

Pendahuluan

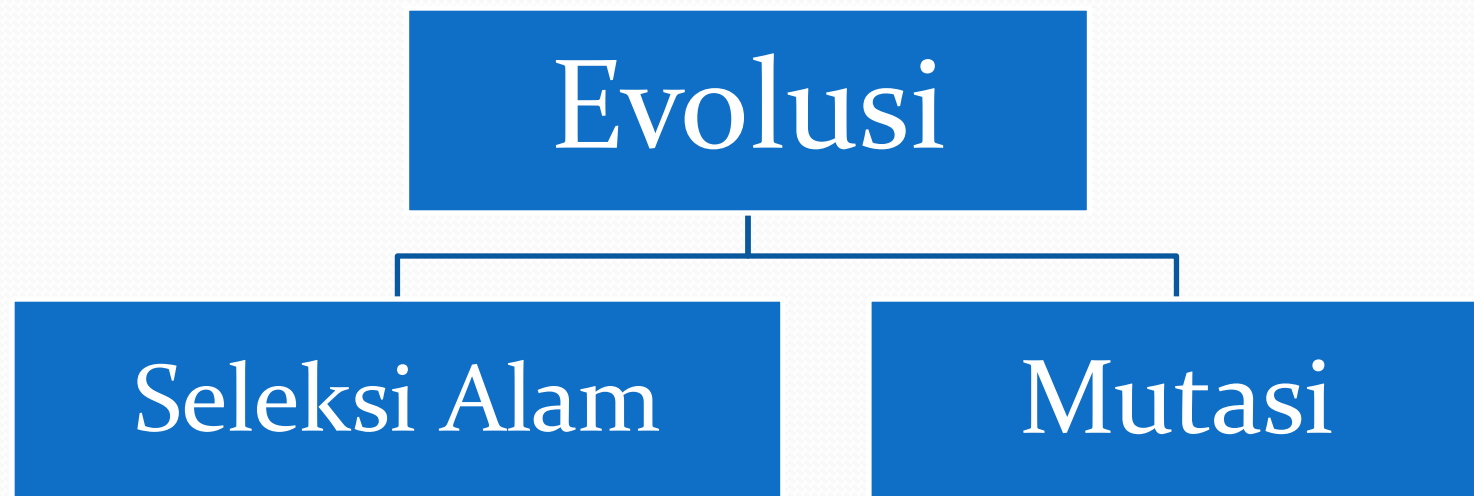
Dr. Suyanto, S.T., M.Sc.

HP/WA: 0812 845 12345

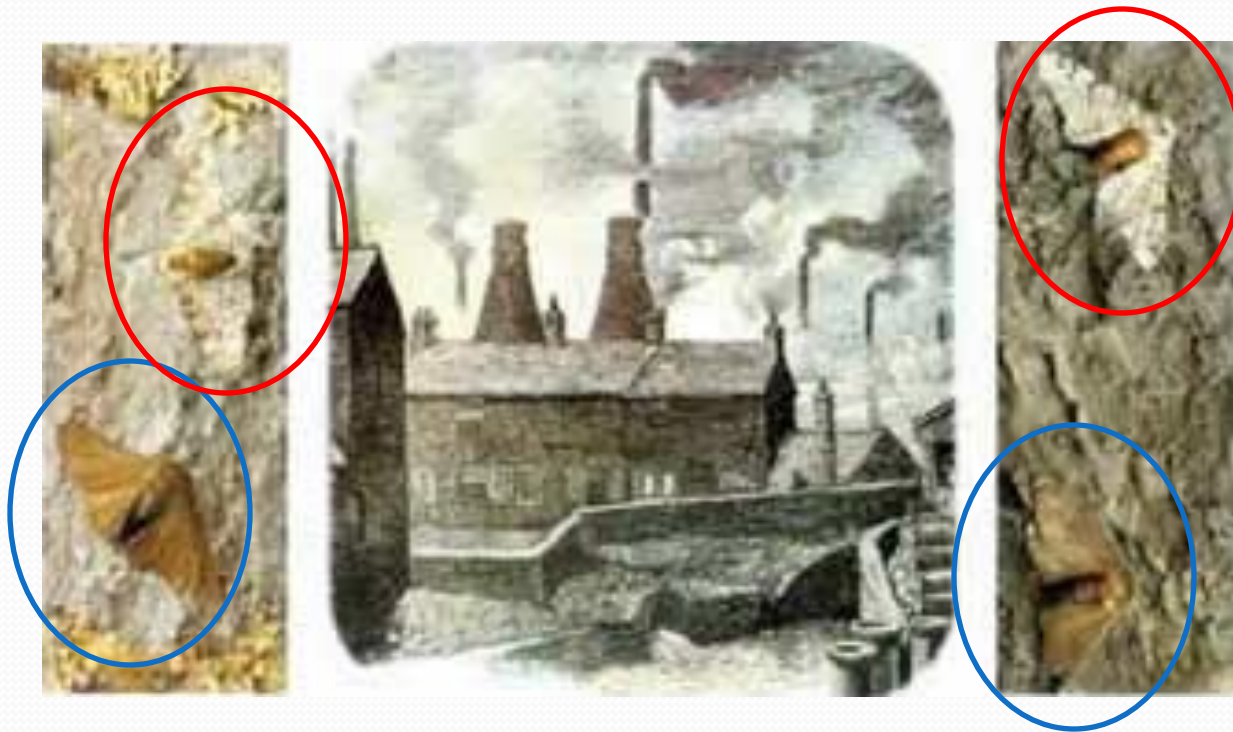
Intelligence Computing Multimedia (ICM)
Informatics faculty – Telkom University

Teori Evolusi

- Ilmuwan Berbeda pendapat
 - Pro: Alam tercipta secara acak
 - Kontra: Alam diciptakan oleh *intelligent designer* (Tuhan)
- Spesies ber-evolusi menjadi **spesies lain** yang **lebih baik???**



Ngengat cerah → gelap? **Ilusi**



Ref: [ADNo7]

Rusa ber-evolusi menjadi ...?

Rusa ber-evolusi menjadi spesies lain?

Evolusi

Seleksi Alam

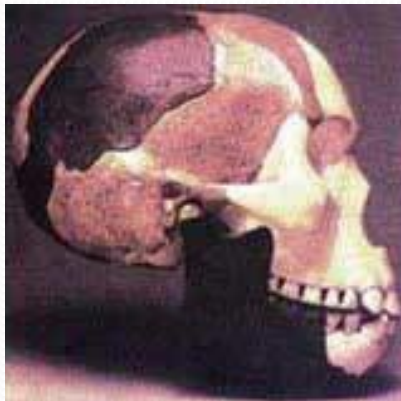
Mutasi

No doubt

?

Monyet → Manusia?

- Banyak ditemukan fosil palsu
- Jika benar, mengapa monyet masih ada hingga hari ini?



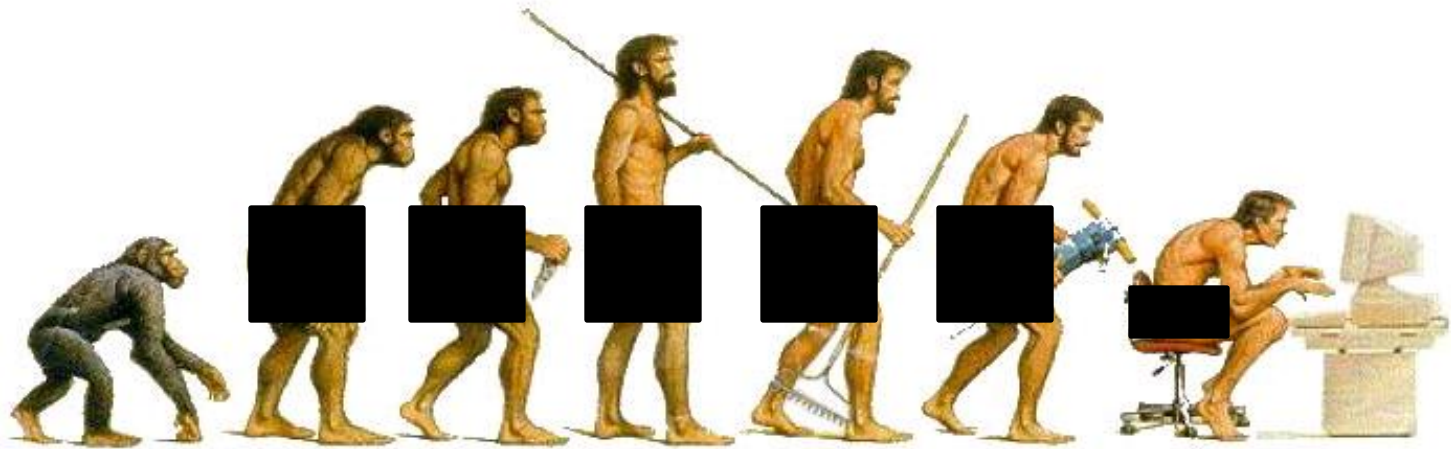
1912: Manusia Piltdown (Inggris) [Charles Dawson]

1953: Manusia Piltdown ternyata palsu [Oakley dkk]

- Tengkorak Manusia + Rahang Orangutan

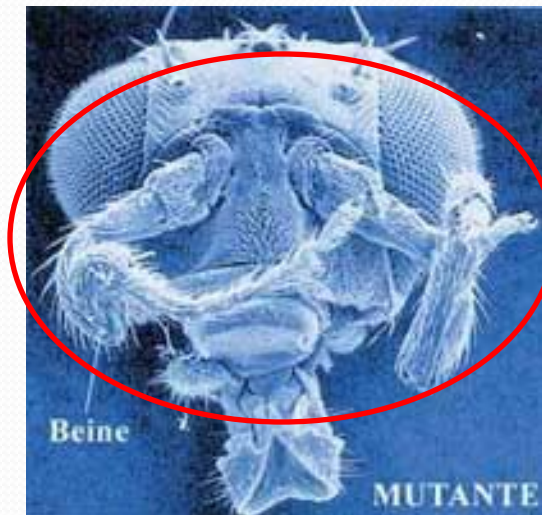
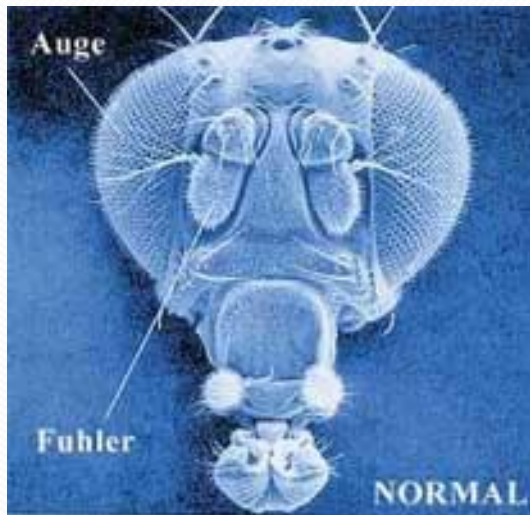
- Diberi **Dikhromat Potasium** → tampak kuno

Evolution



???????

Mutasi: bisa lebih baik?



- Struktur DNA amat sangat rumit !
- Perubahan acak (mutasi) selalu buruk !!

Ref: [ADNo7]



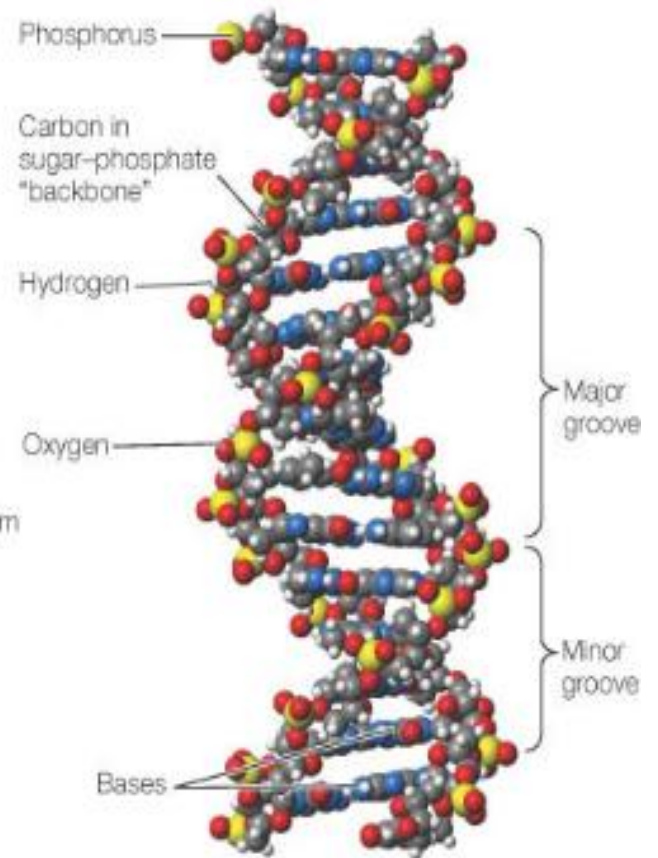
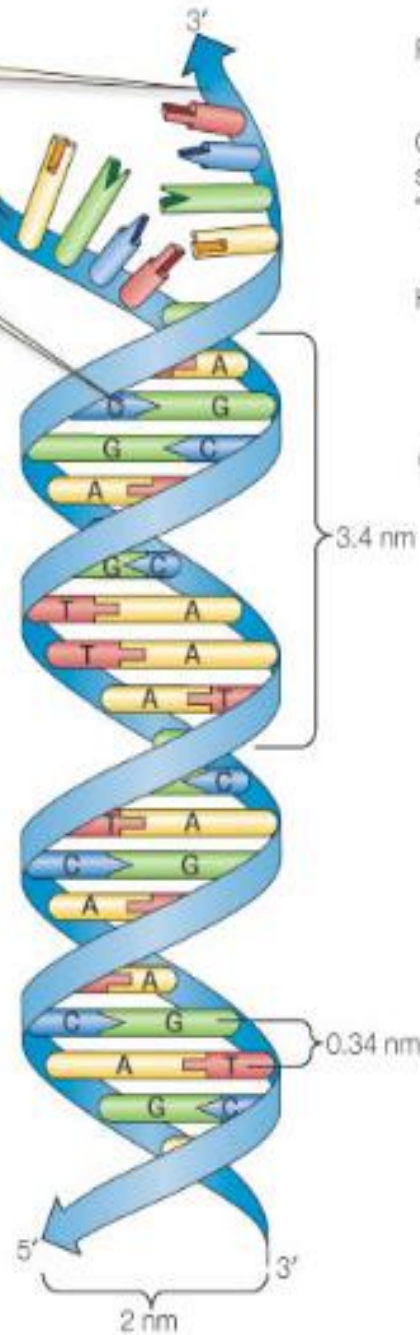
(B)

The blue bands represent the two sugar-phosphate chains.

Pairs of bases form horizontal connections between the chains.

The two chains run in opposite directions:

5' ↓ 3' ↑
3' ↑ 5' ↓



Mutasi: selalu lebih buruk!

- **Manusia Dulu** (jaman nabi Adam hingga nabi Nuh)
 - Usia: 950 tahun
 - Tinggi badan: 15-30 meter (**isu**)
 - Makhluk hidup hanya sedikit
- **Manusia sekarang**
 - Usia lebih pendek
 - Tinggi badan: 2 meter
 - Makhluk hidup semakin banyak
 - Bumi terasa semakin sempit

Manusia sekarang lebih pintar?

- Membuat pesawat terbang
- Komputer semakin hebat
- *Fourth Generation Network*
- Teknologi otomotif makin maju
- Peralatan elektronik
- Makanan semakin bervariasi

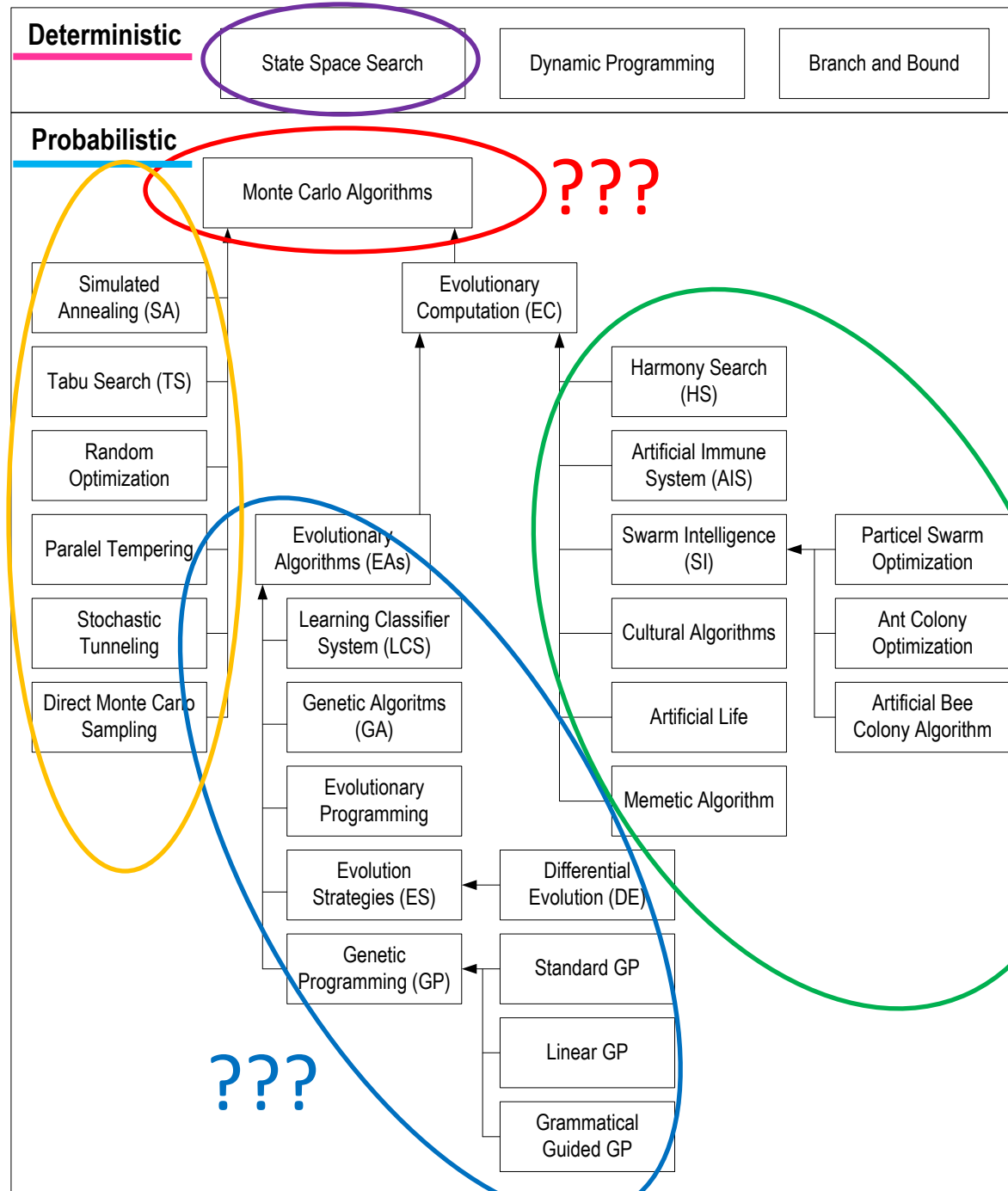
Teknologi manusia sekarang?

- Manusia sekarang mendapatkan teknologi dari manusia jaman dulu
 - Sains: Matematika, Fisika, Kimia
 - Kedokteran
 - Arsitektur: Piramid
- Teknologi: menguntungkan atau merugikan?
- Secara kecerdasan, apakah manusia sekarang lebih pintar dibandingkan manusia jaman dulu?

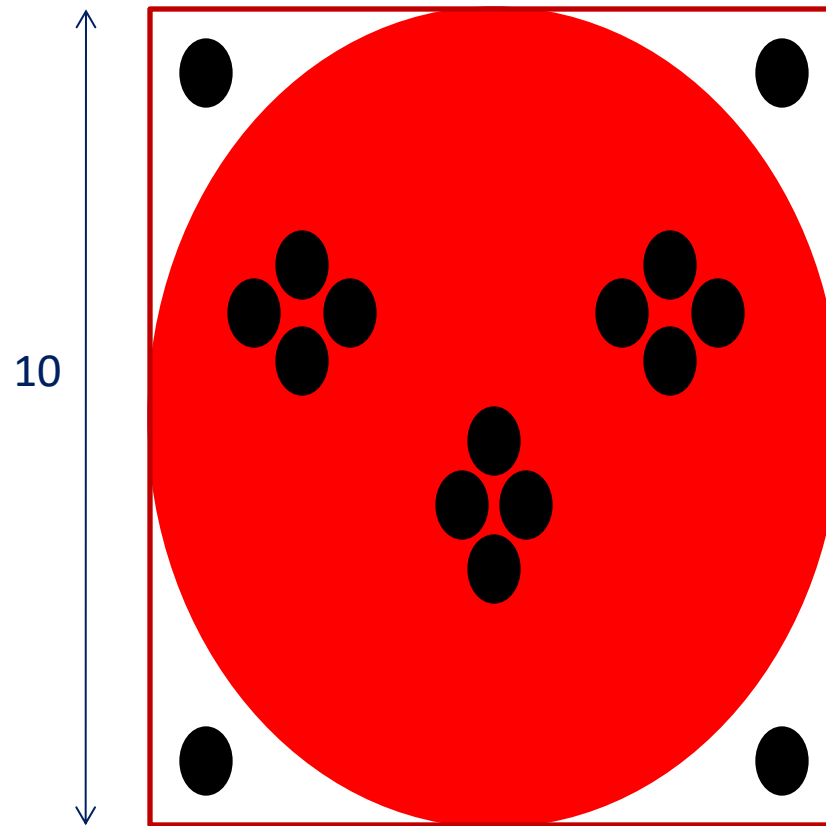
“Evolusi” & “Genetika”

- Dua teori lemah → EC yang powerful?
 - Dunia komputer berbeda dengan dunia nyata.
 - Banyak simplifikasi
- **OPTIMASI**
- **SEARCHING**
- **LEARNING**
- ...

Optimization Algorithms



Jika $d = 10$, berapa luas lingkaran?

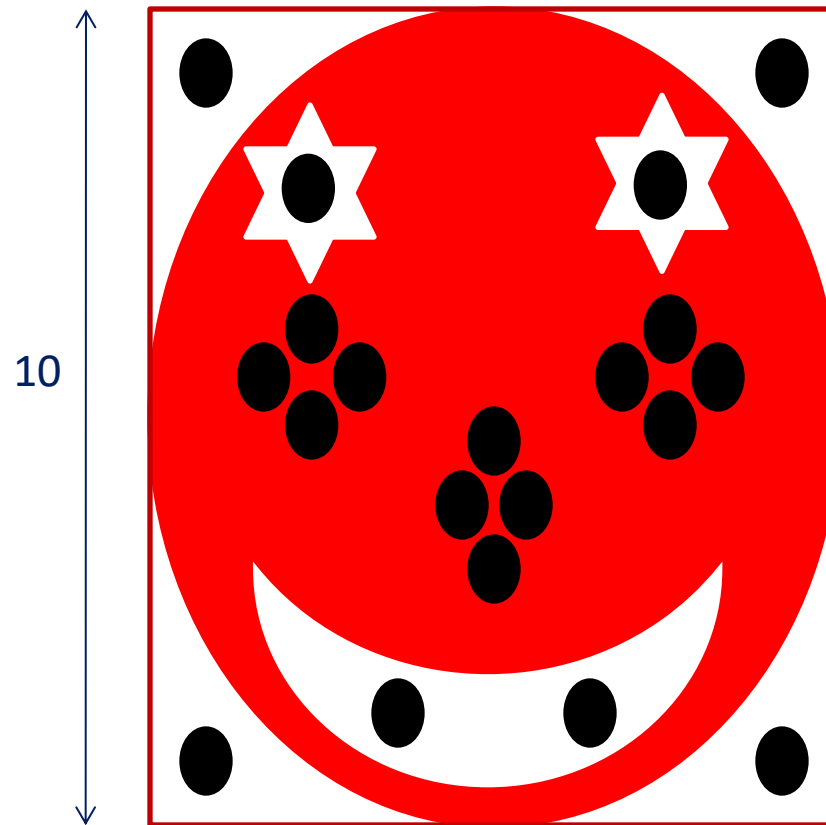


$$\pi r^2 = (22/7)(5^2) \\ = 78,57$$

$$\text{Luas} = (12/16).100 \\ = 75$$

**Lebih akurat jika
ribuan titik.**

Jika $d = 10$, berapa luas area merah?

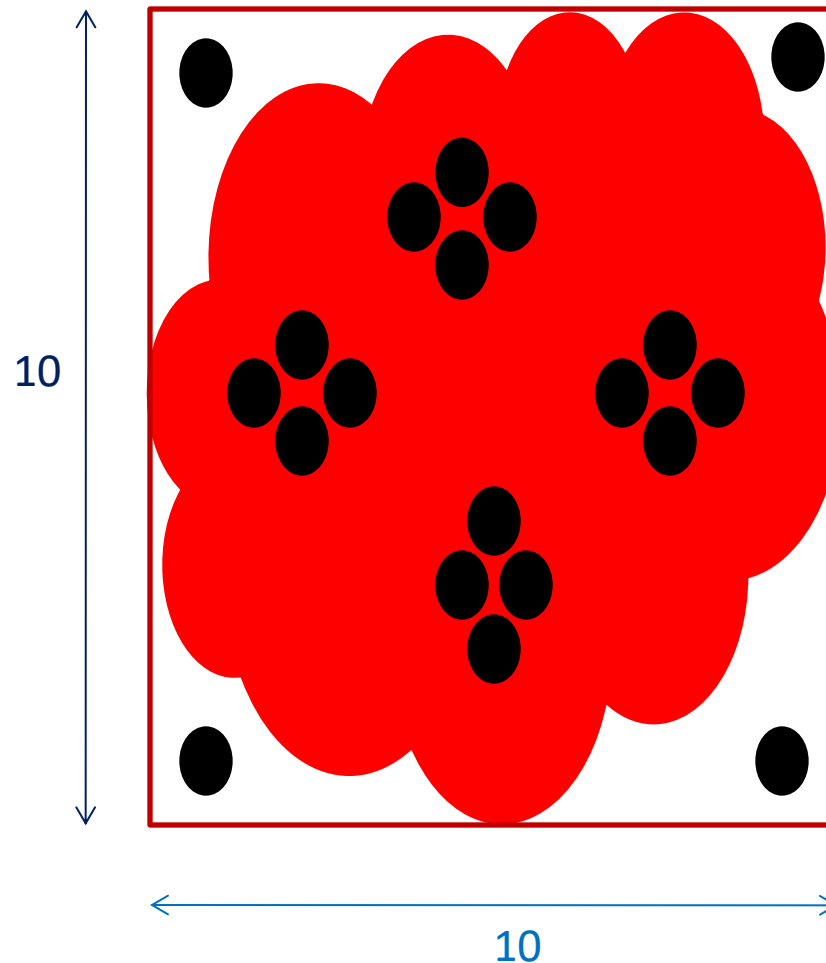


Luas lingkaran – luas
bulan sabit – 2 x luas
bintang = **SULIT ???**

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= (12/20) \cdot 100 \\ &= 60\end{aligned}$$

**Lebih akurat jika
ribuan titik.**

Berapa luas area merah?



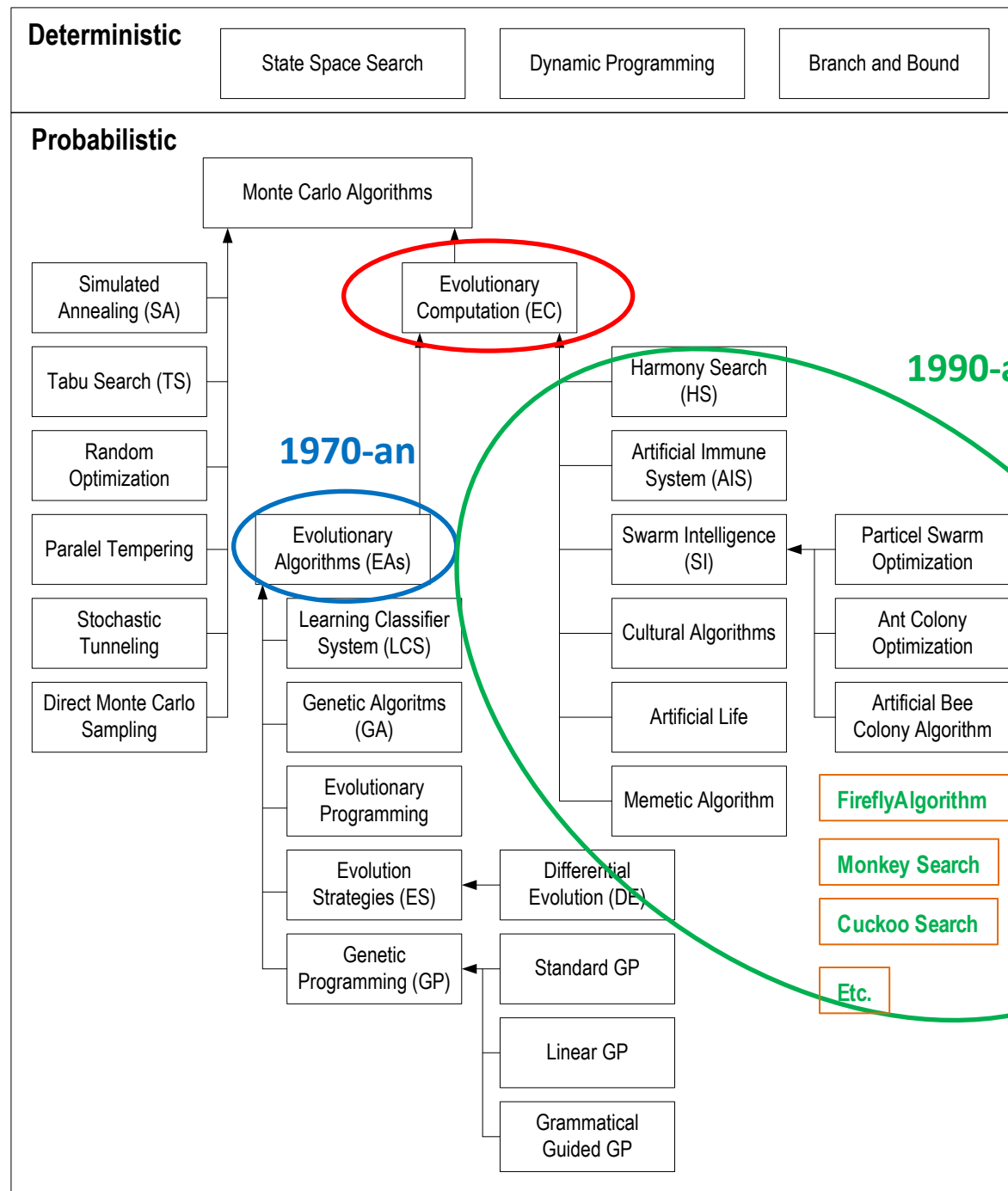
Luas = ???

Model matematis ??

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= (16/20) \cdot 100 \\ &= 80\end{aligned}$$

Lebih akurat jika
ribuan titik.

Optimization Algorithms



Swarm Intelligence: kecerdasan berkelompok

Satu ikan → kurang cerdas

Ribuan ikan → cerdas

Paus mencari makan ???



Fish Schooling: bergerombol



Bird Flocking: Formasi V

Tabrakan antar burung ???



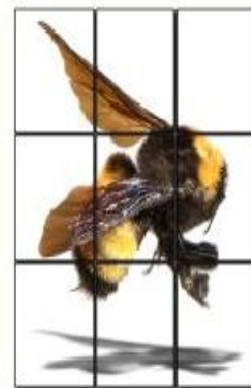
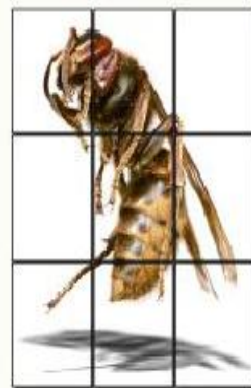
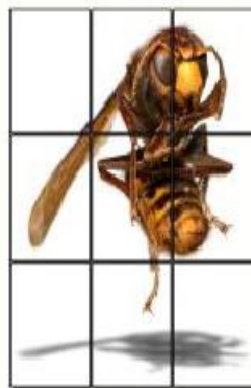
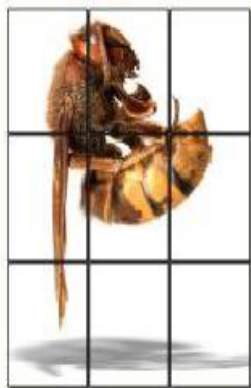


Jembatan Semut

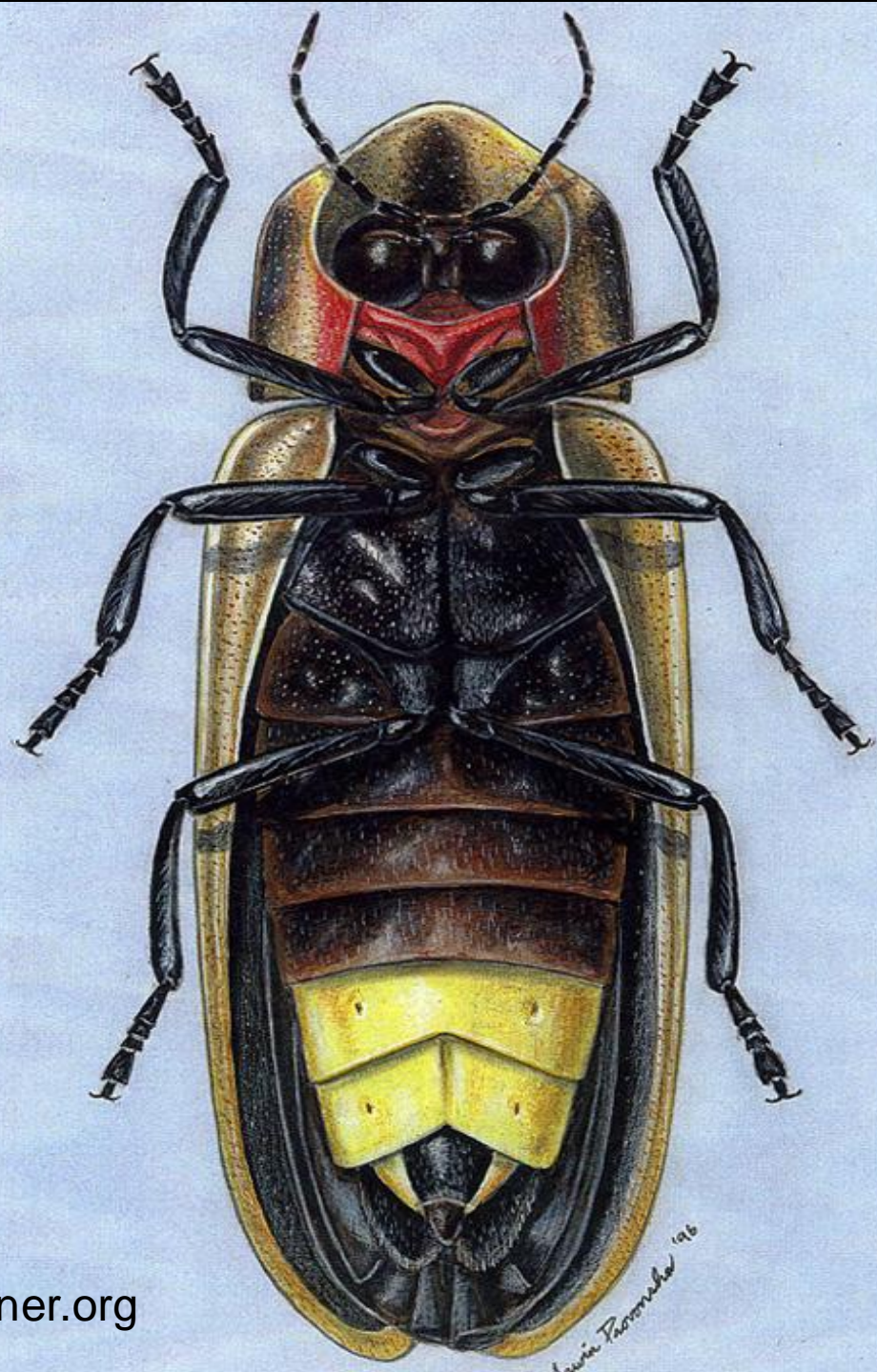
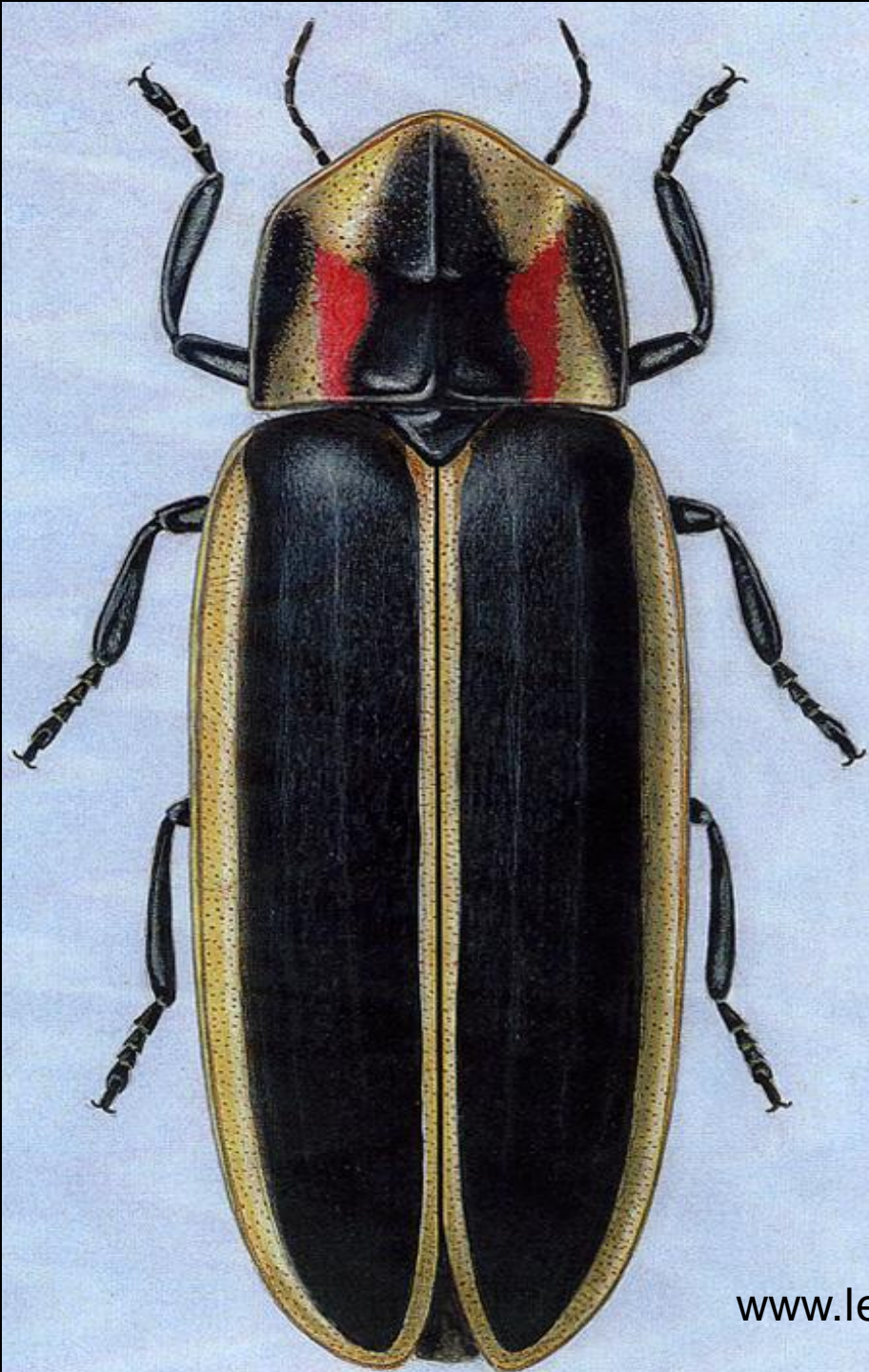


Jembatan Semut





- Pencarian makanan (*Foraging behaviours*)
- Perkawinan (*Marriage behaviours*)
- Konsep ratu lebah (*Queen bee concept*)
 - *Queen-Bee Evolution* [Sung, 2003].
 - *Bee Crossover* untuk memperbaiki GA [Kara, 2004].



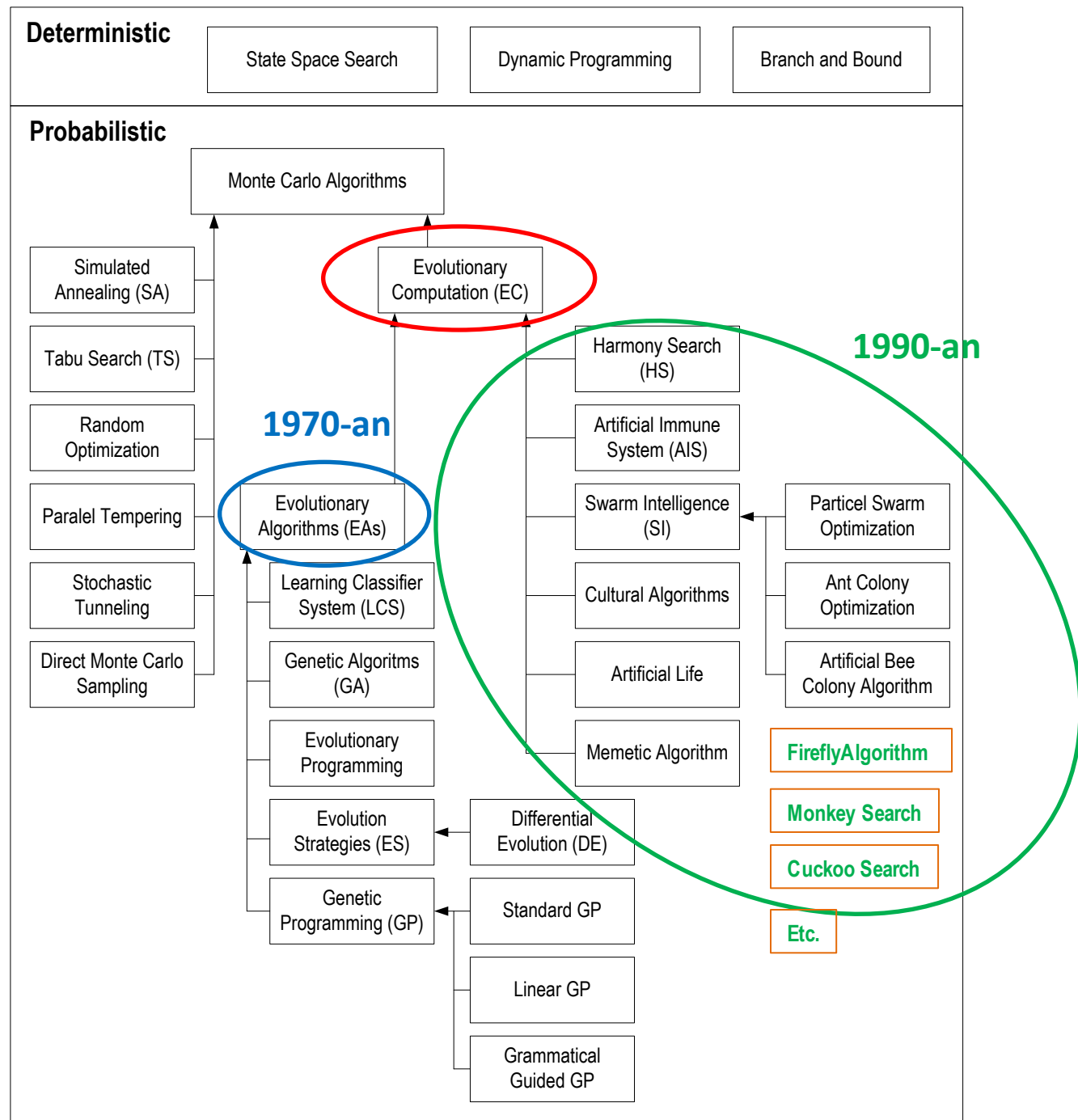






cheats-cuckoo

Optimization Algorithms

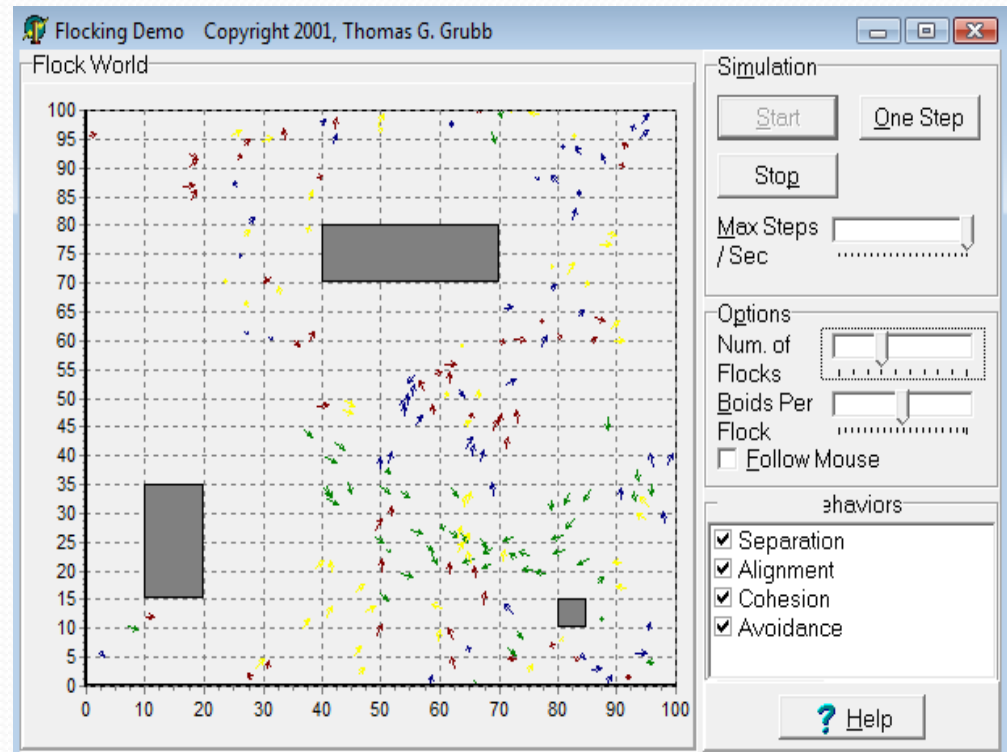


Swarm, Flock, School, Herd

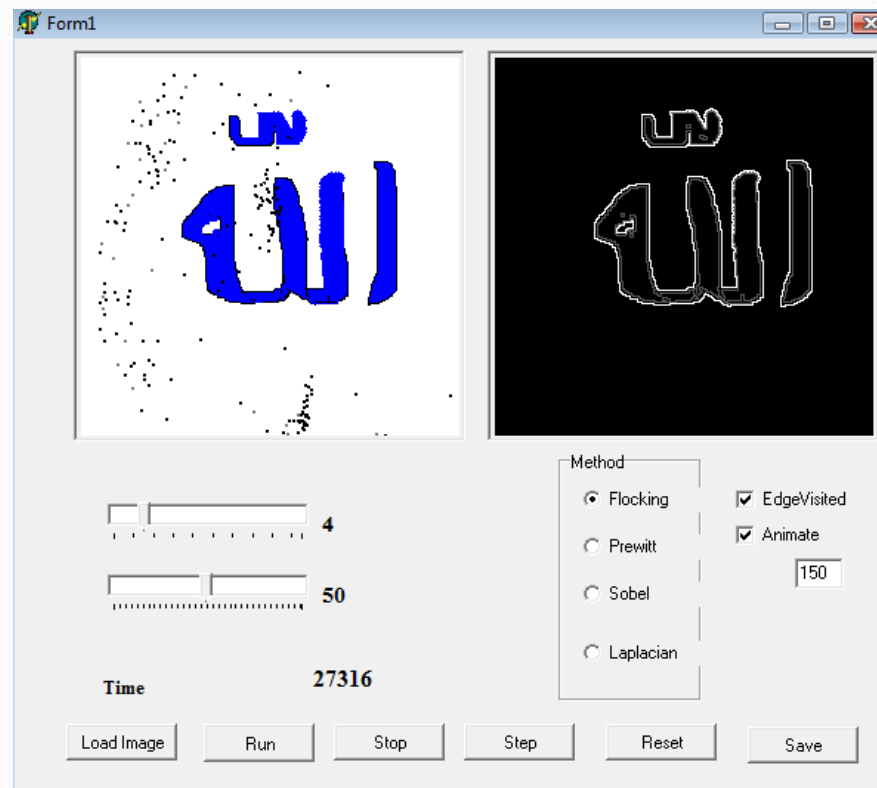


Simulasi & Animasi

- Simulasi pedestrian
 - Kapasitas ruangan
 - Gedung
 - Trotoar
- Animasi
 - Computer-graphic
- Pencarian tepi citra

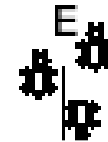
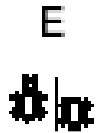


Edge detection

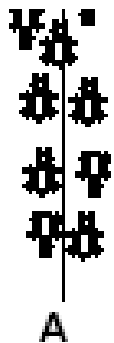


**[Addino Yudi Abdal - 113990156 - IMPLEMENTASI PROSES
PENDETEKSIAN SISI DENGAN TEKNIK FLOCKING]**

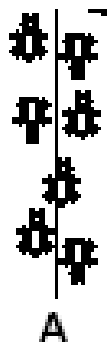
Ant Colony Optimization



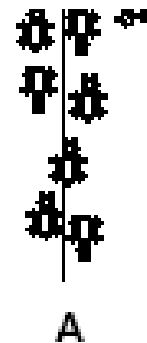
- Traveling Salesman Problem
- Masalah optimasi lainnya.



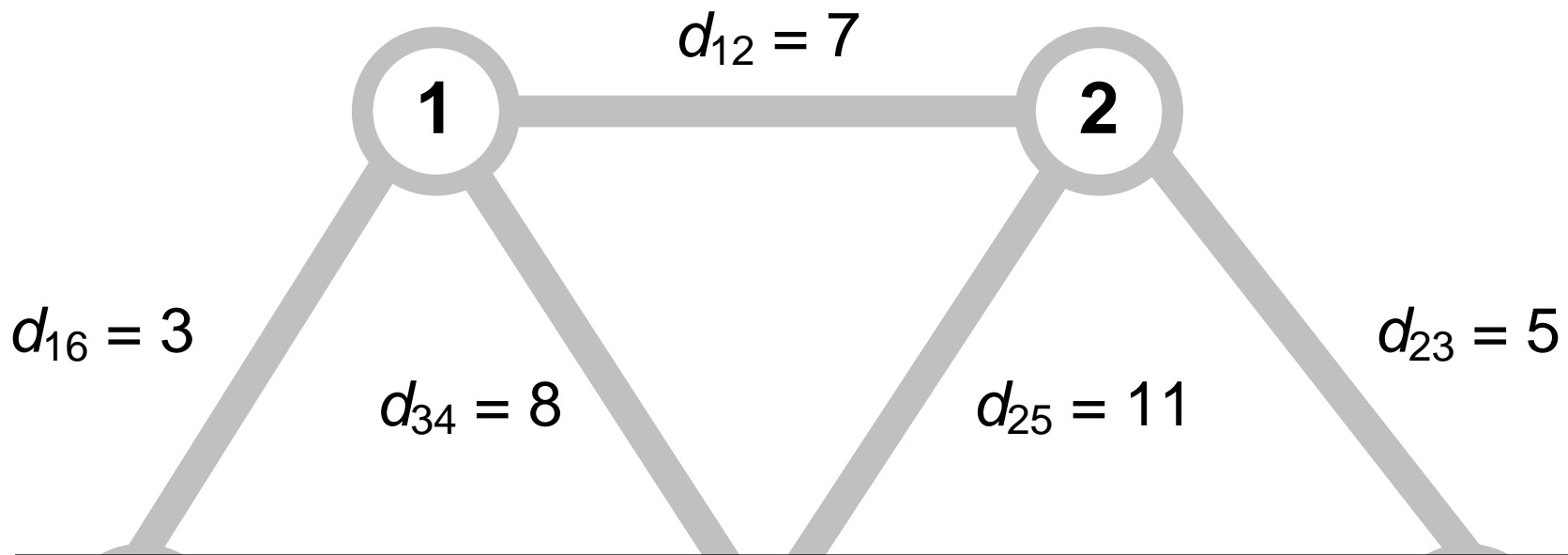
a)



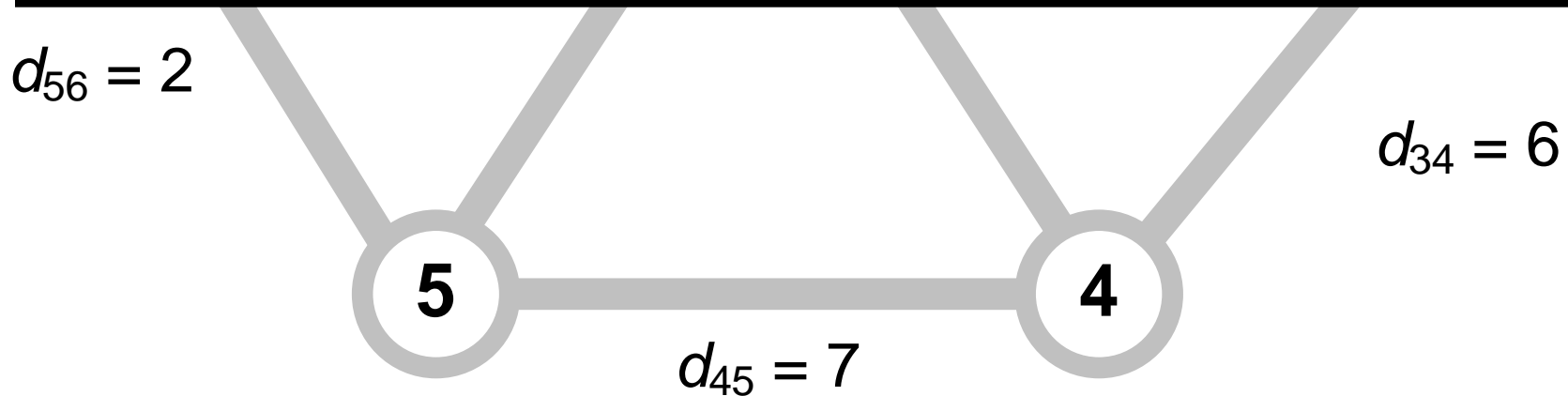
b)

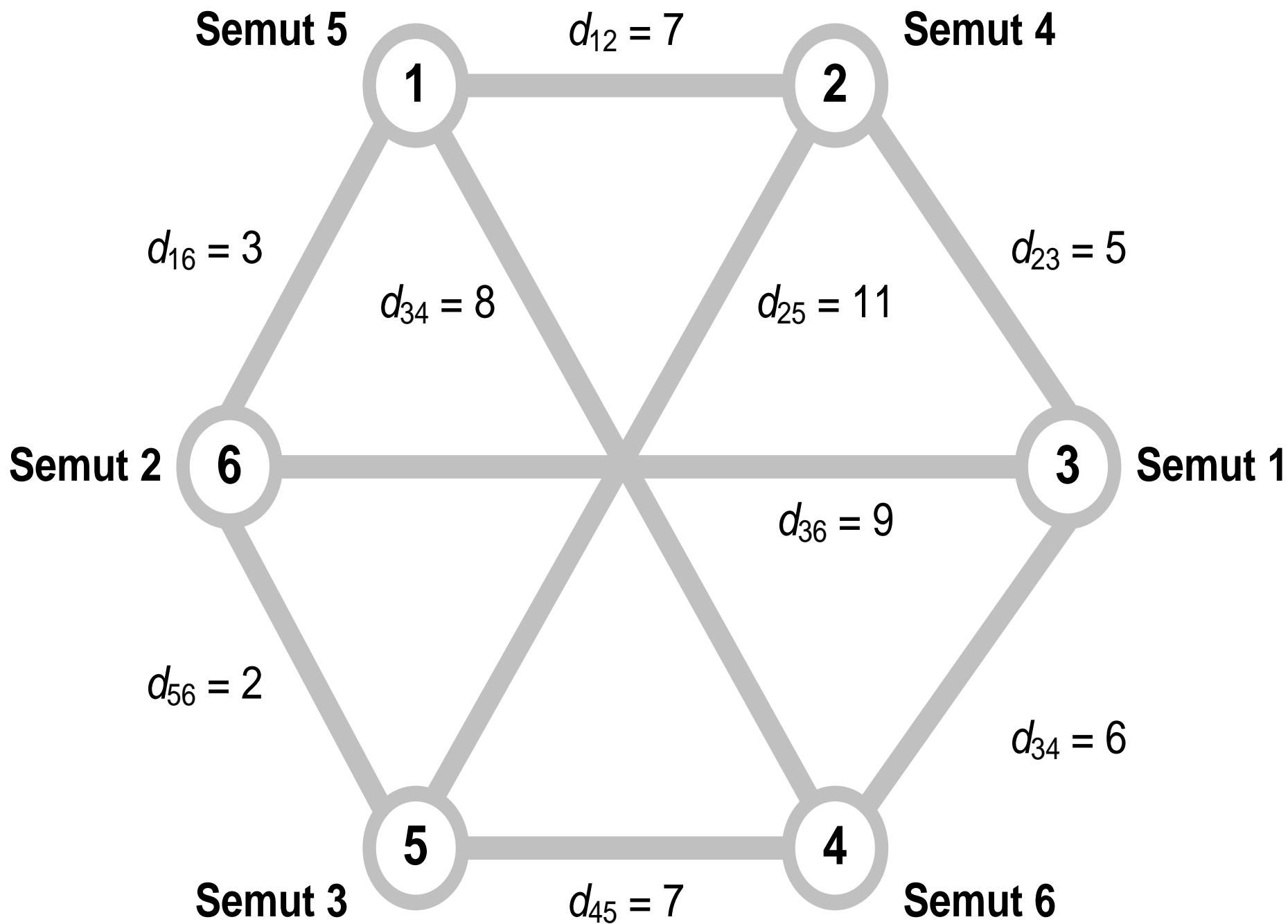


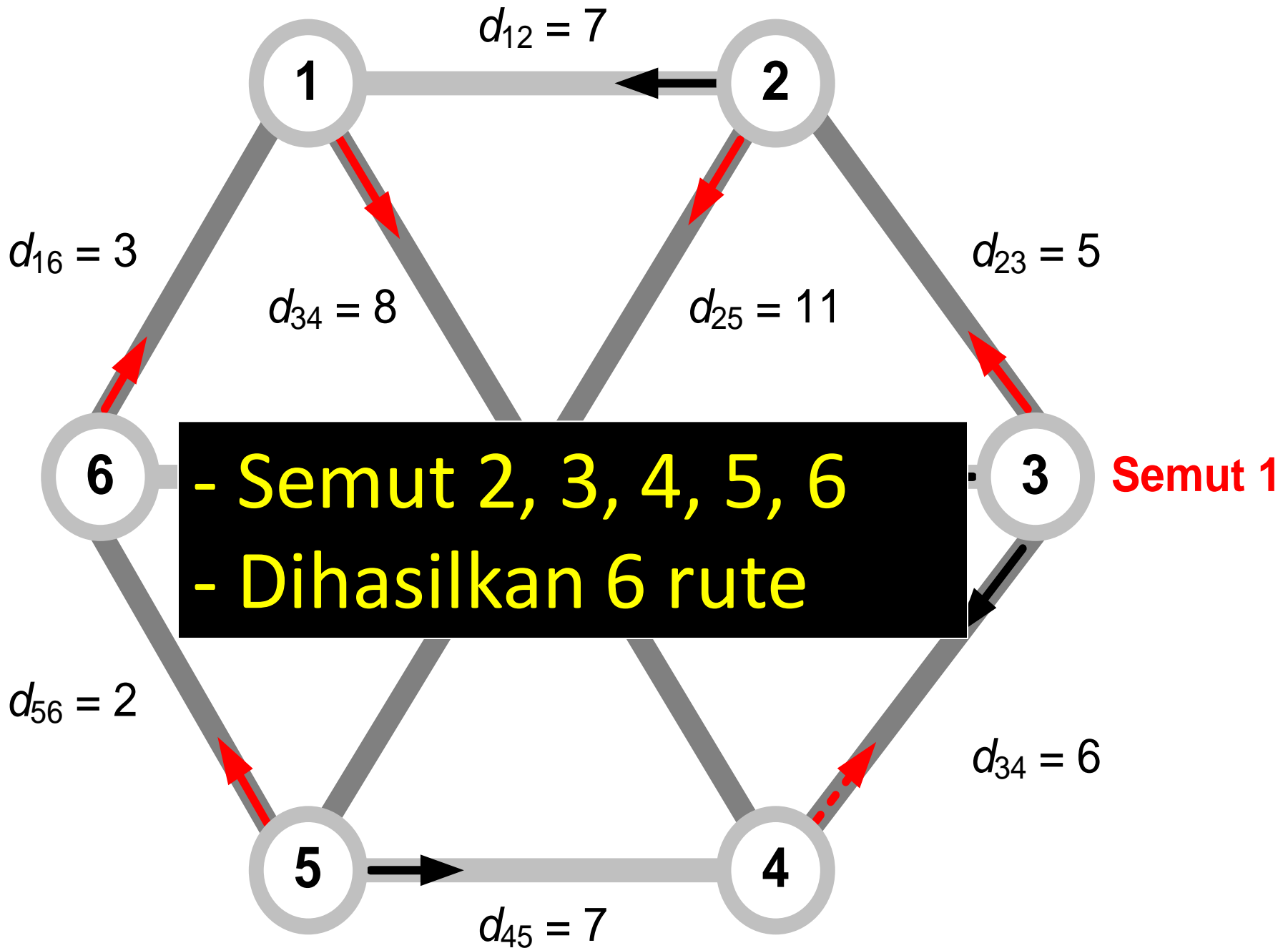
c)

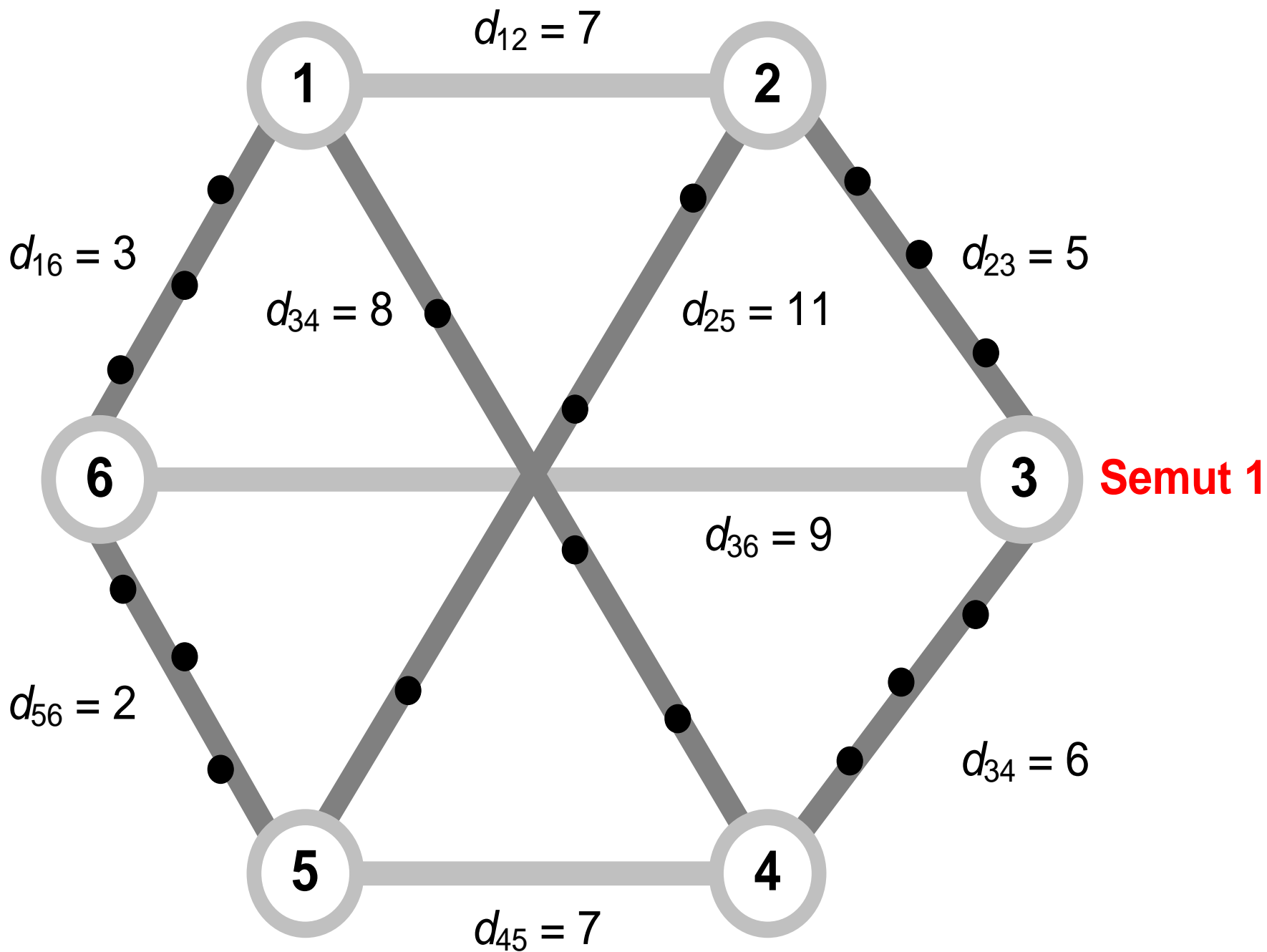


Rute kunjungan terbaik?
Koloni semut???

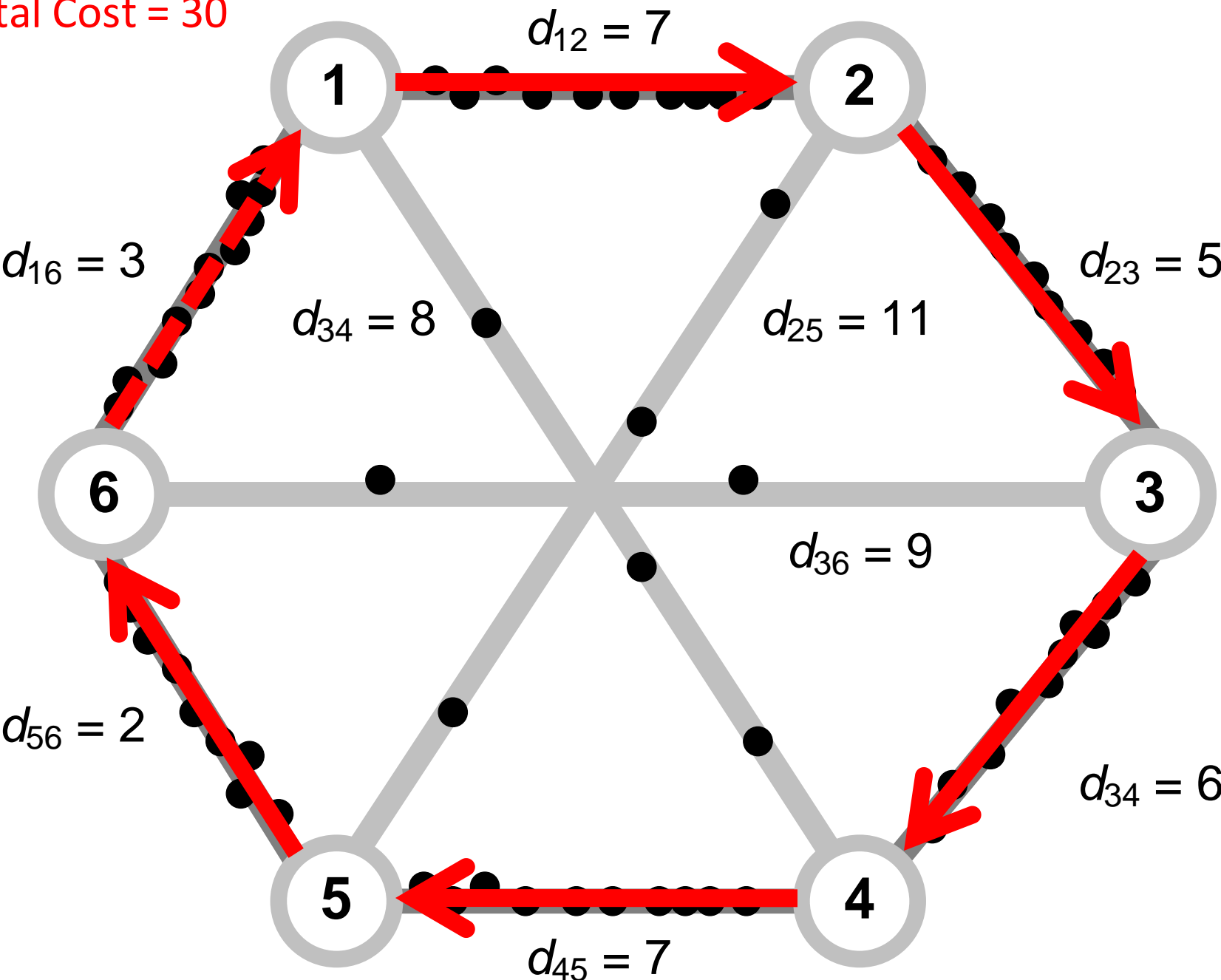






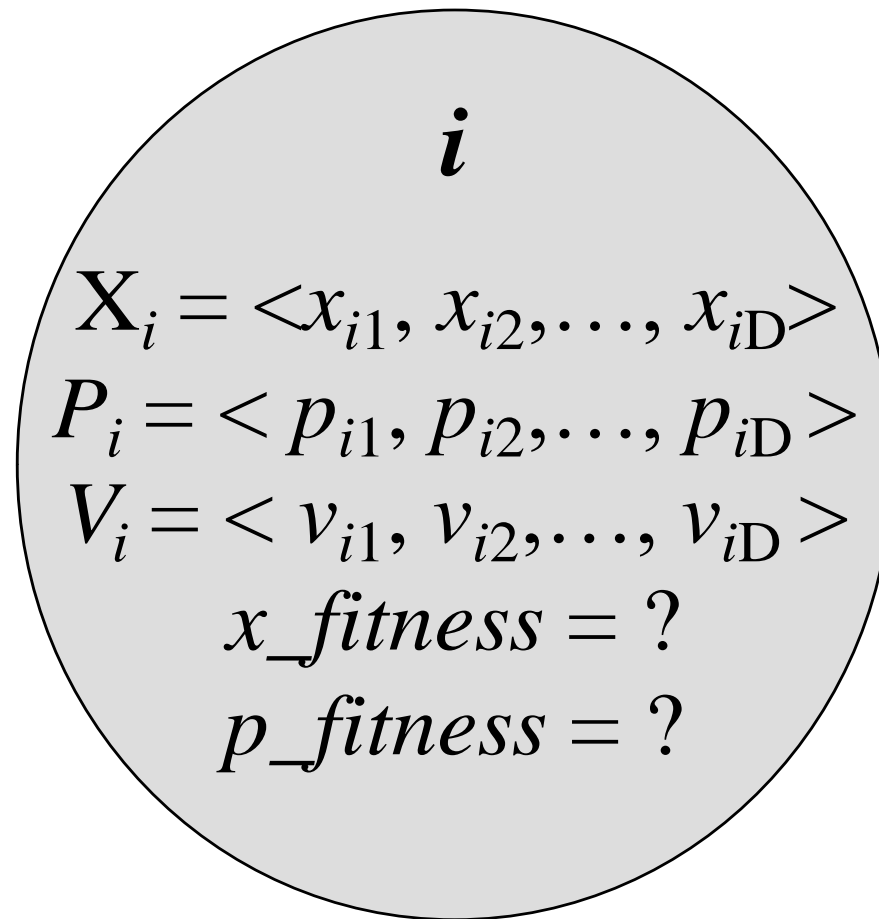


Total Cost = 30



Particle Swarm Optimization

- James Kennedy dan Russ Eberhart (1995)
- *Bird flocking, Fish schooling, etc.*
- PSO dimulai dengan suatu populasi yang terdiri dari sejumlah individu (yang menyatakan solusi) yang dibangkitkan secara acak.
- Selanjutnya melakukan pencarian solusi optimum melalui perbaikan individu untuk sejumlah generasi tertentu.
- PSO tidak menggunakan operator-operator rekombinasi & mutasi.



i

$$\mathbf{X}_i = \langle x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iD} \rangle$$
$$\mathbf{P}_i = \langle p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{iD} \rangle$$
$$\mathbf{V}_i = \langle v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{iD} \rangle$$
$$x_fitness = ?$$
$$p_fitness = ?$$

X : posisi partikel saat ini di dalam ruang pencarian

P : posisi solusi *best-so-far* dari partikel tersebut;

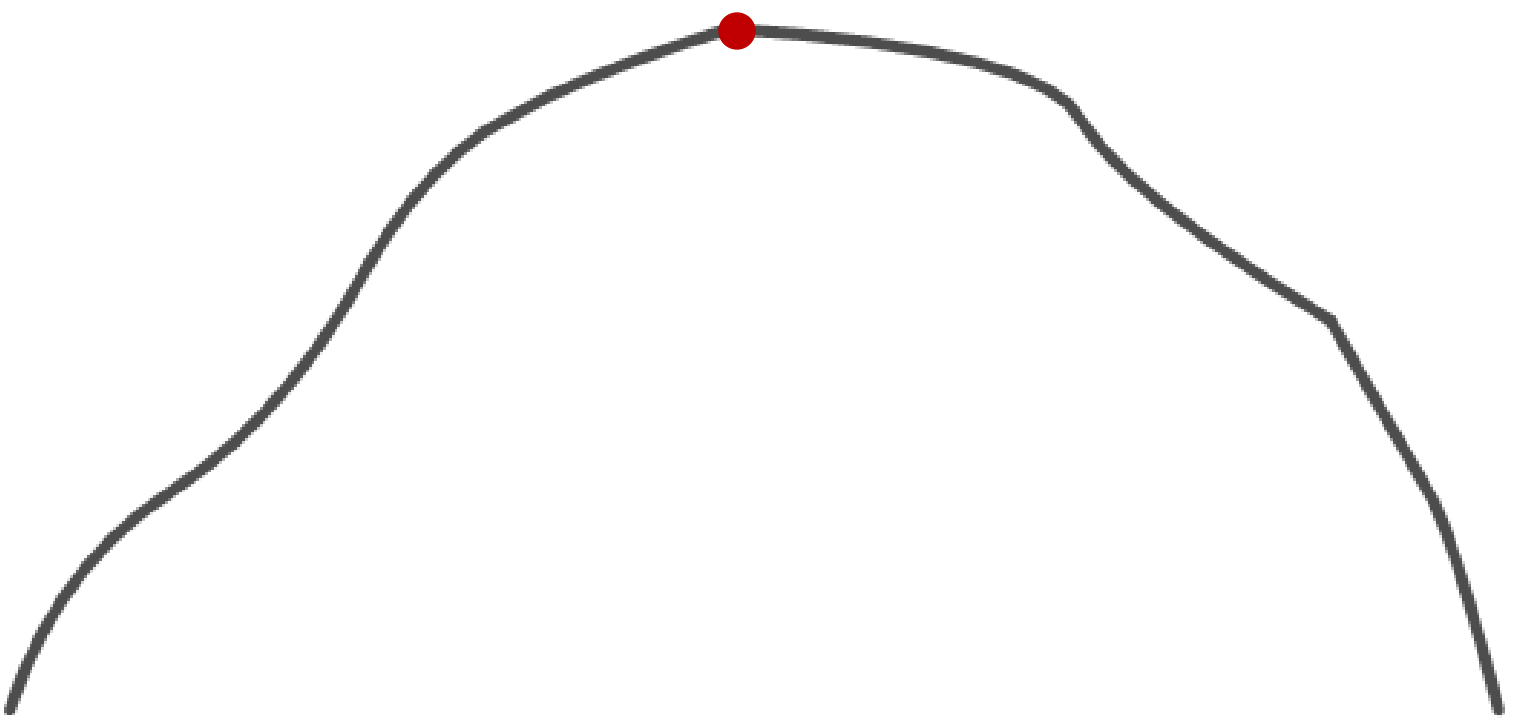
V : *gradien* (arah) kemana partikel akan “terbang”

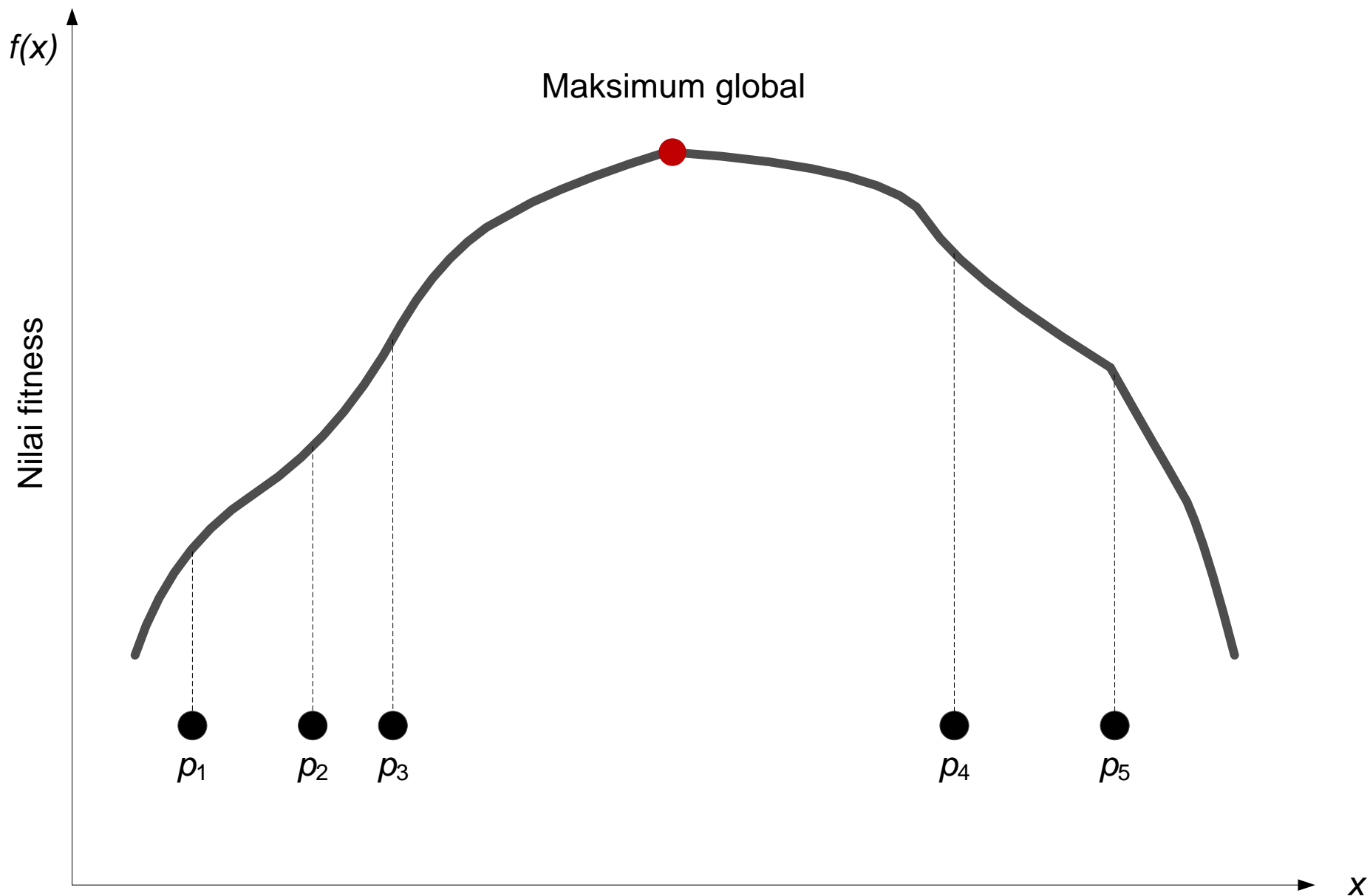
$f(x)$

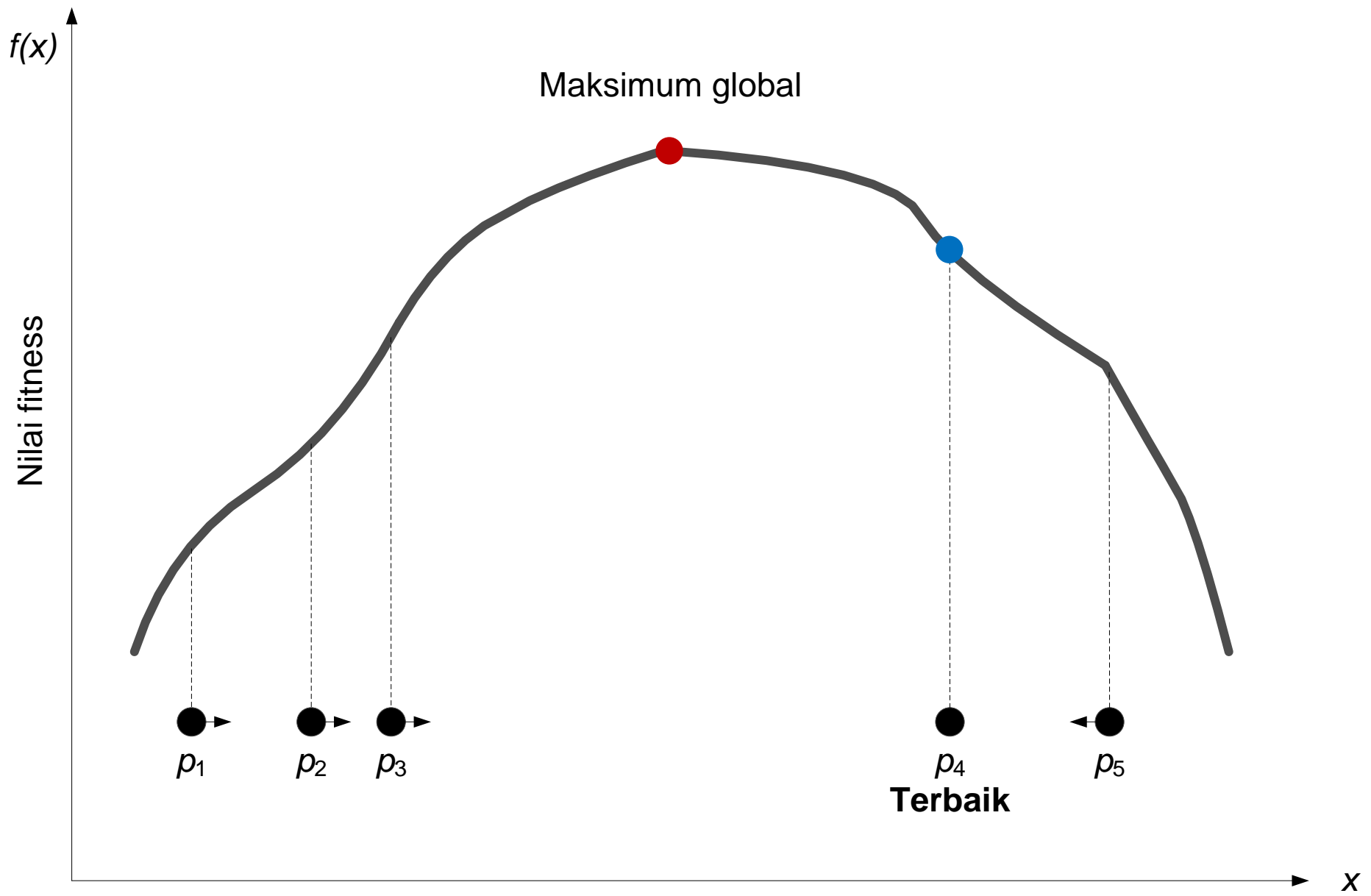
Nilai fitness

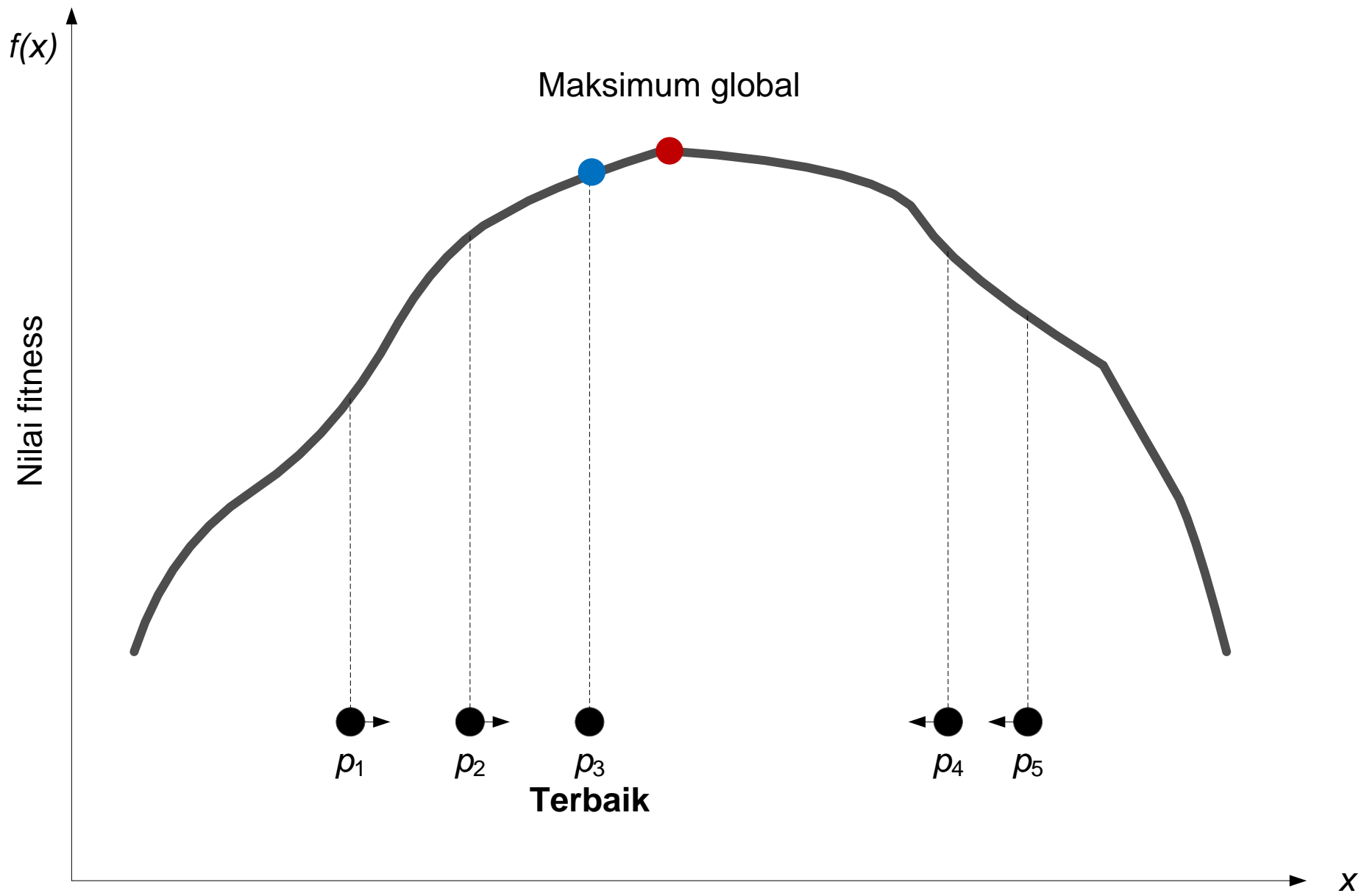
Maksimum global

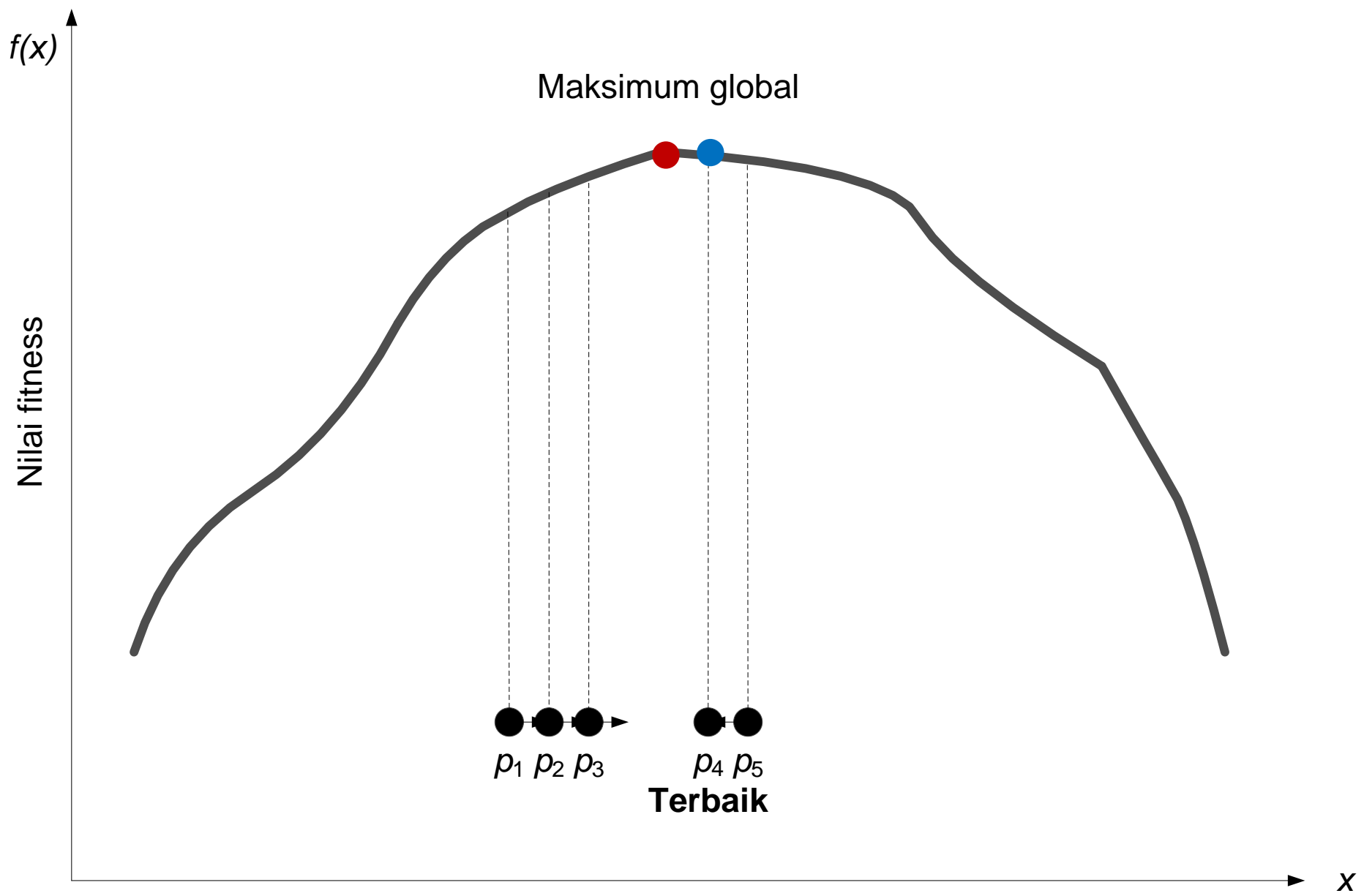
x

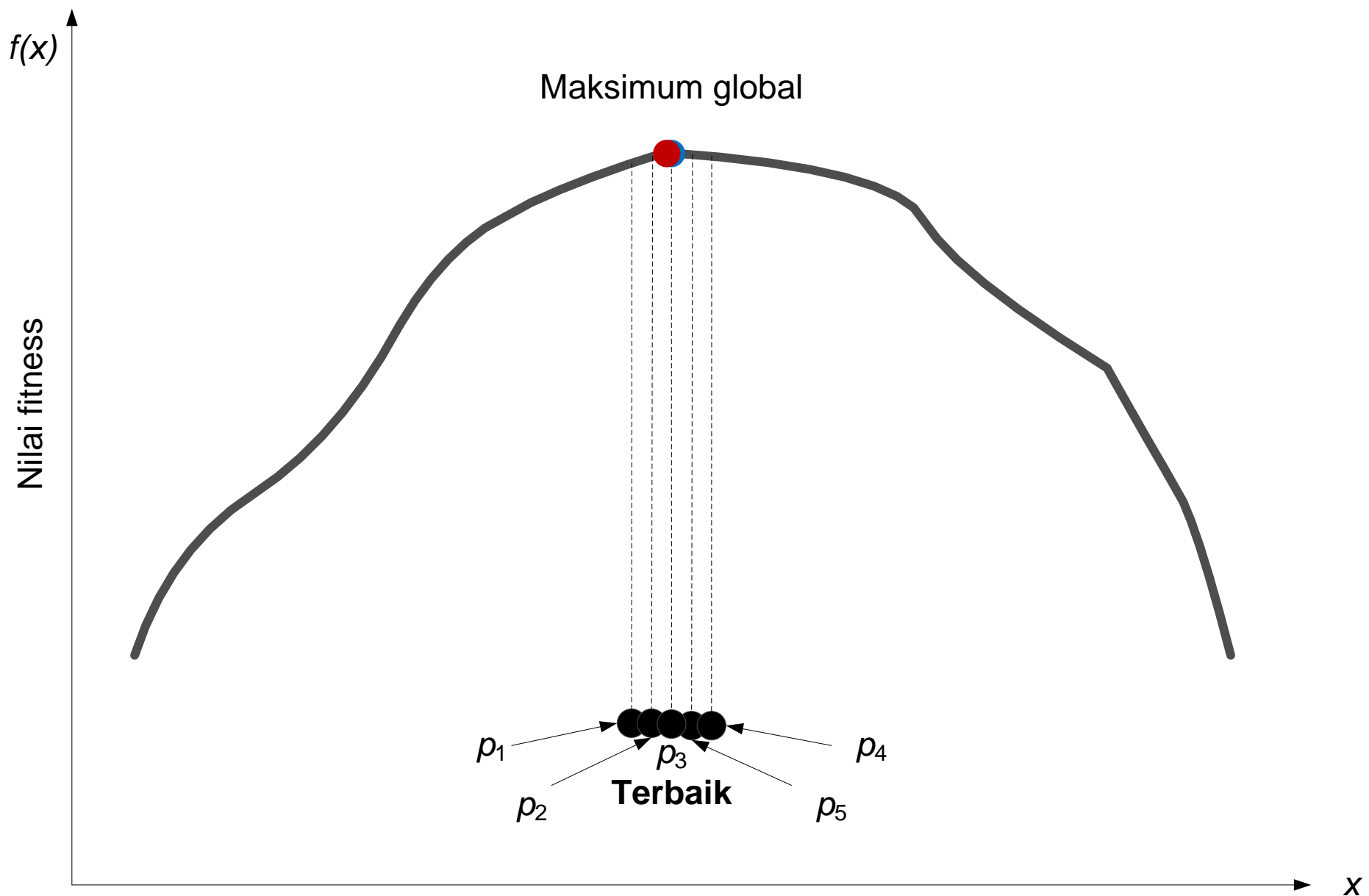


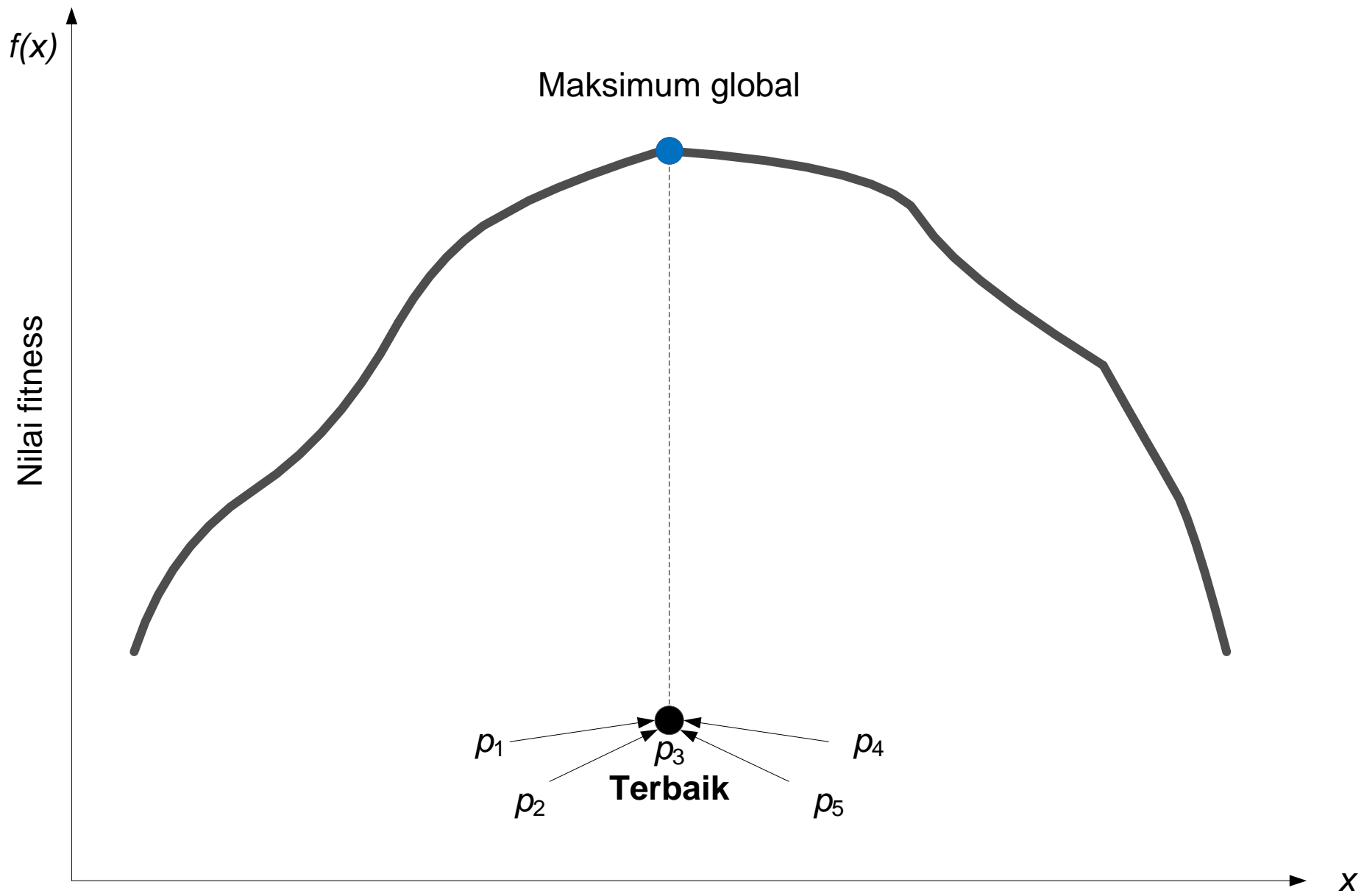


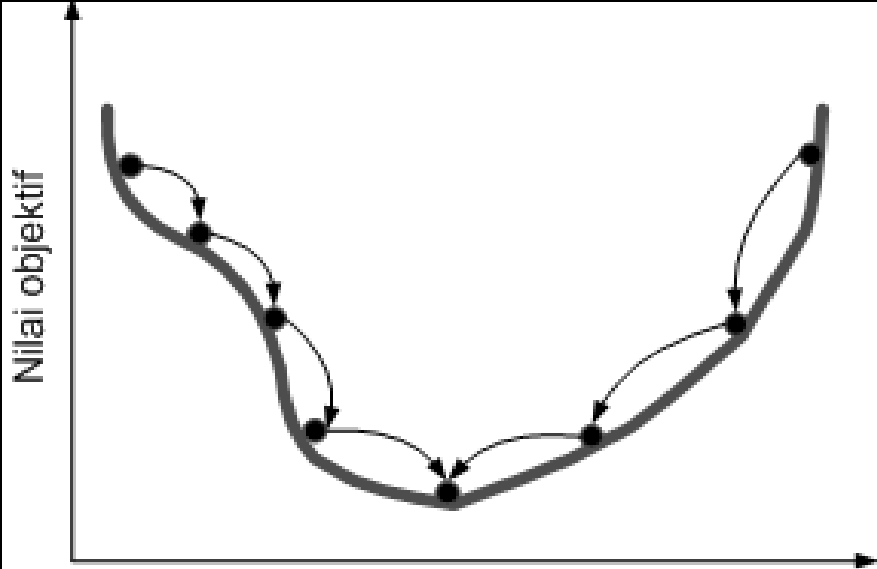




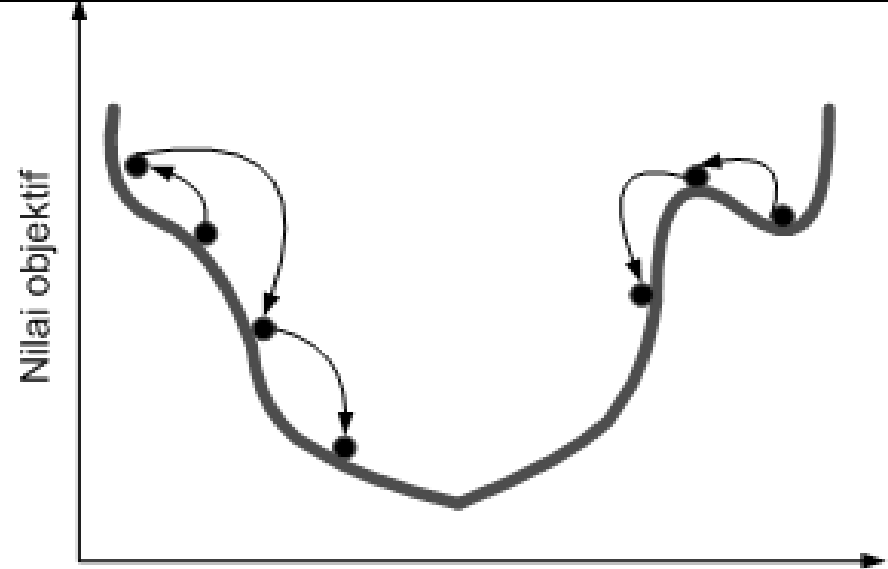




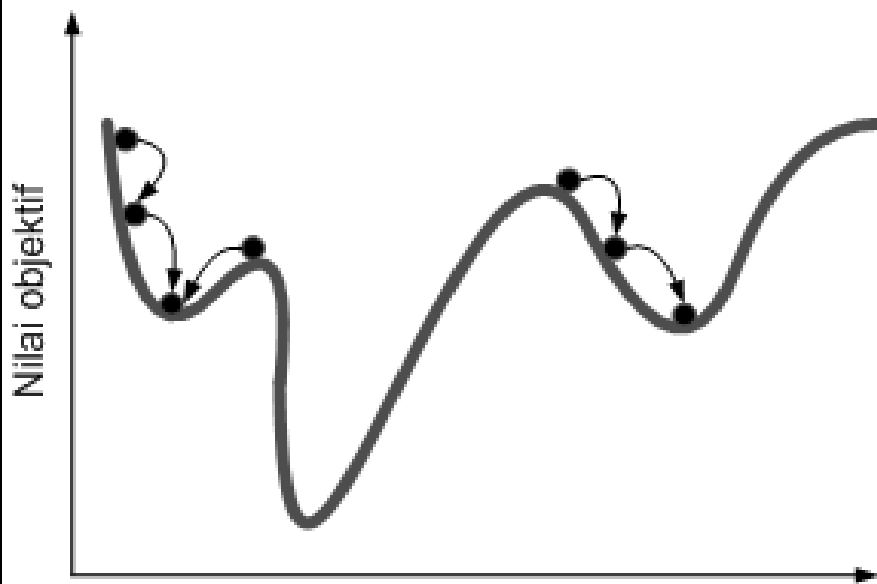




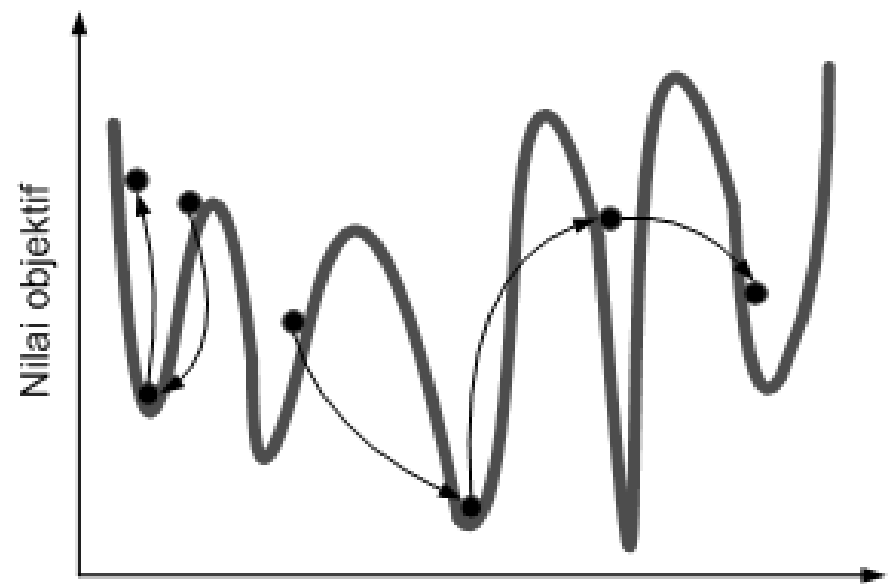
(a) *best case*



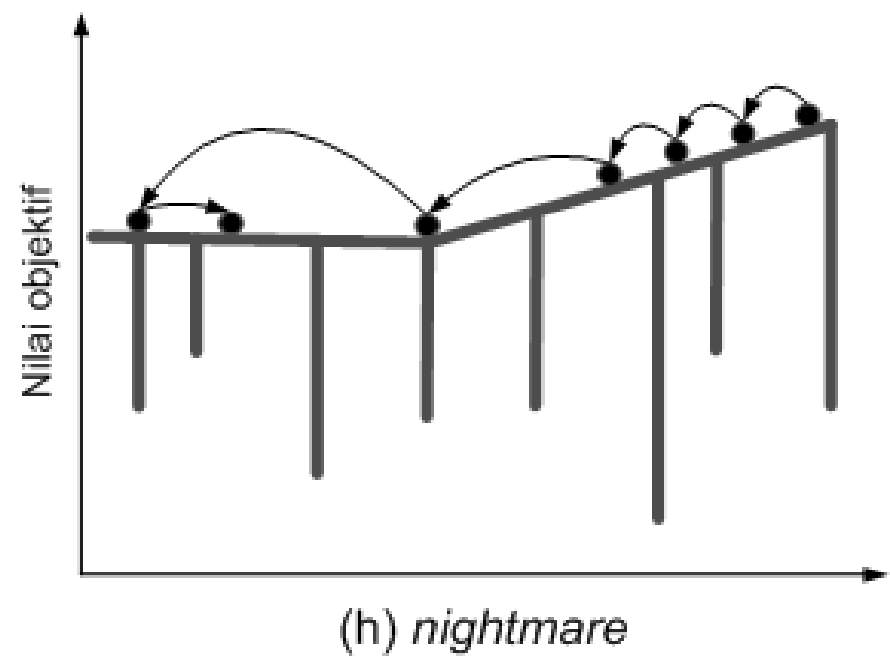
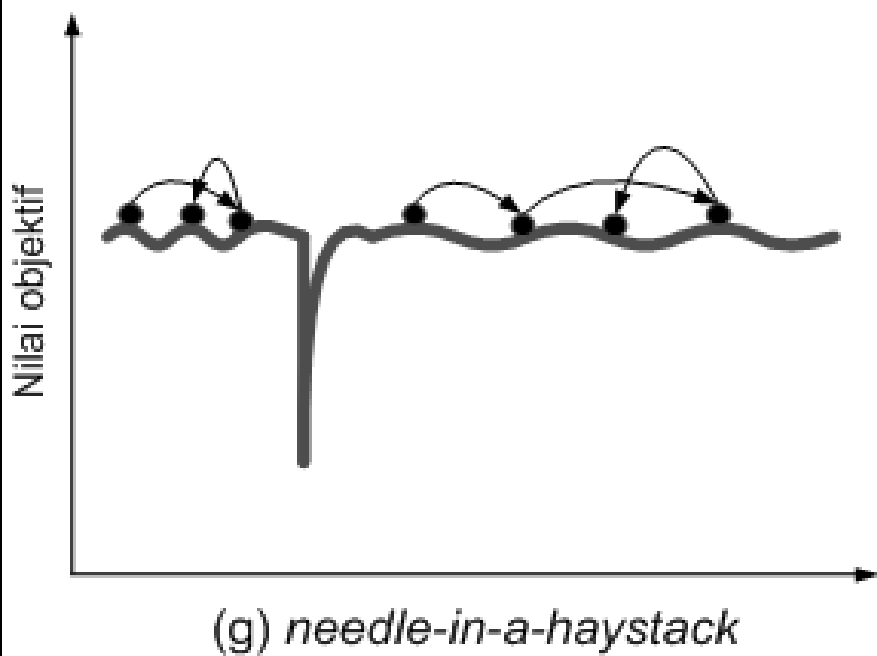
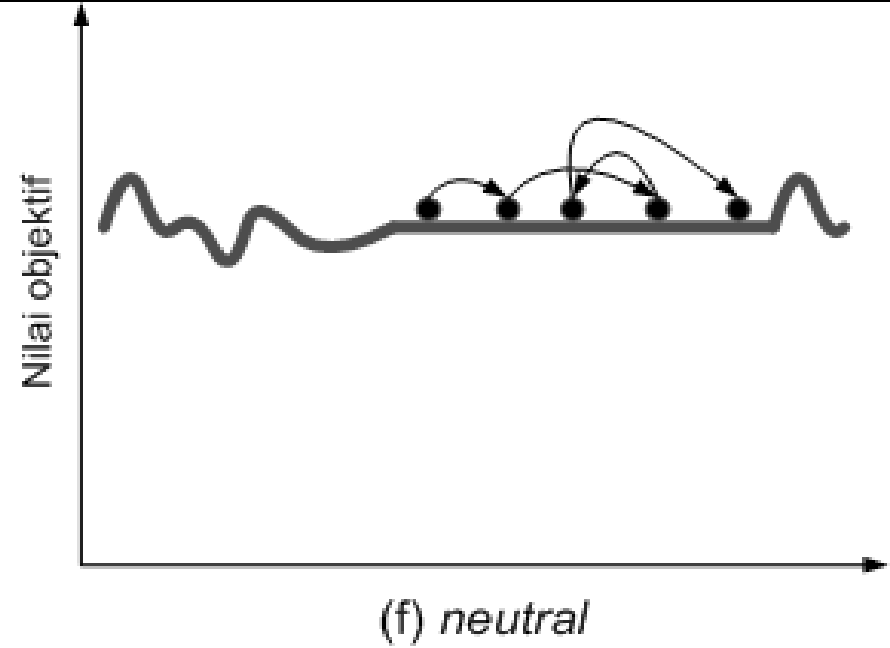
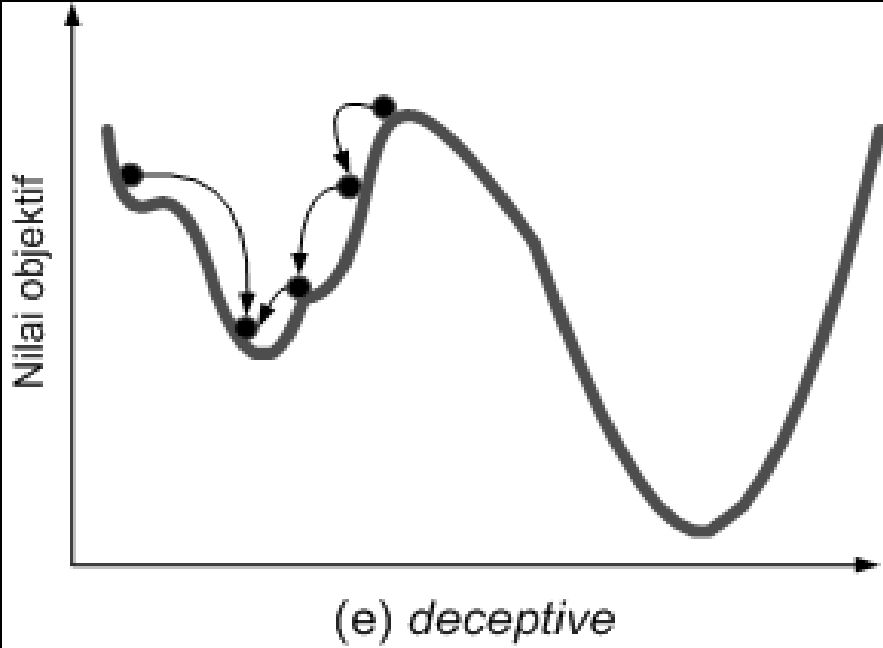
(b) *smooth*

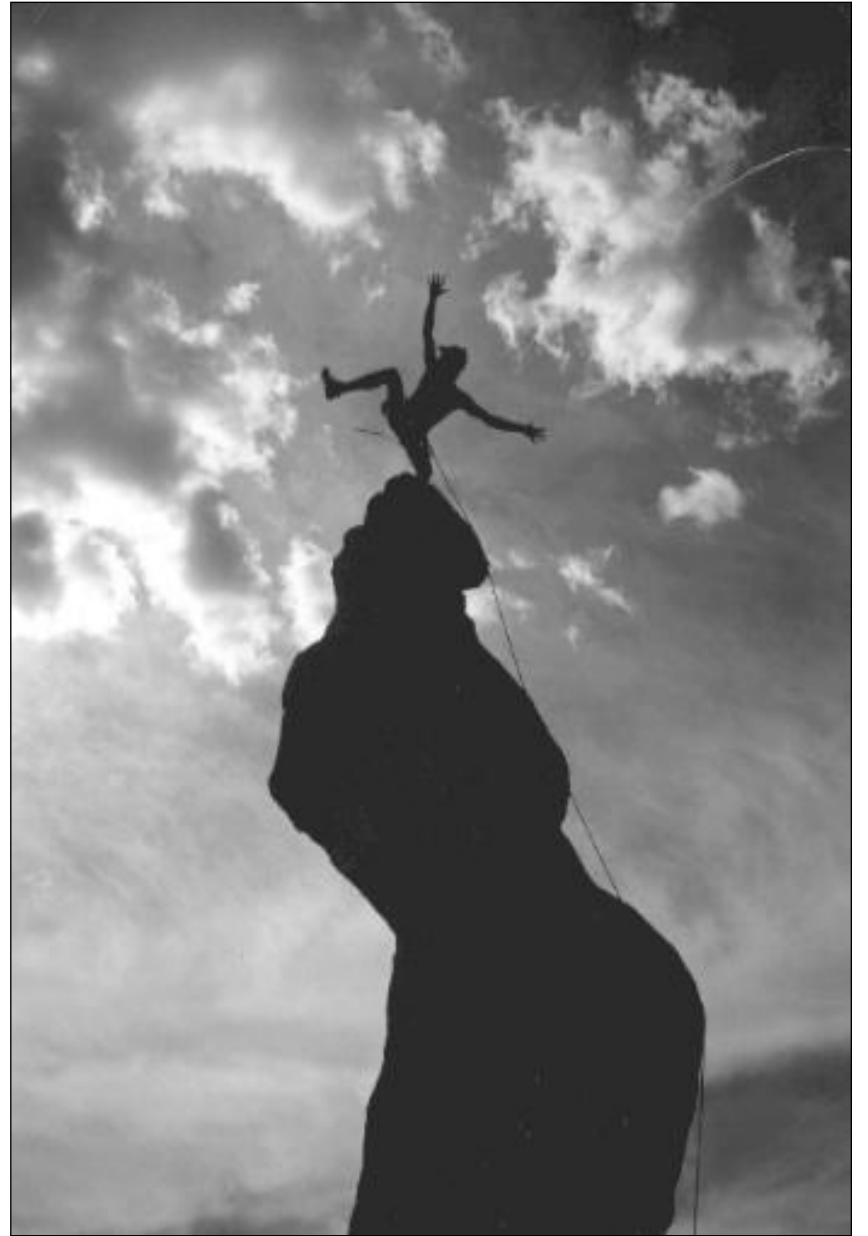


(c) *multimodal*



(d) *rugged*





Apa itu EC?

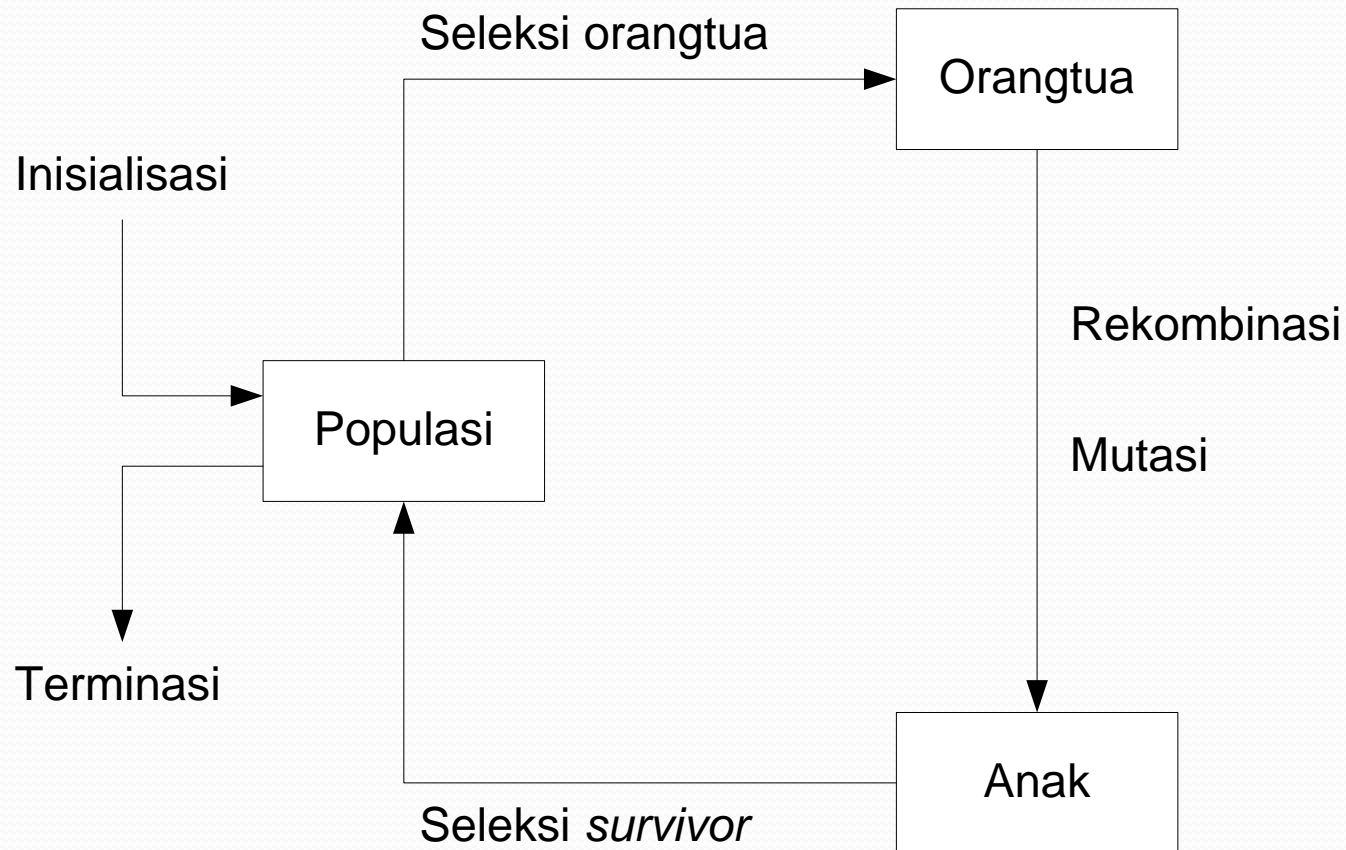
Evolutionary Computation is an abstraction from the theory of **biological evolution** that is used to create **optimization** procedures or methodologies, usually implemented on computers, that are used to solve problems“ [JULo7].

Apa itu EAs?

Evolutionary Algorithms are generic, **population-based meta-heuristic** optimization algorithms that use **biology-inspired** mechanisms like **mutation**, **crossover**, **natural selection** and **survival of the fittest**.

EAs = algoritma2 yang mengimplementasikan abstraksi **EC**

Skema umum EAs



TSP dengan 100 lokasi

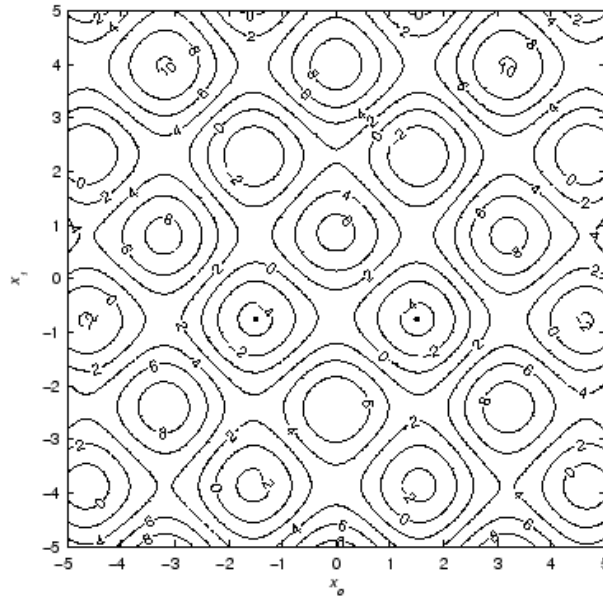
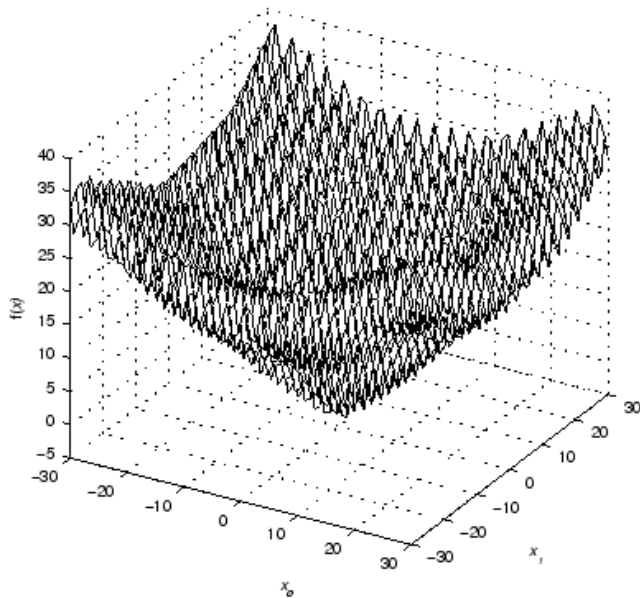
Seorang kurir punya waktu kerja: 8 jam

Kriteria	Manual (berpikir)	Software A (Dijkstra)	Software B (GA)
Waktu running	0	2 jam	10 menit
Rute yang dihasilkan	11 jam	7 jam	7 jam 20 menit
Total Waktu	11 jam (lembur 3 jam)	9 jam (lembur 1 jam)	7,5 jam (tidak lembur)

Yang termasuk EAs:

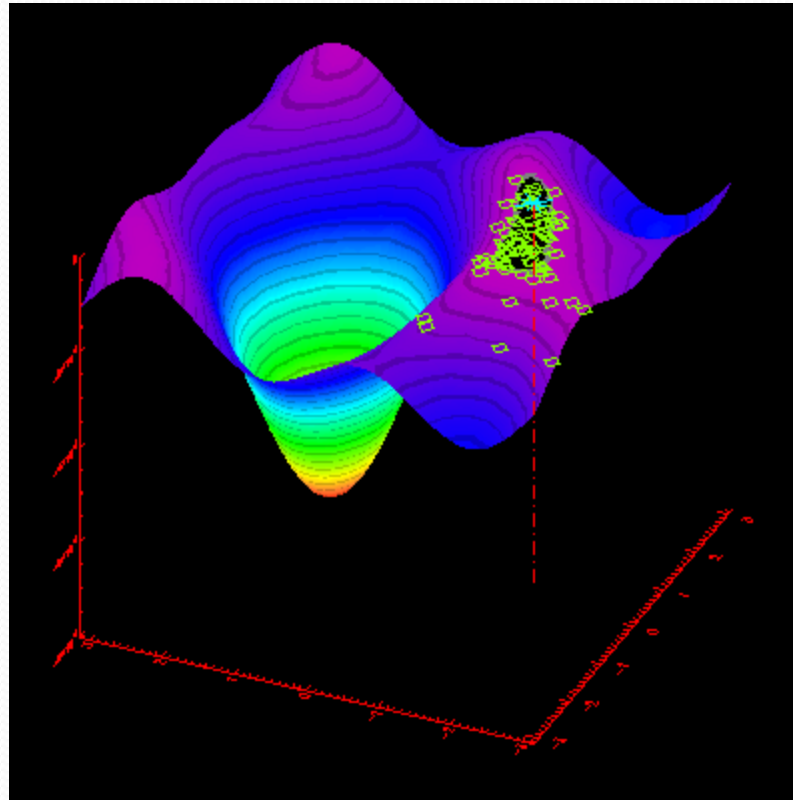
1. Genetic Algorithms (GA): binary strings
2. Evolution Strategies (ES): real-valued vectors
3. Evolutionary Programming (EP): finite state machines
4. Genetic Programming (GP): LISP trees
5. Differential Evolution (DE): Perkembangan dari ES
6. Grammatical Evolution (GE) ← Perkembangan GP

$$f(\vec{x}) = \sum_{i=0}^{D-1} \left(e^{-0,2} \sqrt{x_i^2 + x_{i+1}^2} + 3(\cos(2x_i) + \sin(2x_{i+1})) \right)$$

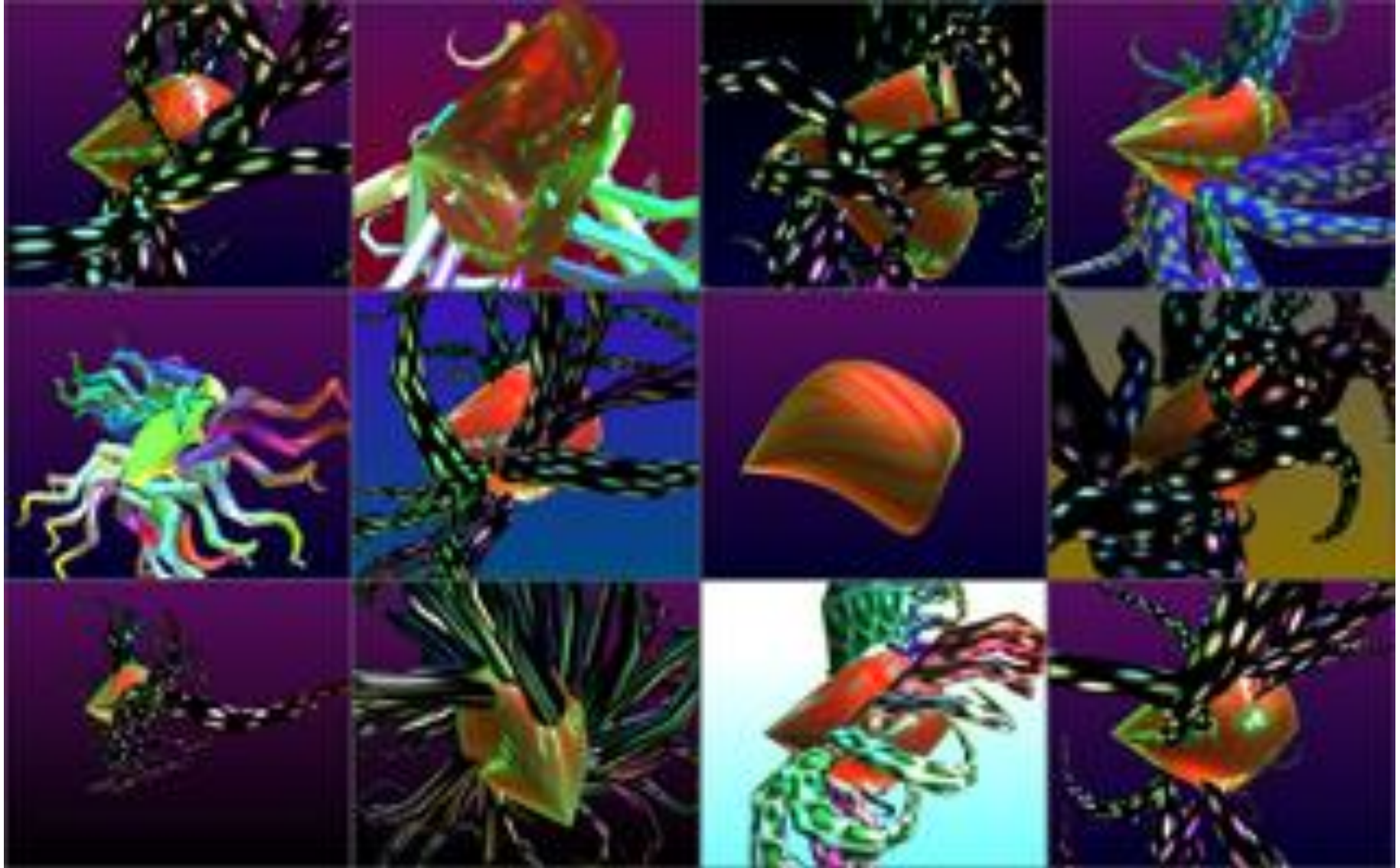


- Untuk presisi $10^{-9} \rightarrow$ Berapa bit?
- Bisa menggunakan kromosom Real?

ES: *Self Adaptation*



Galapagos, Karl Sims 1997



Aplikasi-aplikasi EC

- **Optimasi**

- Penjadwalan Proyek, Perkuliahan, rumah sakit, dsb.
- Pengepakan Barang
- Pemotongan Bahan
- Instalasi Jaringan Telekomunikasi
- Instalasi Pipa Air
- Dsb.

Aplikasi-aplikasi EC

- **Pemodelan**

- *Loan applicant creditibility*

Misalkan *British bank* yang membangun sistem untuk membuat model kredibilitas yang ber-evolusi untuk memprediksi tingkah laku nasabah-nasabah barunya dalam melakukan pembayaran hutang.

- **Prediksi penggunaan *bandwidth* jaringan**

Dengan menggunakan data-data pada masa lalu atau *historical data*, EC dapat digunakan untuk membangun model yang bisa memprediksi tingkah laku pelanggan menggunakan teknik *learning* (pembelajaran). Tentu saja data-data yang digunakan untuk proses learning harus representatif (menggambarkan kondisi berbagai macam kasus penggunaan *bandwidth* jaringan).

Aplikasi-aplikasi EC

- **Simulasi**

EC bisa digunakan untuk mensimulasikan perdagangan, ekonomi, kompetisi, dan sebagainya untuk melakukan kalibrasi model.

Dengan menggunakan model tersebut, kita bisa melakukan optimasi strategi dan pengambilan kebijakan. Salah satu contohnya adalah ***Evolving Artificial Societies***.

EC masa depan

- Permasalahan semakin kompleks dan besar
- Beberapa diantaranya adalah:
 - Keuangan dan ekonomi
 - Robotika
 - Bioinformatika
 - Masalah optimasi dengan banyak tujuan atau ***multi-objective optimization***.

EC masa depan

- Bagaimana menemukan *forecasting rules*
- Membangun *bargaining strategies*
- Pemodelan ekonomi

EC masa depan

- Penggunaan *artificial markets* berbasis EC juga membantu kita memahami konsep-konsep dasar bidang ekonomi, seperti rasionalitas dan hipotesis pasar yang efisien.
- Di masa depan, ukuran dan kompleksitas data-data keuangan dan ekonomi global bisa dipastikan akan sangat besar.
- Jika perkembangan teknologi komputer, prosesor dan memori, tidak cukup cepat dalam mengimbangi besar dan kompleksitasnya permasalahan, maka EC akan menjadi satu-satunya teknik komputasi masa depan untuk bidang ini.

EC masa depan

- Pada bidang robotika, EC diharapkan bisa berperan banyak pada *RoboCup*, yaitu suatu proyek internasional yang mendorong lahirnya berbagai bidang riset seperti robotika dan *artificial intelligence*.
- Salah satu yang menarik adalah proyek *RoboCup soccer*, yakni membangun tim robot sepak bola.
- Tujuan akhir dari *RoboCup soccer* adalah mengalahkan tim (manusia) juara piala dunia sepak bola pada tahun 2050.

EC masa depan

- Lingkungan *RoboCup soccer* memberikan banyak masalah yang sangat menantang, seperti pemrosesan informasi secara waktu nyata (*real-time information processing*), penanganan data berderau (*noisy data handling*), kerjasama antar robot dalam bermain bola, dan strategi untuk memenangkan permainan.
- EC diharapkan bisa digunakan untuk membangun sistem strategi tim yang ber-evolusi (*evolving soccer team strategies*). Suatu strategi tim dikodekan sebagai untaian bilangan bulat (*integer string*) yang merepresentasikan sekumpulan aturan aksi dari sepuluh pemain [TOMo7].

EC masa depan

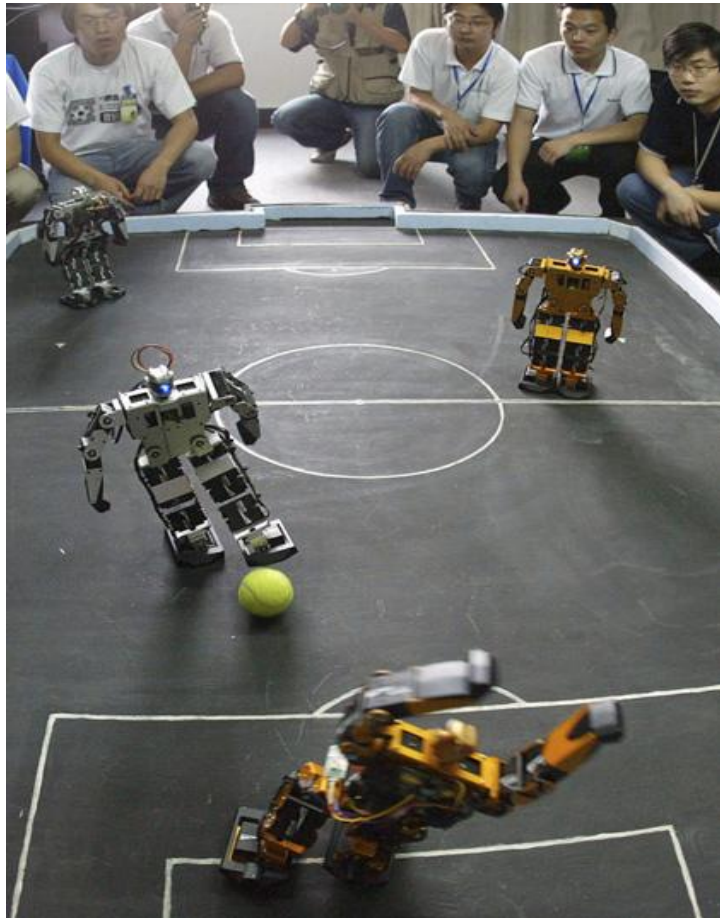
- EC digunakan untuk mencari sekumpulan aturan aksi yang optimal.
- Kalau kita bayangkan permainan sepak bola, jumlah strategi yang mungkin digunakan oleh masing-masing tim tentu saja sangat banyak atau bahkan tak terhingga. Selain itu, suatu tim bisa mengubah strategi setiap saat sehingga masalah ini bersifat *real-time*.
- Masalah dengan karakteristik tersebut tentu saja sangat sesuai untuk EC.

GP for Robot Soccer



WC-2050 is ours !!!





Kesimpulan

- EAs sangat powerful meski berpijak pada dua teori yang sangat lemah “Evolusi” & “Genetika”.
- Begitu berhasil membangun **kromosom** dan **fitness**, kita bisa menyelesaikan suatu masalah tanpa harus memikirkan analisa matematis dan algoritmanya
- Berbagai variasi EAs terus dikembangkan
- Beragam teknik pembangunan operator “evolusi” juga terus dikembangkan: representasi individu, seleksi orangtua, rekombinasi, mutasi, dan seleksi survivor.

Daftar Pustaka

- [EIBo3] Eiben, A.E. and Smith, J.E., 2003, “Introduction to Evolutionary Computing”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [ADNo7] Adnan Oktar, 2007, "Mekanisme Khayalan Teori Evolusi", www.evolutiondeceit.com/indonesian/keruntuhan3.php
- [JULo7] Julie Leung, Keith Kern, Jeremy Dawson, 2007, “Genetic Algorithms and Evolution Strategies“, presentation slides.
- [SUYo8] Suyanto, 2008, Evolutionary Computation: Komputasi Berbasis “Evolusi” dan “Genetika”, penerbit Informatika Bandung.
- [TOMo7] Tomoharu Nakashima, 2007, “Evolving Soccer Teams for RoboCup Simulation”, IEEE Congress on *Evolutionary Computation*, Singapore 25 – 28 September 2007.