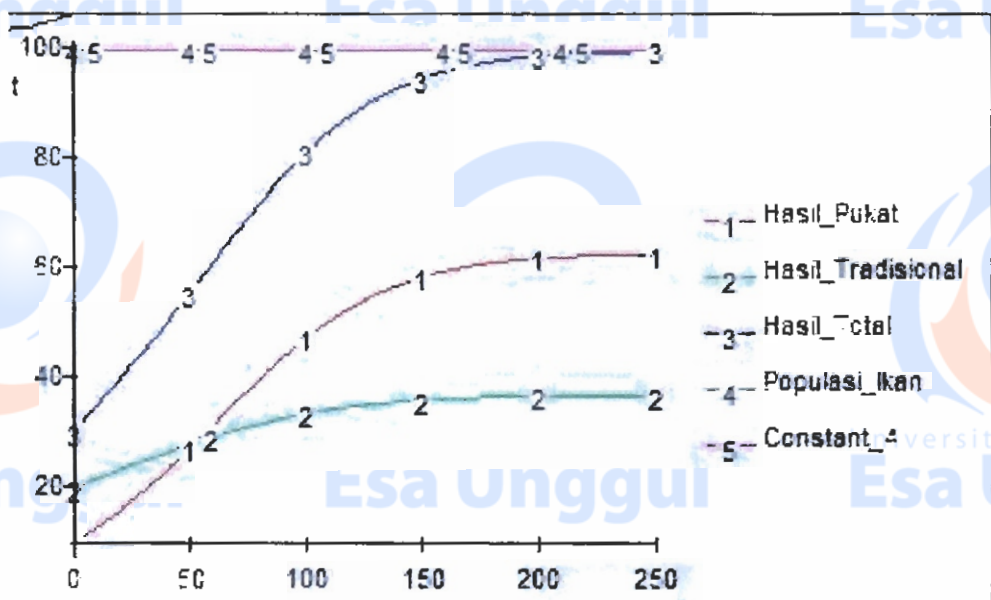
### Simulation Set up



### Define Time Graph



### Hasil Akhir





| Time | Hasil Pukat | Hasil Tradisional | Hasil Total | Populasi Ika |
|------|-------------|-------------------|-------------|--------------|
| 188  | 61.55       | 36.77             | 98.33       | 100          |
| 189  | 61.60       | 36.78             | 98.38       | 100          |
| 190  | 61.64       | 36.79             | 98.43       | 100          |
| 191  | 61.68       | 36.80             | 98.47       | 100          |
| 192  | 61.72       | 36.80             | 98.52       | 100          |
| 193  | 61.75       | 36.81             | 98.57       | 100          |
| 194  | 61.79       | 36.82             | 98.61       | 100          |
| 195  | 61.83       | 36.83             | 98.65       | 100          |
| 196  | 61.86       | 36.83             | 98.69       | 100          |
| 197  | 61.89       | 36.84             | 98.73       | 100          |
| 198  | 61.93       | 36.84             | 98.77       | 100          |
| 199  | 61.96       | 36.85             | 98.81       | 100          |
| 200  | 61.99       | 36.85             | 98.84       | 100          |

Universitas  
**Esa Unggul**

U **DAFTAR PUSTAKA**  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

Forrester, J.W. 1961. *Industrial Dynamics*. MIT Press;

Sterman, J.D. 2000. *Bussiness Dynamics : System Thinking and Modelling for a  
Complex World*. MGH.

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**



Esa Unggul

Esa Unggul

Esa Unggul



versitas  
**sa Unggul**



Universitas  
**Esa Unggul**



Universitas  
**Esa Unggul**

