

## SIMULASI DAN PEMODELAN SISTEM PERTANIAN

Santosa

Staf Pengajar Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Andalas,  
Padang, 2006

### ABSTRAK

Suatu simulasi model yang mengikuti umpan balik positif menghasilkan grafik eksponensial, level akan meningkat dengan tingkat penambahan yang semakin besar. Simulasi model yang mengikuti umpan balik negatif menghasilkan grafik asimtotik, nilai level akan meningkat (atau menurun) dengan tingkat penambahan (atau pengurangan) yang semakin lama semakin mengecil, hingga akhirnya sangat mendekati dengan nilai tertentu. Sistem yang mengikuti pola ini misalnya sistem pencapaian suhu ruang pengering pada mesin pengering yang menggunakan termostat. Contoh simulasi model yang mengikuti pola gabungan umpan balik positif dan negative adalah pertumbuhan populasi tikus, setelah dimasukkannya peubah kepadatan populasi tikus pada sistem.

### I. PENDAHULUAN

Pendekatan sistem merupakan suatu cara untuk menampilkan fenomena alam yang kompleks ini ke dalam suatu model matematis, untuk melihat karakteristik sistem apabila komponen penyusunnya mengalami perubahan nilai.

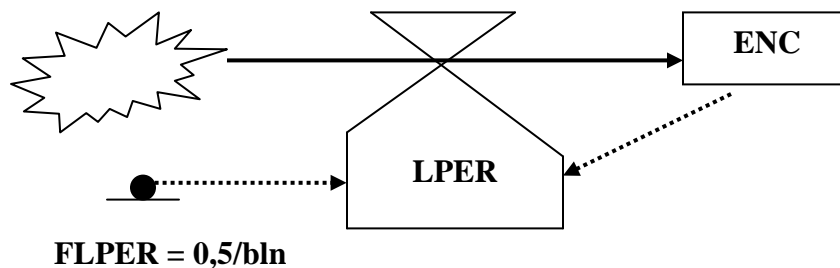
Sistem dinamik merupakan cara pendekatan yang menggunakan umpan balik (*feed back*), nilai level saat ini menentukan besarnya level pada saat yang akan datang. Salah satu **software** yang bisa dipakai untuk melakukan simulasi sistem dinamis adalah **Professional Dynamo Plus Version 2.1**.

Pada makalah ini akan dibahas dan disimulasikan tiga jenis sistem dinamis yang ada di alam ini, yaitu : model umpan balik positif, model umpan balik negatif, dan model gabungan keduanya.

## II. SIMULASI DINAMIK

### 2.1 Umpan Balik Positif

Dicontohkan, diagram alir dinamik tentang pertumbuhan populasi enceng gondok di suatu kolam pada Gambar 1. Diketahui bahwa setiap induk tanaman enceng gondok, dalam waktu 2 bulan akan menghasilkan satu tanaman enceng gondok anakan. Mula-mula banyaknya populasi tanaman enceng gondok di suatu kolam = ENC (0) = 200. Jadi, fraksi laju pertumbuhan populasi enceng gondok (FLPER) =  $1/2$  bulan =  $0,5$  / bulan.



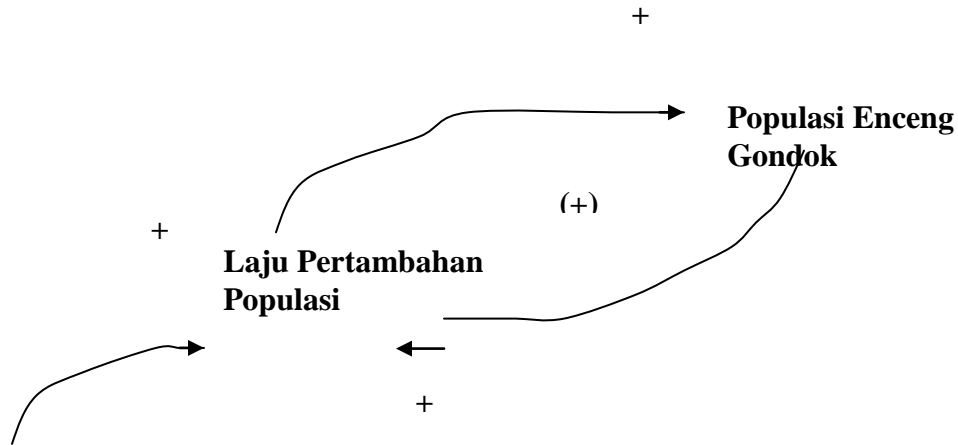
**Gambar 1. Diagram Alir Sistem Dinamik Pertumbuhan Populasi Enceng Gondok**

Peubah dan dimensi satuan yang dipakai pada Gambar 1 disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Peubah dan Dimensi Satuan Sistem Dinamik Pertumbuhan Populasi Tanaman Enceng Gondok**

Peubah	Dimensi
ENC, Populasi Tanaman Enceng Gondok	Rumpun
LPER, Laju Pertambahan Enceng Gondok	Rumpun / bulan
FLPER, Fraksi Laju Pertambahan Populasi Enceng Gondok	Fraksi / bulan

Diagram alir sistem dinamik pada Gambar 1 tersebut didasarkan pada hubungan sebab akibat pada Gambar 2.



### Fraksi Laju Populasi

**Gambar 2. Diagram Lingkaran Sebab Akibat (*Causal Loop*) Sistem Pertumbuhan Populasi Enceng Gondok**

Dari Gambar 2 tampak bahwa sistem tersebut membentuk polaritas positif pada hubungan lingkaran sebab akibatnya (*causal loop*).

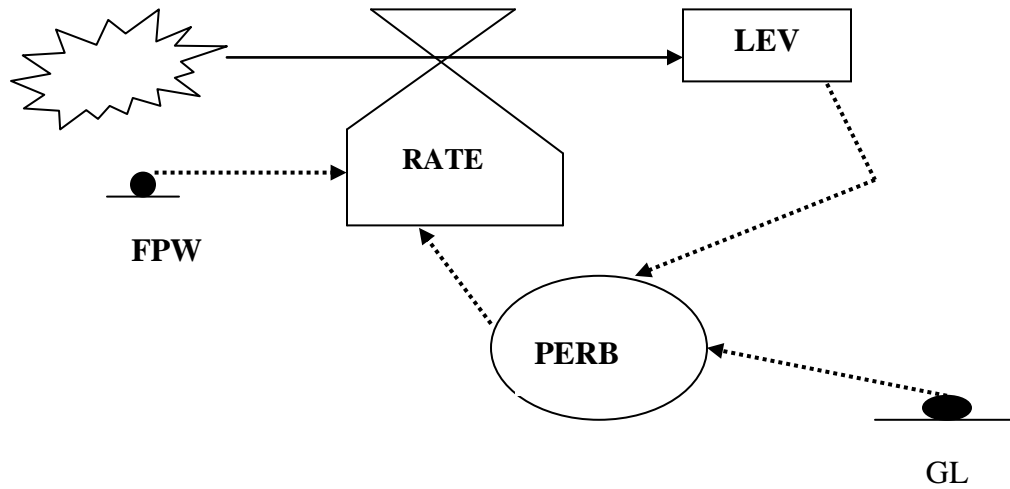
List program dinamo adalah sebagai berikut :

```
NOTE PROGRAM DINAMIK PERTAMBAHAN POPULASI ENCENG GONDOK
L ENC.K=ENC.J+(dt)(LPER.JK)
N ENC=200
R LPER.KL=PER.K*FLPER
C FLPER=0.5
SAVE PER,LPER
SPEC DT=1/LENGTH=10/SAVPER=1/PRTPER=1/PLTPER=1
```

## 2.2 Umpan Balik Negatif

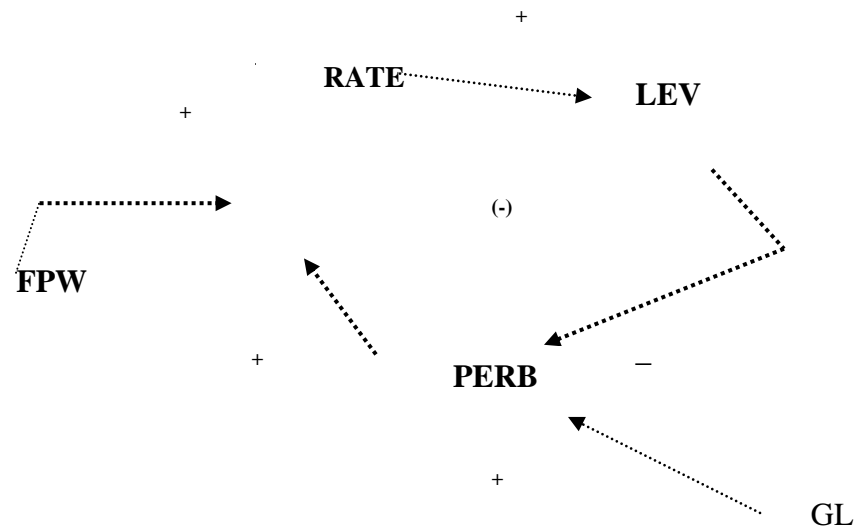
Contoh sistem umpan balik negatif dapat digambarkan dengan diagram alir sistem dinamik yang disajikan pada Gambar 3. Level LEV adalah suhu awal pada ruang pengering, yaitu 26 °C. Ruang pengering tersebut dibatasi suhunya dengan menggunakan termostat, agar suhu maksimum adalah sebesar 50 °C.

Fraaksi per waktu sebesar 0,5/menit. Laju RATE merupakan laju kenaikan suhu ( $^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ ).



**Gambar 3. Diagram Alir Sistem Dinamik Umpan Balik Negatif**

Diagram alir sistem dinamik pada Gambar 3 tersebut menghasilkan polaritas *causal loop* yang negatif. Hal ini dapat dijelaskan pada Gambar 4.



**Gambar 4. Diagram Lingkar Sebab Akibat (*Causal Loop*) Sistem Pertambahan Suhu Ruang Pengering yang Dikendalikan dengan Termostat**

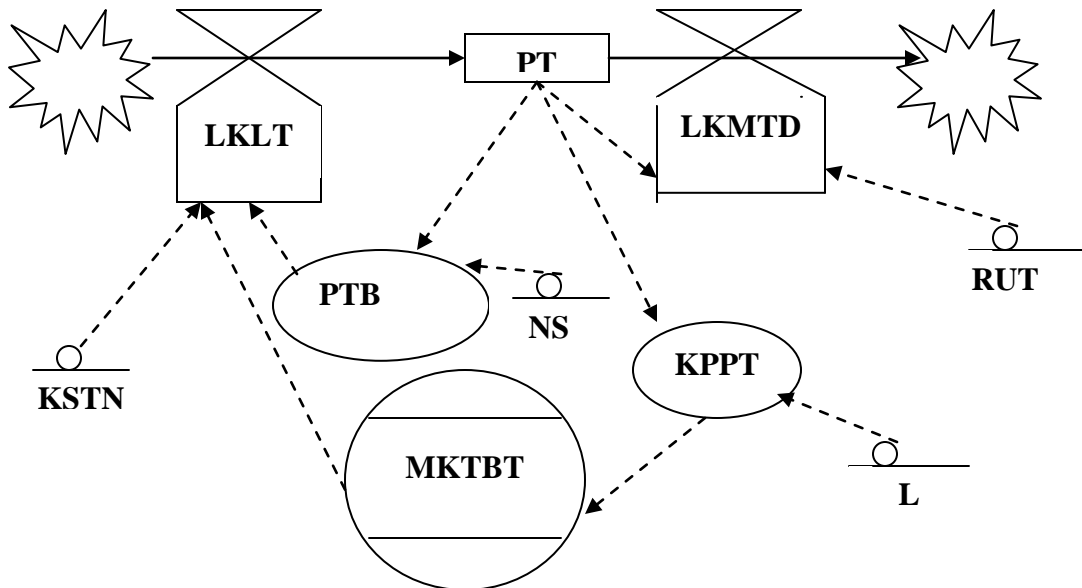
List program dynamo adalah sebagai berikut :

```

NOTE PROGRAM DINAMIK UMPAN BALIK NEGATIF
L LEV.K=LEV.J+ (DT) (RATE.JK)
N LEV=26
R RATE.KL=PERB.K*FPW
C FPW=0.5
A PERB.K=GL-LEV.K
C GL=50
SAVE LEV, RATE, PERB
SPEC DT=1/LENGTH=50/SAVPER=1/PRTPER=1/PLTPER=1
  
```

### 2.3 Umpan Balik Gabungan Positif dan Negatif

Berikut ini diberikan contoh sistem umpan balik positif dan negatif tentang pertumbuhan populasi tikus. Diagram alir sistem dinamik disajikan pada Gambar 5. Pertumbuhan populasi tikus berbentuk sigmoid akibat dimasukkannya peubah kepadatan populasi tikus pada sistem.



**Gambar 5. Diagram Alir Sistem Dinamik Pertumbuhan Populasi Tikus (Santosa, 2004)**

Penjelasan diagram alir tersebut :

PT = Populasi tikus, dengan nilai awal = 10

LKLT = Laju kelahiran tikus

LKMTD = Laju kematian tikus dewasa

KPPT = Kepadatan populasi tikus

PTB = Populasi tikus betina

MKTBT = Multiplier (Pengali) ketahanan bayi tikus, merupakan fungsi tabel, dengan peubah bebas KPPT (nilai terkecil = 0, nilai terbesar = 0,025 dengan interval 0,005), nilai tabelnya adalah 1 / 0,95 / 0,85 / 0,75 / 0,15 / 0,10.

RUT = Rata-rata umur tikus = 22 bulan

L = Luas = 11.000 (unit luas)

NS = Nisbah seks = 0,5

KSTN = Kesuburan tikus normal = 0,4 tikus / induk / bulan, dari data perkiraan 5 anak tikus / induk / tahun.

List program Dynamo :

NOTE PROGRAM DINAMIK PERTUMBUHAN SIGMOID POPULASI TIKUS

```
L PT.K=PT.J+(DT) (LKLT.JK-LKMTD.JK)
N PT=10
R LKMTD.KL=PT.K/RUT
C RUT=22
R LKLT.KL=PTB.K*KSTN*MKTBT.K
C KSTN=0.4
A PTB.K=PT.K*NS
C NS=0.5
A MKTBT.K=TABLE(TMKTBT,KPPT.K,0,0.025,0.005)
T TMKTBT=1/0.95/0.85/0.75/0.15/0.10
A KPPT.K=PT.K/L
C L=11000

SAVE PT,LKLT, LKMTD
SPEC DT=1/LENGTH=50/SAVPER=1/PRTPER=1/PLTPER=1
```

Dari hasil simulasi, akan tampak pada tahap awal, populasi tikus naik dengan tingkat kenaikan yang semakin besar, tetapi setelah titik tertentu, populasi tikus naik dengan tingkat kenaikan yang semakin berkurang, sehingga secara keseluruhan membentuk pola sigmoid.

### III. KESIMPULAN

- (1). Simulasi model yang mengikuti umpan balik positif menghasilkan grafik eksponensial, level akan meningkat dengan tingkat penambahan yang semakin besar. Sistem yang mengikuti pola ini misalnya sistem populasi enceng gondok di suatu kolam.
- (2). Simulasi model yang mengikuti umpan balik negatif menghasilkan grafik asimtotik, nilai level akan meningkat (atau menurun) dengan tingkat penambahan (atau pengurangan) yang semakin lama semakin mengecil, hingga akhirnya sangat mendekati dengan nilai tertentu. Sistem yang mengikuti pola ini misalnya sistem pencapaian suhu ruang pengering pada

mesin pengering yang dibatasi suhunya dengan menggunakan termostat, agar suhu maksimum mencapai angka tertentu.

- (3). Simulasi model yang mengikuti pola gabungan umpan balik positif dan negatif berbentuk sigmoid, sebagai contohnya adalah pertumbuhan populasi tikus akibat dimasukkannya peubah kepadatan populasi tikus pada sistem.

## DAFTAR PUSTAKA

Roberts, N. 1983. *Introduction to Computer Simulation*. Lesley College. Addison Wesley Publishing Company. Massachusetts – California.

Santosa. 2001. "Pendekatan Sistem Dinamik Dalam Mengkaji Pembangunan Sumber Daya Manusia Menuju Industri Pendidikan Berkualitas". Contributing paper pada Seminar Nasional "Reaktualisasi Pembangunan Sumber Daya Manusia untuk Mewujudkan Industri Pendidikan Berkualitas di Ranah Minang", yang diselenggarakan di Bogor, 14 April, 2001.

Santosa. 2004. *Pengantar Analisis Sistem*. Jilid I. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.

Santosa. 2005a. *Aplikasi Visual Basic 6.0 dan Visual Studio.Net 2003 Dalam Bidang Teknik dan Pertanian*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Santosa. 2005b. *Simulasi Dinamik dengan Dynamo Compiler*. Jurnal Teknologi Pertanian Andalas, Vol. 09, No. 1, September 2005 : 22 – 30.

Santosa. 2006. Simulasi dan Pemodelan Sistem Pertanian. <https://www.scribd.com/doc/7451041/Simulasi-dan-Pemodelan-Sistem-Pertanian> [21 Juni 2016]

(\*\*\* Tulisan ini diambilkan dari : Santosa. 2006. Simulasi dan Pemodelan Sistem Pertanian. Makalah Disampaikan pada Seminar Ilmiah Fakultas Pertanian pada tanggal 5 Oktober 2006 di Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang \*\*\*)