

**PENERAPAN *L*-SYSTEMS DALAM MEMBANGUN
KURVA HILBERT DIMENSI DUA**

SKRIPSI

Oleh

**Wenang Ginanjar
NIM 041810101088**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2010**



**PENERAPAN *L*-SYSTEMS DALAM MEMBANGUN
KURVA HILBERT DIMENSI DUA**

SKRIPSI

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

oleh

**Wenang Ginanjar
NIM 041810101088**

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

2010

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

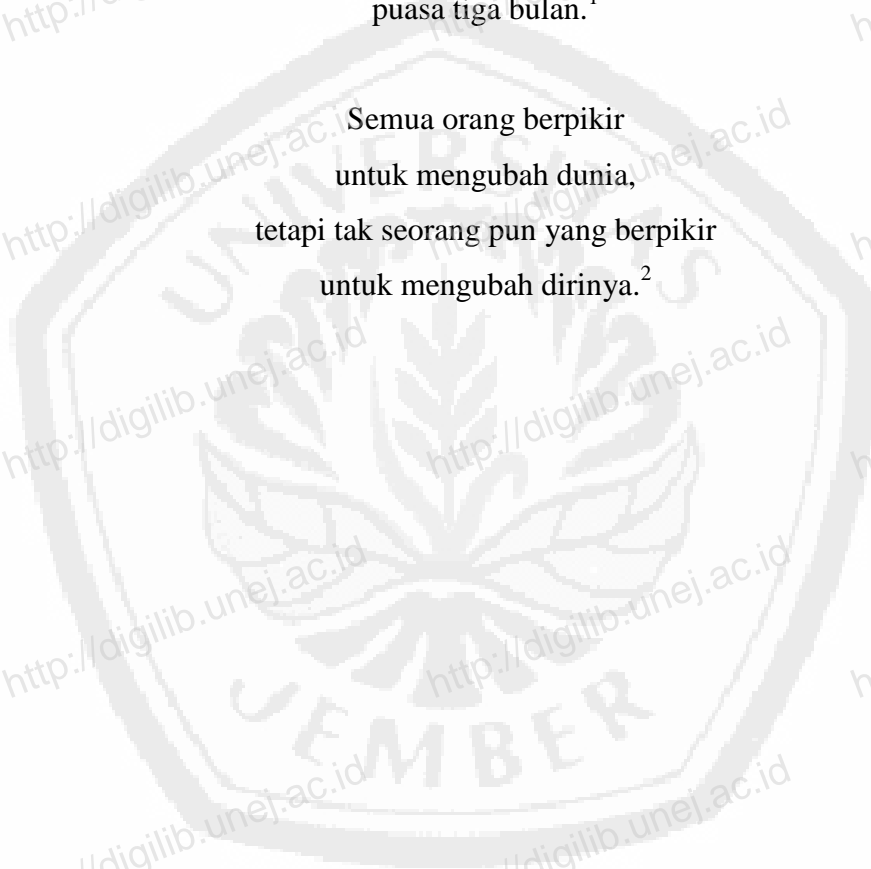
1. Ayahanda Khuzaini dan Ibunda Endang Widyastuti;
2. Hikmahyanti Damai Pribadi, S.Pd.;
3. Almamater Fakultas MIPA Universitas Jember.



MOTO

Menuntut ilmu sesaat lebih baik dari
bangun ibadah satu malam, dan
menuntut ilmu sehari lebih baik dari
puasa tiga bulan.¹

Semua orang berpikir
untuk mengubah dunia,
tetapi tak seorang pun yang berpikir
untuk mengubah dirinya.²



¹ Haedar, A. 2006. *Renungan Bijak Kata-kata Mutiara dari Rasul hingga Para Ulama*. Jakarta: Qultum Media.

² Gould, B. 2006. *Transformational Thinking Champions of Change*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wenang Ginanjar

NIM : 041810101088

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Penerapan *L-Systems* Dalam Membangun Kurva Hilbert Dimensi Dua" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi 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.

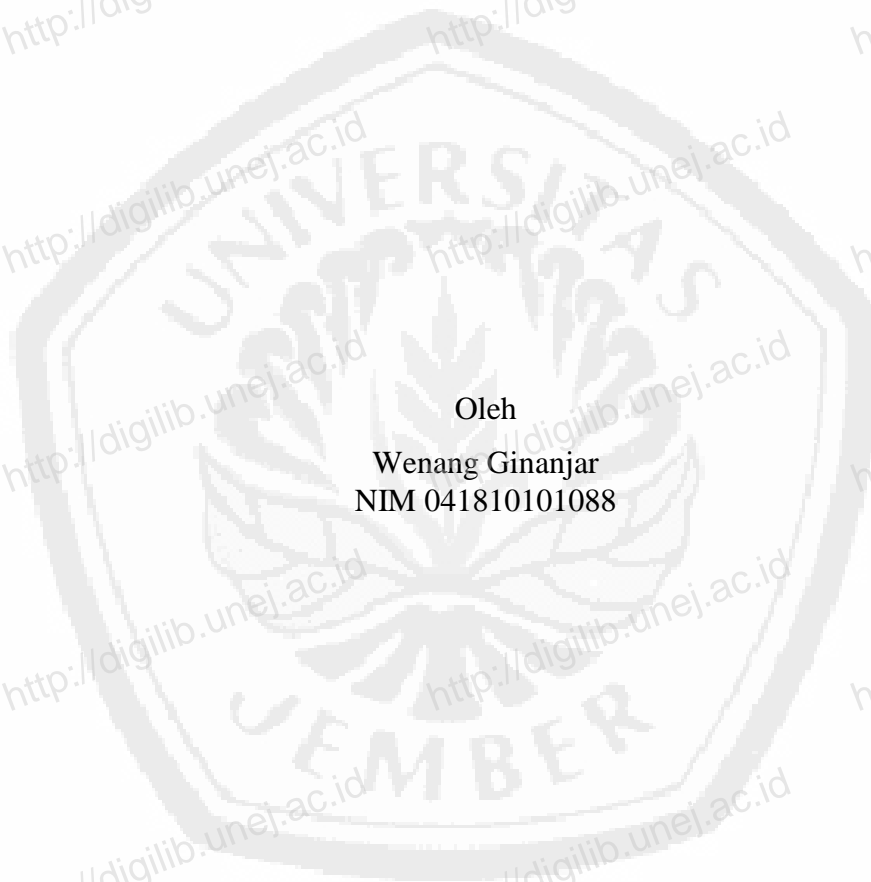
Jember, Oktober 2010

Yang menyatakan,

Wenang Ginanjar
NIM 041810101088

SKRIPSI

**PENERAPAN L-SYSTEMS DALAM MEMBANGUN
KURVA HILBERT DIMENSI DUA**



Oleh
Wenang Ginanjar
NIM 041810101088

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Moh. Hasan, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Agustina Pradjaningsih, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Penerapan *L-systems* Dalam Membangun Kurva Hilbert Dimensi Dua" 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 19640404 198802 1 001

Agustina Pradjaningsih, S.Si., M.Si.
NIP 19710802 200003 2 009

Anggota I,

Anggota II

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP 19610108 198602 1 001

Yuliani Setia Dewi, S.Si, M.Si.
NIP 19740716 200003 2 001

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP 19610108 198602 1 001

RINGKASAN

Penerapan *L-systems* Dalam Membangun Kurva Hilbert Dimensi Dua;
Wenang Ginanjar; 041810101088; 2010; 34 halaman; Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Jember.

L-systems adalah penulisan kembali dengan cara mengganti suatu aksioma dengan satu atau lebih aturan produksi yang dilakukan secara paralel dan bergantian. *L-systems* digunakan pertama kali untuk membuat model pertumbuhan tanaman yang kemudian digunakan untuk membangun objek-objek geometri.. Objek-objek yang dibangun dengan menerapkan *L-systems* memiliki dua ciri utama yaitu, membentuk beberapa generasi dan memiliki sifat *self-similarity*. Objek lain yang memiliki sifat *self-similarity* adalah *Space Filling Curve*. Pada tahun 1891, D. Hilbert membangun *Space Filling Curve* yang disebut Kurva Hilbert.

Kurva Hilbert dapat dibangun dengan beberapa metode, antara lain metode yang dikemukakan oleh Sagan dan Mex. Sagan membangun Kurva Hilbert menggunakan representasi bilangan kompleks dan mentransformasikan titik-titik pada kurva. Sedangkan Mex membangun dengan membuat generasi ke-1 terlebih dahulu, kemudian mentransformasi Kurva Hilbert generasi ke-1 tersebut untuk mendapatkan Kurva Hilbert generasi berikutnya. Selain memiliki sifat *self-similarity*, Kurva Hilbert juga membentuk beberapa generasi untuk memenuhi ruang. Masalah yang akan dibahas adalah bagaimana cara menerapkan *L-systems* dalam membangun Kurva Hilbert dimensi dua pada interval $[0,1]^2$.

Penerapan *L-systems* dalam membangun Kurva Hilbert dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama yaitu membangun penafsiran grafis secara manual dengan menentukan komponen *L-systems* Kurva Hilbert, kemudian mengiterasikan serta mendefinisikan dengan interpretasi gerak kura-kura. Tahap kedua yaitu membangun penafsiran grafis secara matematis. Untuk membangun penafsiran grafis secara matematis, dilakukan tiga tahap, yaitu penamaan titik

pada kurva, perumusan sudut dan perumusan titik. Setelah didapatkan rumus perubahan sudut dan posisi titik-titik pada kurva, tahap terakhir yaitu membuat algoritma program untuk kemudian dibuat program visualisasi Kurva Hilbert.

Setelah melakukan tahapan-tahapan tersebut, didapatkan kesimpulan bahwa *L-systems* dapat diterapkan dalam membangun Kurva Hilbert. Setelah membandingkan hasil visualisasi penerapan *L-systems* dengan kedua metode lainnya, hasil visualisasi Kurva Hilbert dengan menerapkan *L-systems* memiliki kesamaan bentuk dengan metode yang dikembangkan oleh Sagan. Namun dari simulasi Kurva Hilbert pada generasi ke-11 diperoleh waktu proses 5,531 detik untuk penerapan *L-systems*, 2,813 detik untuk metode Sagan dan 3,687 detik untuk metode Mex. Jadi, penerapan *L-systems* dalam membangun Kurva Hilbert membutuhkan waktu proses yang lebih lama jika dibandingkan metode lainnya, yaitu metode oleh Sagan dan Mex.

PRAKATA

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan petunjuk, rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Penerapan *L-systems* Dalam Membangun Kurva Hilbert Dimensi Dua". Sholawat dan salam penulis haturkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, yang mengabarkan kebenaran, kebajikan dan mendoakan ummatnya untuk selalu dilindungi oleh-Nya, dan selalu berada di jalan-Nya.

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

1. Bapak Drs. Mohammad Hasan, M.Sc., Ph.D. dan Ibu Agustina Pradjaningsih, S.Si., M.Si. yang telah memberikan petunjuk, dorongan dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini;
2. Bapak Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D. dan Ibu Yuliani Setia Dewi, S.Si, M.Si. yang telah memberikan kritik dan saran;
3. Ayahanda Khuzaini dan Ibunda Endang Widyastuti serta Kakanda Khanty Widayanti, S.Si., M.Sc. yang telah memberikan pengorbanan, dukungan dan doanya untuk penyelesaian skripsi ini;
4. Bapak Prof. Dr. H. Uung Nasdia, B.Sw, MS. dan Ibu Hj. Maemunah serta Hikmahyanti Damai Pribadi, S.Pd., yang telah memberikan dukungan, semangat dan doa;
5. rekan-rekan Angkatan 2004 yang telah mendukung penulis selama ini dan rekan-rekan lainnya yang tidak mungkin untuk disebutkan satu-persatu.

Penulis berharap semoga apa yang penulis tuangkan dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jember, Oktober 2010

Penulis

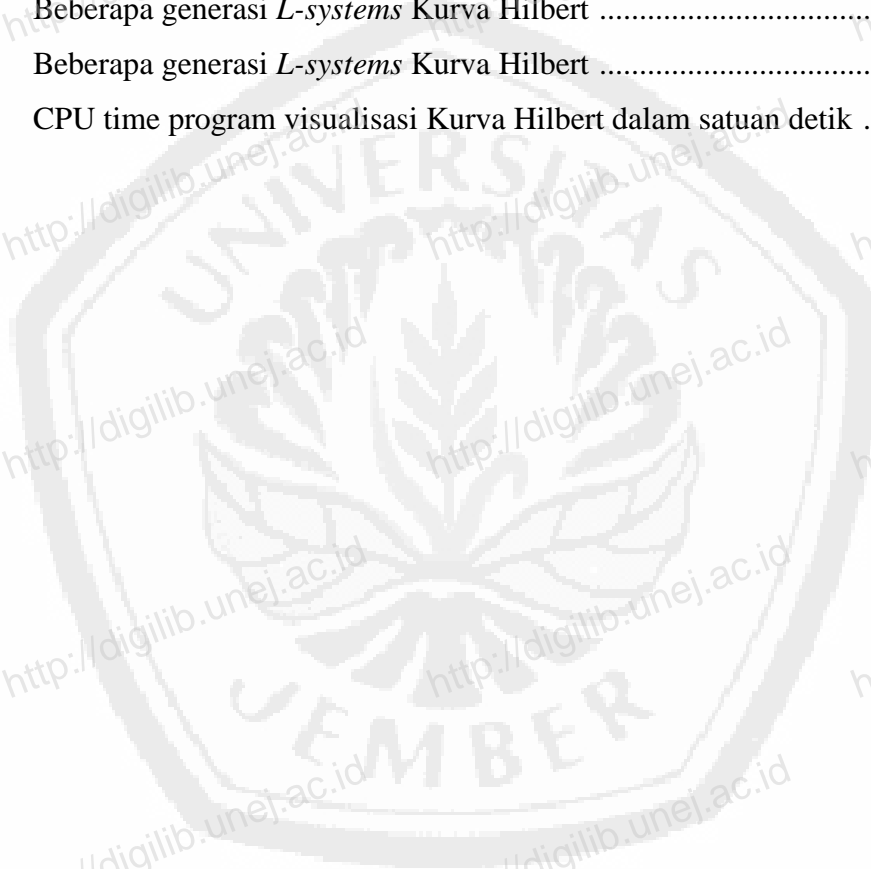
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	x
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Garis dan Sudut	4
2.2 Transformasi Geometri	5
2.3 Lindenmayer Systems (<i>L-systems</i>)	7
2.3.1 Pengantar <i>L-systems</i>	7
2.3.2 Jenis-jenis <i>L-systems</i>	8
a. Jenis <i>L-systems</i> Menurut Penggunaan Simbol	8
b. Jenis <i>L-systems</i> Menurut Jumlah Aturan Produksi	9
2.3.3 Kombinasi <i>DOL-systems</i>	10
a. Penulisan Kembali Sebuah Garis	10
b. Penulisan Kembali Sebuah Titik	11
c. Kombinasi Penulisan Kembali Garis dan Titik	11
2.3.4 Penafsiran Grafis <i>L-systems</i>	11

2.4 Kurva Hilbert	12
2.4.1 Sejarah dan Definisi Kurva Hilbert	12
2.4.2 Membangun Kurva Hilbert	13
a. Metode Sagan	13
b. Metode Mex	14
c. <i>L-systems</i> Kurva Hilbert	15
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Membangun Penafsiran Grafis secara Manual	18
3.2 Membangun Penafsiran Grafis secara Matematis	18
3.3 Pembuatan Program	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Membangun Penafsiran Grafis secara Manual	21
4.2 Membangun Penafsiran Grafis secara Matematis	21
4.2.1 Penamaan Titik	22
4.2.2 Perumusan Sudut	22
4.2.3 Perumusan Titik	25
4.3 Pembuatan Program	26
4.4 Pembahasan	28
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Generasi <i>L-systems</i>	8
2.2 Generasi <i>Context-sensitive L-systems</i>	9
2.3 Generasi <i>Stochastic L-systems</i>	10
3.1 Beberapa generasi <i>L-systems</i> Kurva Hilbert	18
4.1 Beberapa generasi <i>L-systems</i> Kurva Hilbert	21
4.2 CPU time program visualisasi Kurva Hilbert dalam satuan detik	30



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Segmen garis, sinar dan sudut	5
2.2 Kurva Dragon	10
2.3 Transformasi model Kurva Hilbert oleh Mex	15
2.4 Interpretasi <i>L-systems</i> dalam membangun Kurva Hilbert	16
3.1 Skema metodologi penelitian	17
4.1 Penafsiran grafis Kurva Hilbert generasi $g_0(a)$, $g_1(b)$, $g_2(c)$ dan $g_3(d)$ secara manual	22
4.2 Penamaan titik Kurva Hilbert generasi $g_0(a)$, $g_1(b)$ dan $g_2(c)$	23
4.3 Hubungan koordinat titik-titik	26
4.4 Kurva Hilbert generasi ke-4 dengan (a) penerapan <i>L-systems</i> , (b) metode Sagan dan (c) metode Mex	29