



**PENERAPAN *STOCHASTIC L-SYSTEMS* PADA PEMODELAN  
PERTUMBUHAN AKAR TANAMAN**

**SKRIPSI**

Oleh

**Lukman Hariadi  
NIM 061810101023**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**PENERAPAN *STOCHASTIC L-SYSTEMS* PADA PEMODELAN  
PERTUMBUHAN AKAR TANAMAN**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk  
menyelesaikan Program Studi Matematika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Lukman Hariadi  
NIM 061810101023**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## **PERSEMBAHAN**

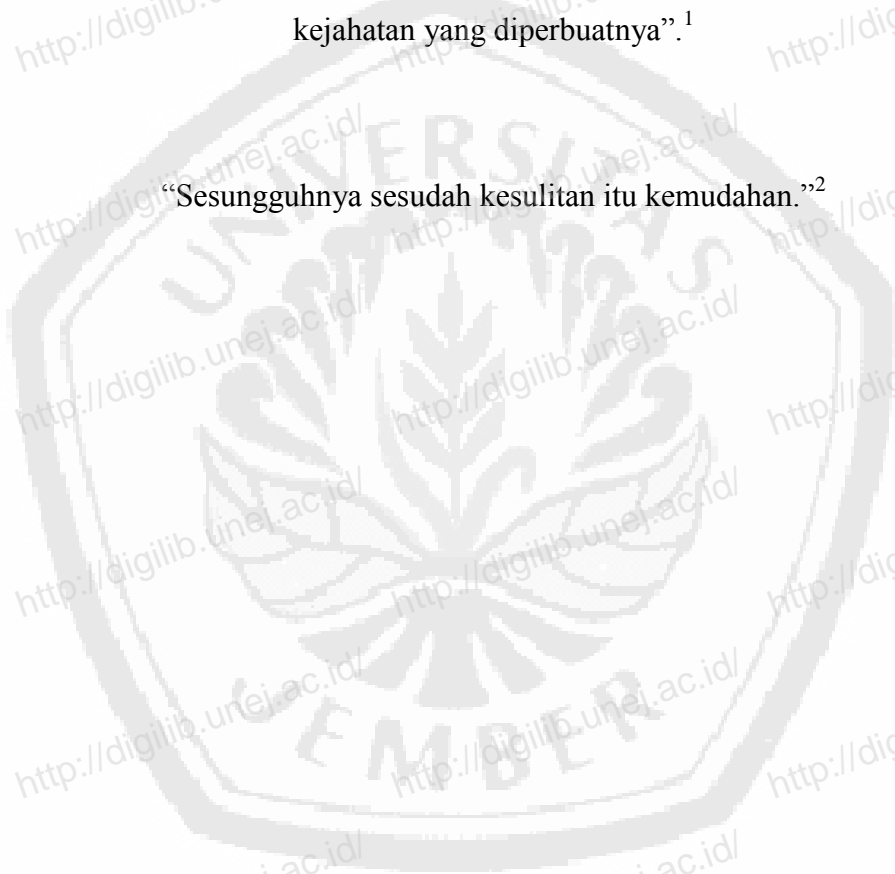
Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Yarkoni dan Ibunda Sri Mulyati telah melahirkan dan membesarkan saya dengan kasih sayang, perhatian dan pengorbanan yang tiada henti, serta doa yang tak pernah putus;
2. adik tersayang, Rochim, Candra, Tiara, Zimi, Sakti, Titik, Putri, Rista, Lulus, Winta dan semua teman-teman saya yang telah memberi segala pengorbanan, dukungan, perhatian, dan doa;
3. guru-guru saya sejak SD sampai Perguruan Tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbing saya dengan penuh kesabaran;
4. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Dia mendapat pahala dari kebajikan yang dikerjakannya dan dia mendapat siksa dari kejahatan yang diperbuatnya”.<sup>1</sup>

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu kemudahan.”<sup>2</sup>



---

<sup>1</sup> Q.S Al-Baqarah: 286

<sup>2</sup> Q.S Alam Nasroh: 6

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Lukman Hariadi

NIM : 061810101023

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Penerapan *Stochastic L-systems* pada Pemodelan Pertumbuhan Akar Tanaman" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Nopember 2012

Yang menyatakan,

Lukman Hariadi

NIM 061810101023

**SKRIPSI**

**PENERAPAN *STOCHASTIC L-SYSTEMS* PADA PEMODELAN  
PERTUMBUHAN AKAR TANAMAN**

Oleh

Lukman Hariadi  
NIM 061810101023

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

: Drs. Moh. Hasan, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota

: Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Penerapan *Stochastic L-systems* pada Pemodelan Pertumbuhan Akar Tanaman" telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Moh. Hasan, M.Sc., Ph.D.  
NIP 196404041988021001

Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.  
NIP 196610121993031001

Penguji I,

Penguji II,

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si.  
NIP 196908281998021001

Agustina Pradjaningsih, SSi, MSi  
NIP 197108022000032009

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D.  
NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

### **Penerapan *Stochastic L-systems* pada Pemodelan Pertumbuhan Akar Tanaman;**

Lukman Hariadi, 061810101023; 2012: 50 halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

*Lindenmayer Systems* atau sering disebut *L-systems* merupakan salah satu aplikasi matematika tentang penulisan berulang-ulang atau penulisan kembali dengan menggunakan satu set aturan penulisan atau produksi. Tujuan dari skripsi ini adalah untuk mendapatkan model pertumbuhan akar tanaman dimensi tiga menggunakan *Stochastic L-systems*.

Penelitian dilakukan dalam dua tahap. Pertama, membangun model. Pada tahap membangun model ini langkah-langkah yang dilakukan yaitu pengambilan objek penelitian, identifikasi objek, pengukuran besar sudut percabangan, pemilihan huruf, membuat aturan produksi dan menentukan faktor probabilitas. Objek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa foto akar tanaman yang diambil dengan menggunakan kamera digital. Foto akar tanaman diambil dari dua sudut yang berbeda, mula-mula mengambil foto akar tampak dari depan (putaran  $0^\circ$ ), kemudian mengambil foto akar yang diputar sebesar  $90^\circ$  (foto akar tampak dari samping). Besar sudut percabangan yang digunakan yaitu sebesar  $10^\circ$  sedangkan huruf yang digunakan untuk memodelkan pertumbuhan akar tanaman menggunakan *Stochastic L-systems* yaitu huruf *A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y* dan *Z* serta simbol-simbol pada *L-systems* dimensi tiga  $+$ ,  $-$ ,  $_{-}$ ,  $^$ ,  $\backslash$ ,  $/$ . Dalam menentukan faktor probabilitas, peneliti memperkirakan aturan produksi/ percabangan akar mana yang sering muncul dalam objek akar tanaman. Dari beberapa aturan produksi yang sering muncul tersebut, huruf yang berfungsi sebagai *predecessor* (bentuk awal) diganti menjadi huruf yang sama. Tahap yang kedua yaitu



pembuatan program, simulasi dan visualisasi. Pembuatan program dalam skripsi ini dengan memanfaatkan *software open source processing* yang berbasis bahasa *java*. Simulasi dan visualisasi bertujuan untuk mendapatkan hasil pertumbuhan akar tanaman dimensi tiga yang mendekati kenyataan. Simulasi dan visualisasi yang dilakukan antara lain menentukan ketebalan dari percabangan akar tanaman, mengubah iterasi dan nilai probabilitas dari aturan produksinya.

Dari hasil model yang telah dibuat dapat diketahui bahwa dengan menggunakan *Stochastic L-systems* dapat dihasilkan lebih dari satu model pertumbuhan akar tanaman yang bervariasi dengan komponen *L-systems* yang sama. Sehingga dengan *Stochastic L-systems* ini dapat memenuhi pernyataan bahwa tidak ada akar tanaman yang tumbuh dengan proses percabangan yang sama. Selain itu *Stochastic L-systems* dapat memprediksi akar tanaman yang sejenis dengan hanya memanfaatkan satu komponen *L-systems* saja.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan *Stochastic L-systems* pada Pemodelan Pertumbuhan Akar Tanaman”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Moh. Hasan, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Rusli Hidayat, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si., dan Agustina Pradjaningsih, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. teman-teman mahasiswa Jurusan Matematika, khususnya angkatan 2006 yang telah memberi bantuan, dukungan kepada penulis;
4. teman-teman kos Brantas VII, Irwan, Sakti, Aris, Gunawan, Ali dan Adit yang telah menemani, membantu dan memberi dukungan dalam mengerjakan skripsi ini;
5. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Nopember 2012

Penulis

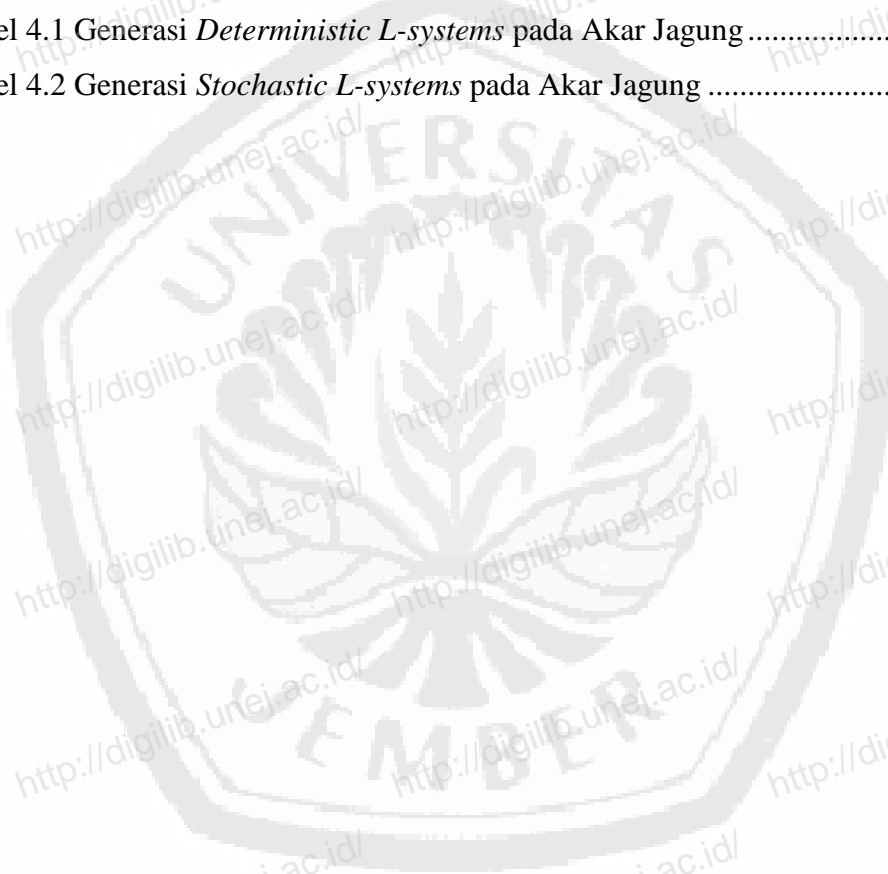
## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1 <b>1.1</b>
<b>Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 L-Systems</b> .....	4
2.1.1 Definisi .....	4
2.1.2 Jenis-jenis <i>L-Systems</i> .....	5
2.1.3 Penafsiran <i>L-Systems</i> Secara Grafis .....	8
2.1.4 Percabangan Pada <i>L-Systems</i> .....	9
<b>2.2 L-Systems Dimensi Tiga</b> .....	12
<b>2.3 Akar Tanaman</b> .....	15

<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Objek Penelitian .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Langkah-langkah Penyelesaian .....</b>	<b>18</b>
3.2.1 Membangun Model .....	19
3.2.2 Pembuatan Program, Simulasi, dan Visualisasi Model ....	20
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Membangun Model .....</b>	<b>21</b>
<b>4.2 Pembuatan Program, Simulasi, dan Visualisasi .....</b>	<b>24</b>
<b>4.3 Hasil Pemodelan .....</b>	<b>29</b>
<b>4.4 Pembahasan .....</b>	<b>45</b>
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>48</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>48</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>48</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>51</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Generasi <i>L-systems</i> .....	5
Tabel 2.2 Generasi <i>L-systems Context- Sensitive</i> .....	6
Tabel 2.3 Generasi <i>Stochastic L-systems</i> .....	8
Tabel 2.4 Beberapa Generasi <i>Stochastic L-systems</i> .....	11
Tabel 4.1 Generasi <i>Deterministic L-systems</i> pada Akar Jagung.....	23
Tabel 4.2 Generasi <i>Stochastic L-systems</i> pada Akar Jagung .....	24



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Interpretasi Simbol $F$ , + , dan - .....	8
Gambar 2.2 Penafsiran Grafis $L$ -systems .....	9
Gambar 2.3 Penafsiran Grafis Percabangan .....	10
Gambar 2.4 Beberapa Model $Stochastic L$ -systems .....	12
Gambar 2.5 Penafsiran Grafis $L$ -systems Dimensi Tiga .....	13
Gambar 2.6 $L$ -systems Dimensi Tiga .....	14
Gambar 2.7 Contoh Akar Tunggang: Akar Tanaman Kedelai .....	15
Gambar 2.8 Contoh Akar Serabut: Akar Tanaman Jagung .....	16
Gambar 3.1 (a) Akar Tanaman Padi; (b) Akar Tanaman Tomat .....	17
Gambar 3.2 Skema Langkah Penyelesaian Penelitian .....	18
Gambar 4.1 Perbandingan Model Akar Jagung Tiap Iterasi.....	27
Gambar 4.2 Perbandingan Pertumbuhan Akar Jagung dengan Visualisasi $L$ -Systems dalam Dimensi Tiga .....	28
Gambar 4.3 $Stochastic L$ -systems Dimensi Tiga pada Akar Jagung .....	31
Gambar 4.4 Akar Jagung Hasil Simulasi Nilai Probabilitas .....	32
Gambar 4.5 $Stochastic L$ -systems Dimensi Tiga pada Akar Padi .....	35
Gambar 4.6 Akar Padi Hasil Simulasi Nilai Probabilitas .....	36
Gambar 4.7 $Stochastic L$ -systems Dimensi Tiga pada Akar Palm .....	38
Gambar 4.8 $Stochastic L$ -systems Dimensi Tiga pada Akar Terong .....	40
Gambar 4.9 $Stochastic L$ -systems Dimensi Tiga pada Akar Tomat .....	42
Gambar 4.10 $Stochastic L$ -systems Dimensi Tiga pada Akar Cabai .....	45
Gambar 4.9 Perbedaan Hasil Visualisasi Akar Jagung Menggunakan $Deterministic L$ -systems dengan $Stochastic L$ -systems .....	46