

# **Komputasi Evolusioner**

Algoritma Genetik, Pemrograman Genetik, dan  
Pemrograman Evolusioner





GRAHA ILMU

# Komputasi Evolusioner

Algoritma Genetik, Pemrograman Genetik, dan  
Pemrograman Evolusioner

Thomas Sri Widodo

## KOMPUTASI EVOLUSIONER

### Algoritma Genetik, Pemrograman Genetik, dan Pemrograman Evolusioner

Oleh : Thomas Sri Widodo

Edisi Pertama

Cetakan Pertama, 2012

Hak Cipta © 2012 pada penulis,

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.



## GRAHA ILMU

Ruko Jambusari No. 7A

Yogyakarta 55283

Telp. : 0274-889836; 0274-889398

Fax. : 0274-889057

E-mail : [info@grahailmu.co.id](mailto:info@grahailmu.co.id)

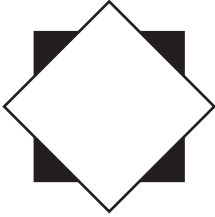
Widodo, Thomas Sri

KOMPUTASI EVOLUSIONER; Algoritma Genetik, Pemrograman Genetik, dan Pemrograman Evolusioner/Thomas Sri Widodo  
- Edisi Pertama - Yogyakarta; Graha Ilmu, 2012  
viii + 104 hlm, 1 Jil. : 23 cm.

ISBN: 978-979-756-789-7

1. Komputer

I. Judul



## KATA PENGANTAR

**M**anusia telah banyak belajar dari sistem alami untuk mengembangkan model algoritma baru untuk mencari solusi masalah yang kompleks. Evolusi adalah suatu proses optimisasi yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan organisme (sistem) untuk bertahan hidup di dalam lingkungan yang berubah secara dinamis dan kompetitif.

Komputasi evolusioner adalah sistem pencarian solusi permasalahan optimisasi berbasis komputer yang menggunakan model komputasional proses evolusi, seperti seleksi alami, kebertahanan hidup dari yang terkuat, dan reproduksi. Komputasi evolusioner merupakan bagian dari inteligensia komputasional. Bagian yang lain dari inteligensia komputasional adalah jaringan neural artifisial, *swam intelligence*, sistem kekebalan artifisial, dan sistem fuzzy. Pembahasan dalam buku ini berkonsentrasi pada komputasi evolusioner

Optimisasi berbasis komputasi evolusioner lebih unggul dibandingkan dengan optimisasi konvensional (berbasis derivatif) karena kemampuannya mengatasi optima lokal dalam mencari optima global. Komputasi evolusioner terdiri atas algoritma genetik, pemrograman genetik, dan pemrograman evolusioner.

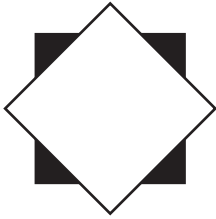
Penulisan buku ini bertujuan untuk membantu mahasiswa dan peneliti dari bidang teknik dan informatika, serta dari bidang lain (ekonomi, medis, dll.) yang ingin memahami dan mengimplementasikan proses optimisasi evolusioner.

Pembahasan dalam buku ini dibagi menjadi lima Bab sebagai berikut: Bab 1 membahas latar belakang biologis yang mengilhami komputasi evolusioner dari sistem genetik. Bab 2 membahas komputasi evolusioner yang merupakan dasar dari algoritma genetik, pemrograman genetik dan pemrograman evolusioner. Algoritma genetik yang merupakan model algoritmik untuk menyimulasikan sistem genetik dibahas pada Bab 3. Bab 4 membahas pemrograman genetik yang merupakan spesialisasi algoritma genetik yang berkonsentrasi pada evolusi *genotype*. Akhirnya Bab 5 membahas pemrograman genetik yang mengembangkan model perilaku dan bukan model genetik seperti yang dibahas pada algoritma genetik dan pemrograman genetik.

Sebagai akhir kata penulis merasa bahwa buku ini masih belum sempurna sehingga kritik dan saran yang membangun akan diterima dengan senang hati.

Yogyakarta, Juli 2011

Penulis



# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>BAB 1 LATAR BELAKANG BIOLOGIS</b>	<b>1</b>
1.1 Pengkodean DNA	1
1.2 Aliran Informasi Genetik	4
1.3 Rekombinasi	5
1.4 Mutasi	6
<b>BAB 2 DASAR KOMPUTASI EVOLUSIONER</b>	<b>9</b>
2.1 Algoritma Evolusi Secara Umum	10
2.2 Penyajian <i>Chromosome</i>	11
2.3 Populasi Awal	15
2.4 <i>Fungsi Fitness</i>	16
2.5 Seleksi	16
2.6 Reproduksi	25
2.7 Syarat Berhenti	26
2.8 Optimisasi Komputasi Evolusioner versus Optimisasi Klasik	27
2.9 Latihan	28

<b>BAB 3</b>	<b>ALGORITMA GENETIK</b>	<b>29</b>
3.1	<i>Crossover</i>	30
3.2	Mutasi	42
3.3	Parameter Kendali	45
3.4	Latihan	48
<b>BAB 4</b>	<b>PEMROGRAMAN GENETIK</b>	<b>49</b>
4.1	Penyajian Berbasis <i>Tree</i>	50
4.2	Inisialisasi Populasi	52
4.3	Fungsi Fitness	54
4.4	Operator <i>Crossover</i>	55
4.5	Operator Mutasi	57
4.6	Latihan	61
<b>BAB 5</b>	<b>PEMROGRAMAN EVOLUSIONER</b>	<b>63</b>
5.1	Pemrograman Evolusioner Dasar	63
5.2	Operator Pemrograman Evolusioner	66
5.3	Parameter Strategi	74
5.4	Implementasi Pemrograman Evolusioner	82
<b>GLOSARIUM</b>		<b>89</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>93</b>
<b>DAFTAR INDEKS</b>		<b>95</b>
<b>TENTANG PENULIS</b>		<b>101</b>



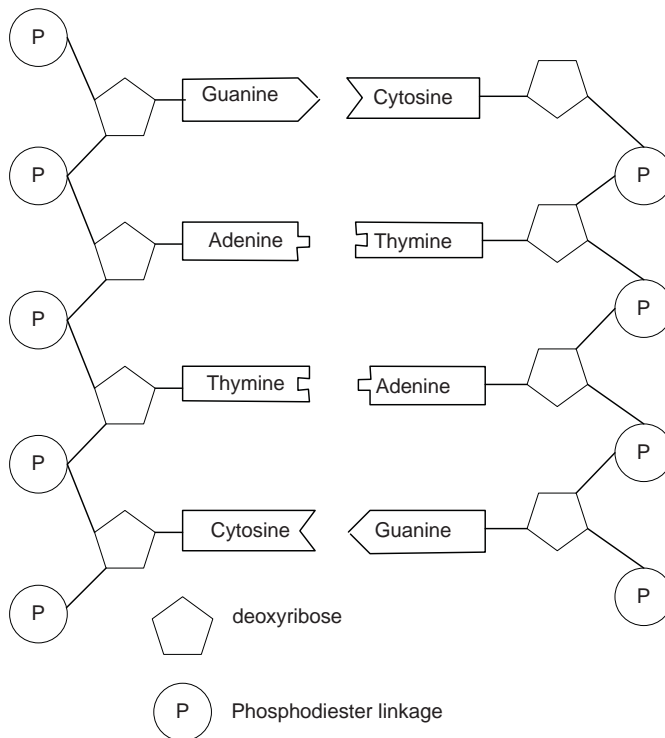
# LATAR BELAKANG BIOLOGIS

Unit dasar informasi di dalam sistem hidup adalah *gene*. Umumnya *gene* didefinisikan sebagai bagian dari *chromosome* yang menentukan atau mempengaruhi sifat tunggal atau *phenotype* (sifat yang nampak), misalnya warna mata. *Gene* terdiri atas segmen *deoxyribonucleic acid* (DNA), yang umumnya dikemas menjadi struktur yang disebut *chromosome*. Informasi genetik ini mampu menghasilkan produk biologis fungsional yang paling sering protein.

## 1.1 Pengkodean DNA

Elemen dasar DNA adalah nucleotide. Karena struktur kimiawinya, nucleotides dapat diklasifikasikan dalam empat basis yang berbeda, Adenine (A), Guanine (G), Cytosine (C), dan Thymine (T). A dan G adalah purine sedangkan C dan T adalah pyrimidine. Menurut teori perpasangan Watson dan Crick, G hanya dapat dipasangkan dengan C, dan A dipasangkan dengan T (analog dengan uracil, U di dalam ribonucleic acid (RNA)). Hal ini menyebabkan ikatan hydrogen antara pasangan pyrimidine-purine ini stabil dan dibungkus di dalam *strand* (untaian) komplementer dari DNA yang diorganisasi dalam bentuk *strand* ganda heliks [1] (Gambar 1.1). T hanya terdapat di dalam DNA dan bukan di dalam RNA. T disalin sebagai nucleotide lain Uracil (U) di dalam messenger RNA (mRNA).

Kode triplet basis *nucleotide* menspesifikasikan *codon*, yang juga berisi *anticodon* spesifik pada *transfer RNA* (tRNA), dan mendukung transmisi berikutnya informasi genetik dalam pembentukan *amino acid* spesifik. Walaupun ada 64 kode triplet yang mungkin, hanya 20 *amino acid* diinterpretasikan dengan *codon* [1] seperti pada Tabel 1.1. Perlu diperhatikan bahwa *amino acid* yang sama dapat dikodekan dengan *codon* yang berbeda di dalam RNA. Ada tiga *codon* (UGA, UAA, dan UAG) yang tidak sesuai dengan setiap *amino acid* sama sekali, tetapi hanya bertindak sebagai sinyal untuk menghentikan translasi (proses untuk membentuk *polypeptide* dari RNA).



**Gambar 1.1** Struktur komplementer DNA Untaian Ganda