

Kecerdasan Buatan

Algoritma Genetika

Oleh Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
2021



Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Departemen Teknik Informatika dan Komputer

Konten

- Algoritma Genetika
- Siklus Algoritma Genetika
- Membangkitkan Populasi Awal
- Fungsi Fitness
- Seleksi
- Crossover
- Mutasi

Tujuan Instruksi Umum

Mahasiswa memahami filosofi Kecerdasan Buatan dan mampu menerapkan beberapa metode Kecerdasan Komputasional dalam menyelesaikan sebuah permasalahan, baik secara individu maupun berkelompok/kerjasama tim.

Tujuan Instruksi Khusus

- Mengetahui konsep Algoritma Genetika
- Mengetahui proses dalam Algoritma Genetika
- Mengetahui penerapan Algoritma Genetika

Algoritma Genetika

- Developed: USA in the 1970's
 - Early names: J. Holland, K. DeJong, D. Goldberg
- Typically applied to:
 - discrete optimization
- Attributed features:
 - not too fast
 - good heuristic for combinatorial problems
- GAs are a subset of a much larger branch of computation known as **Evolutionary Computation**.
- Special Features:
 - Traditionally emphasized combining information from good parents (crossover)
 - many variants, e.g., reproduction models, operators

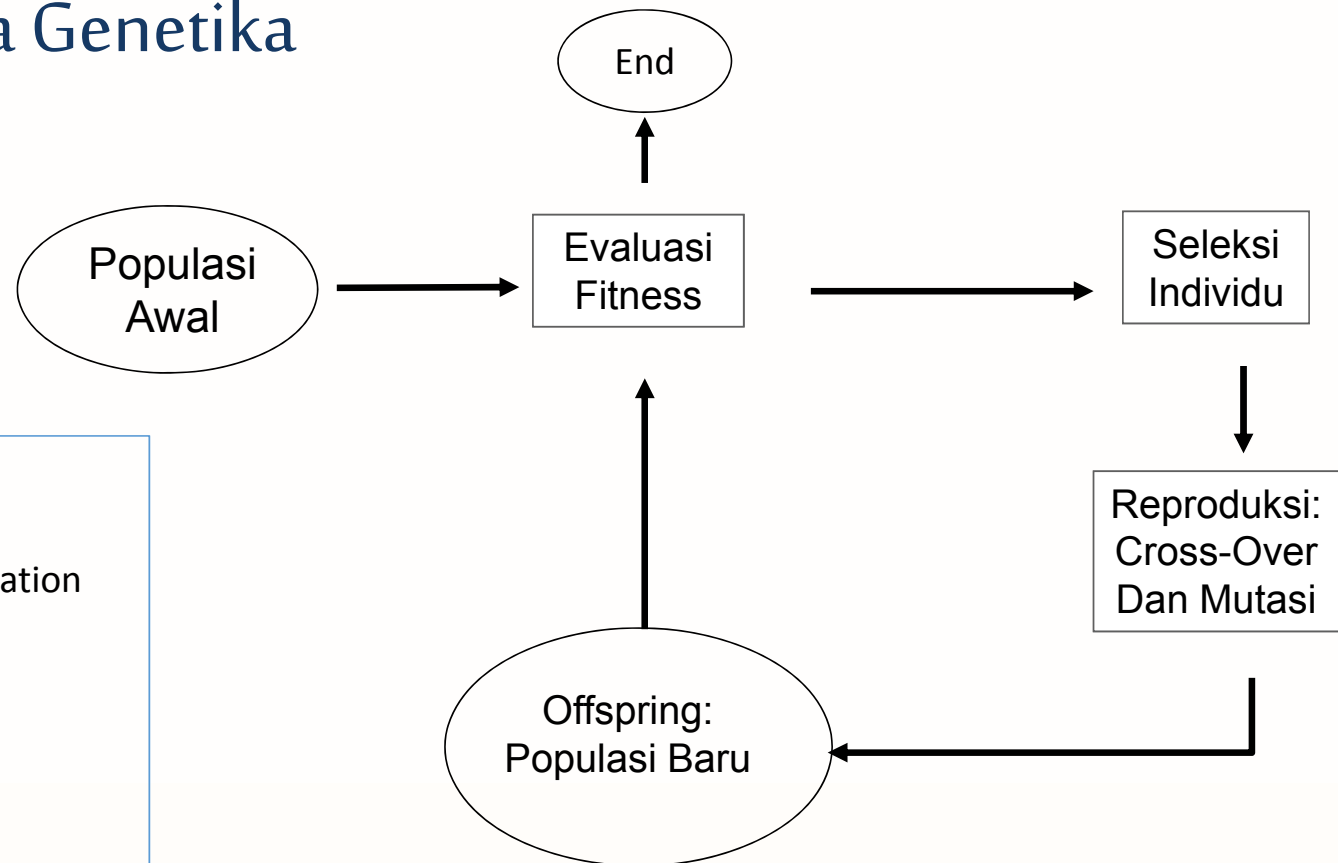


Algoritma Genetika

- Algoritma Genetika adalah sebuah teknik **search-based optimization** berdasarkan konsep **proses seleksi alamiah** (yang dikenal dengan proses evolusi Darwin) dan genetika.
- Optimization is the process of **making something better**.
- Dalam proses evolusi, individu secara terus-menerus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungan hidupnya. “**Hanya individu-individu yang kuat yang mampu bertahan**”.
- Proses seleksi alamiah ini melibatkan perubahan gen yang terjadi pada individu melalui proses perkembangbiakan. Dalam algoritma genetika, proses perkembangbiakan ini menjadi proses dasar yang menjadi perhatian utama, dengan dasar berpikir: “**Bagaimana mendapatkan keturunan yang lebih baik**”.



Siklus Algoritma Genetika



Pseudocode

START

Generate the initial population

Compute fitness

REPEAT

Selection

Crossover

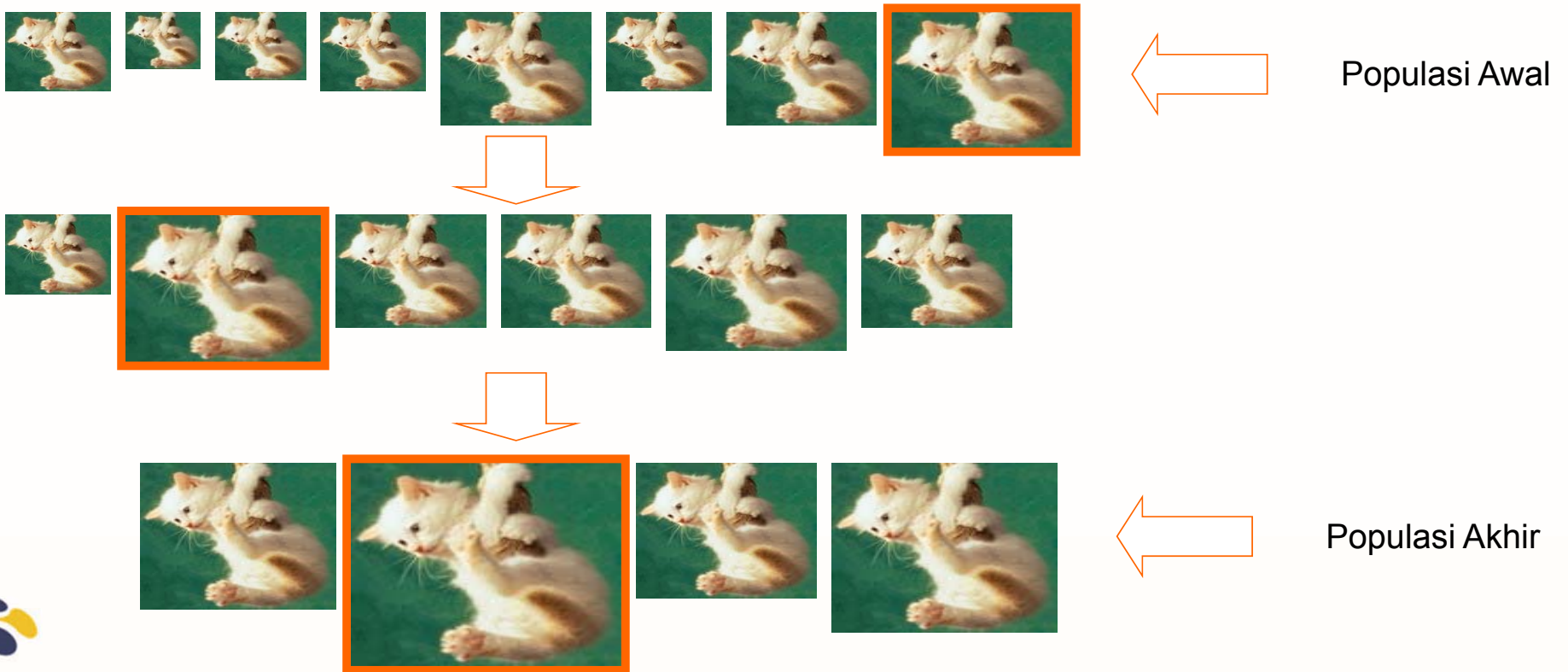
Mutation

Compute fitness

UNTIL population has converged

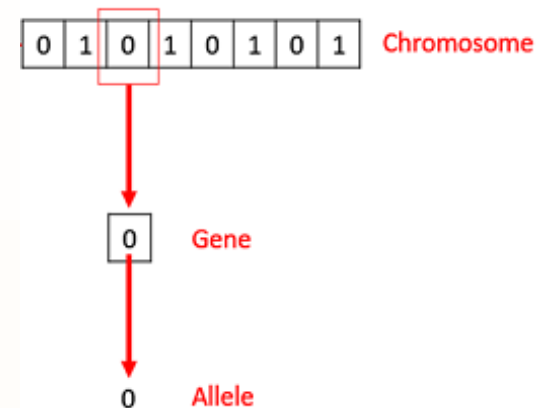
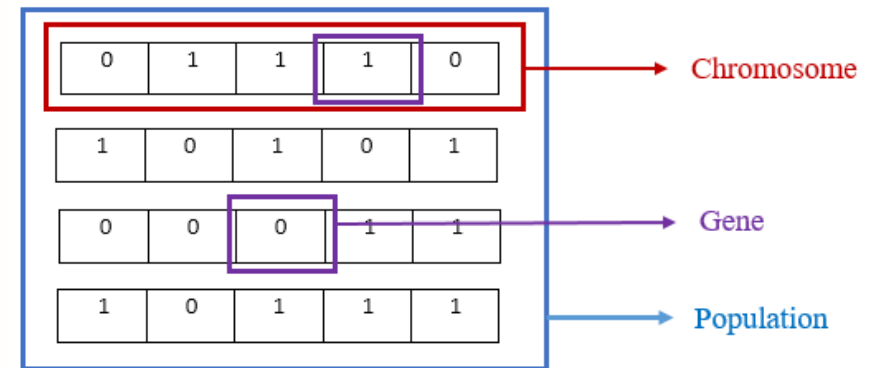
STOP

Proses Algoritma Genetika



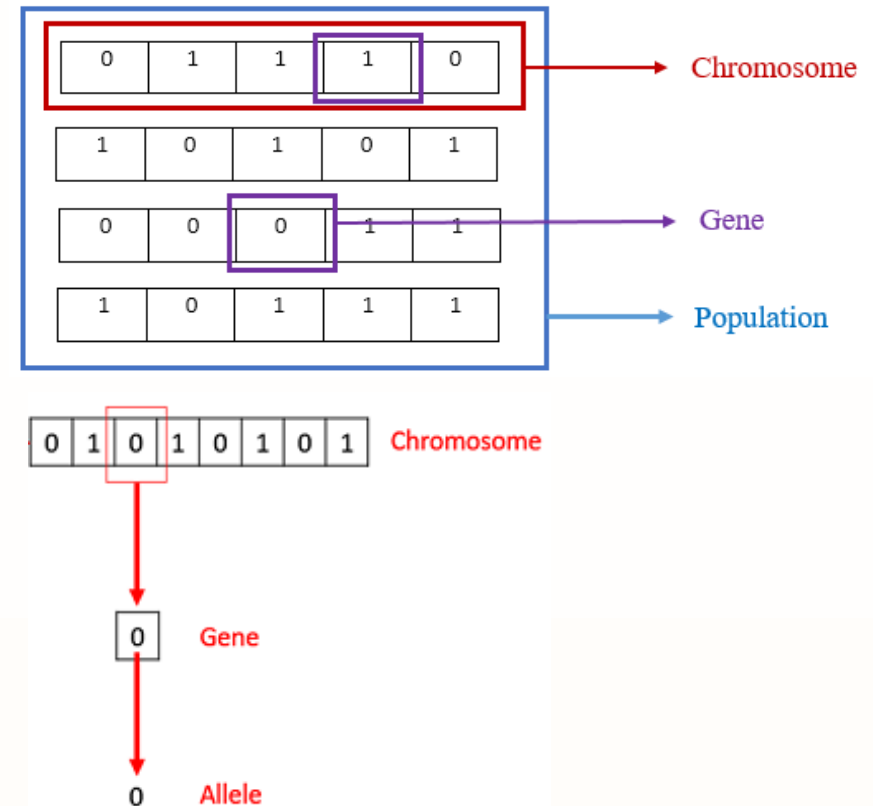
Terminologi Penting Dalam Algoritma Genetika

- **Genotype** (Gen), sebuah variabel yang membentuk suatu kromosom.
 - ✓ Dalam algoritma genetika, gen ini bisa berupa nilai biner, float, integer maupun karakter, atau kombinatorial.
- **Allele**, nilai dari gen.
- **Kromosom**, gabungan gen-gen yang membentuk arti tertentu.
 - ✓ Kromosom adalah salah satu solusi untuk masalah yang diberikan.
 - ✓ Algoritma genetika merepresentasikan suatu solusi permasalahan sebagai kromosom.
- **Individu**, adalah kumpulan gen, bisa dikatakan sama dengan kromosom. Individu menyatakan salah satu kemungkinan solusi dari suatu permasalahan.



Terminologi Penting Dalam Algoritma Genetika

- **Populasi**, merupakan sekumpulan individu yang akan diproses bersama-sama dalam satu siklus proses evolusi.
- **Generasi**, menyatakan satu satuan siklus proses evolusi.
- **Nilai Fitness**, menyatakan seberapa baik nilai dari suatu individu atau solusi yang didapatkan. Nilai inilah yang dijadikan acuan untuk mencapai nilai optimal.



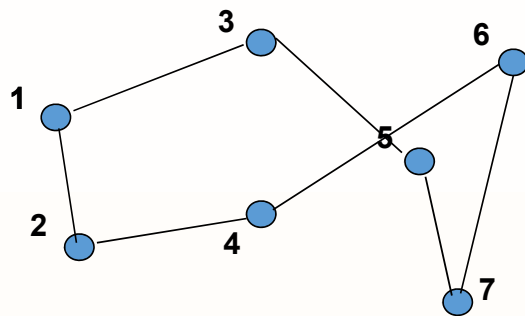
Hal-Hal Yang Harus Dilakukan Dalam Menggunakan Algoritma Genetika

- **Mendefinisikan individu (kromosom)**, individu menyatakan salah satu solusi (penyelesaian) yang mungkin dari permasalahan yang diangkat.
- **Mendefinisikan nilai fitness**, yang merupakan ukuran baik-tidaknya sebuah individu atau baik-tidaknya solusi yang didapatkan.
- Menentukan proses **pembangkitan populasi awal**. Hal ini biasanya dilakukan dengan menggunakan pembangkitan acak seperti *random-walk*.
- Menentukan proses **seleksi** yang akan digunakan.
- Menentukan proses **perkawinan silang (cross-over)** dan **mutasi gen** yang akan digunakan.

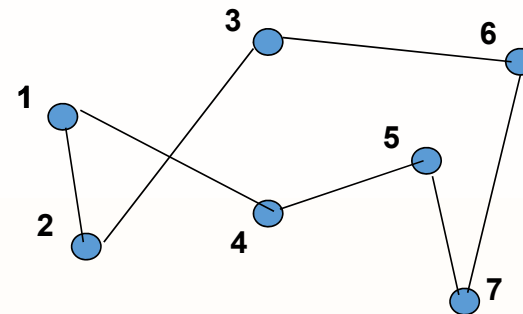


Pengertian Individu

- Individu bisa dikatakan sama dengan kromosom, yang merupakan kumpulan gen. Gen ini bisa biner, float, dan kombinatorial.
- Individu menyatakan salah satu solusi yang mungkin. Misalkan dalam TSP individu menyatakan jalur yang ditempuh, dalam penentuan nilai maksimal dari $F(x,y)$ individu menyatakan nilai (x,y) .



Individu : 1 3 5 7 6 4 2

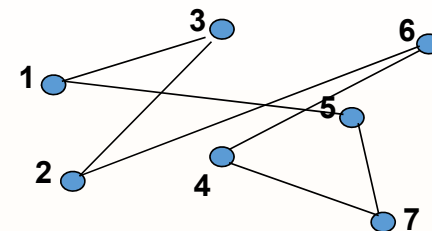
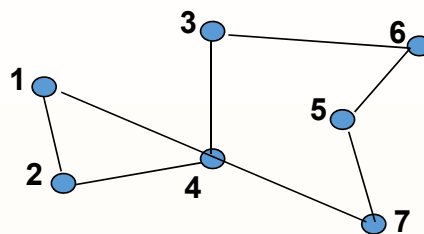


Individu : 1 2 3 6 7 5 4

Membangkitkan Populasi Awal

- Membangkitkan populasi awal adalah proses membangkitkan sejumlah individu secara acak atau melalui prosedur tertentu.
- Populasi ini sendiri terdiri atas sejumlah kromosom yang mempresentasikan solusi yang diinginkan.
- Dalam TSP, populasi menyatakan sejumlah solusi (jalur) yang dicari secara acak. Misalkan dalam populasi terdapat 5 individu, maka contoh populasi awal TSP dengan 7 kota adalah sebagai berikut:

1	2	4	3	6	5	7
5	7	4	6	2	3	1
7	2	6	4	5	1	3
4	6	5	7	3	2	1
3	6	2	5	4	1	2



Evaluasi: Fungsi Fitness

- Proses untuk mengevaluasi setiap populasi dengan menghitung nilai fitness setiap kromosom.
- Fungsi fitness adalah fungsi yang menyatakan baik tidaknya suatu solusi (individu).
- Fungsi fitness diturunkan dari objective function.
- Fungsi fitness akan menghasilkan nilai fitness untuk tiap individu.
- Nilai fitness ini dijadikan acuan dalam mencapai nilai optimal dalam algoritma genetika.
- Probabilitas sebuah individu akan dipilih untuk reproduksi didasarkan pada nilai fitnessnya.
- Algoritma genetika bertujuan mencari individu dengan nilai fitness yang paling tinggi.
- Dalam TSP, karena TSP bertujuan meminimalkan jarak, maka nilai fitnessnya adalah inversi dari jarak.



Seleksi

- Seleksi dilakukan untuk mendapatkan calon induk yang baik. “Induk yang baik akan menghasilkan keturunan yang baik”.
- Dua pasang individu (parents) dipilih berdasarkan nilai fitness nya.
- Semakin tinggi nilai fitness suatu individu semakin besar kemungkinannya untuk terpilih dalam reproduksi berikutnya.
- Seleksi dapat dilakukan dengan menggunakan dua macam teknik, yaitu mesin roulette, dan turnamen.

$$FP = \frac{F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}$$

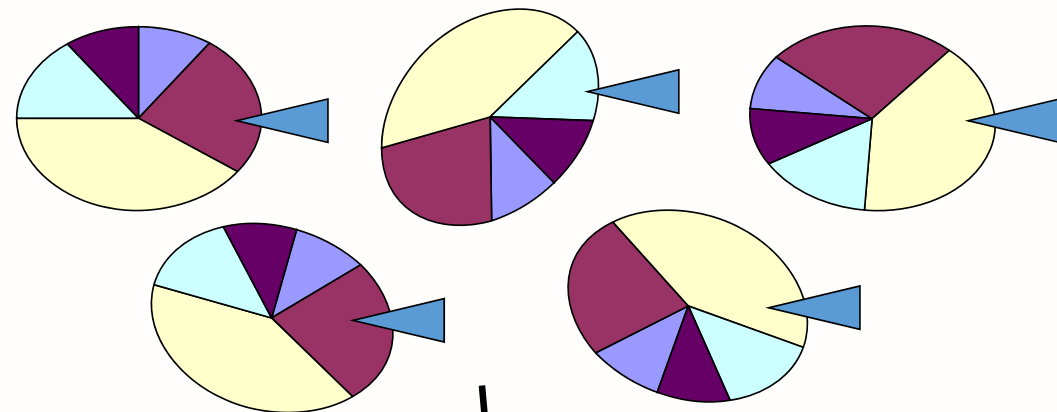
FP = fitness probability of i^{th} chromosome,
 F_i = fitness value of i^{th} chromosome

Individu 1: fitness = 20 = 10 %
 Individu 2: fitness = 50 = 25 %
 Individu 3: fitness = 80 = 40 %
 Individu 4: fitness = 30 = 15%
 Individu 5: fitness = 20 = 10%

Individu 1: jatah bil 1-10
 Individu 2: jatah bil 11-35
 Individu 3: jatah bil 36-75
 Individu 4: jatah bil 76-90
 Individu 5: jatah bil 91-100

Seleksi Dengan Mesin Roulette

Bangkitkan bil random sebanyak #individu

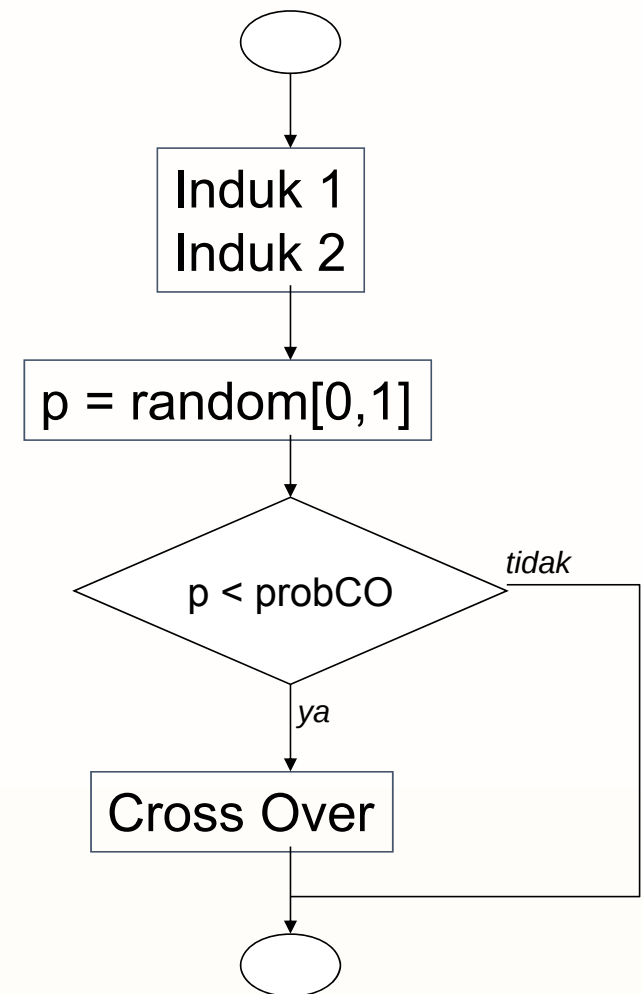
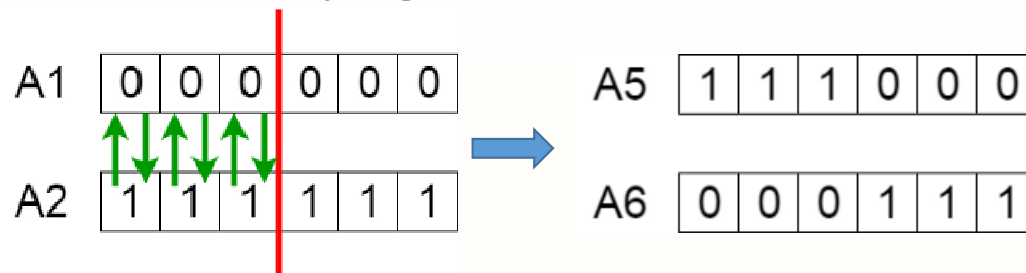


Individu terpilih

24 : Individu 2
 82 : Individu 4
 59 : Individu 3
 34 : Individu 2
 46 : Individu 3

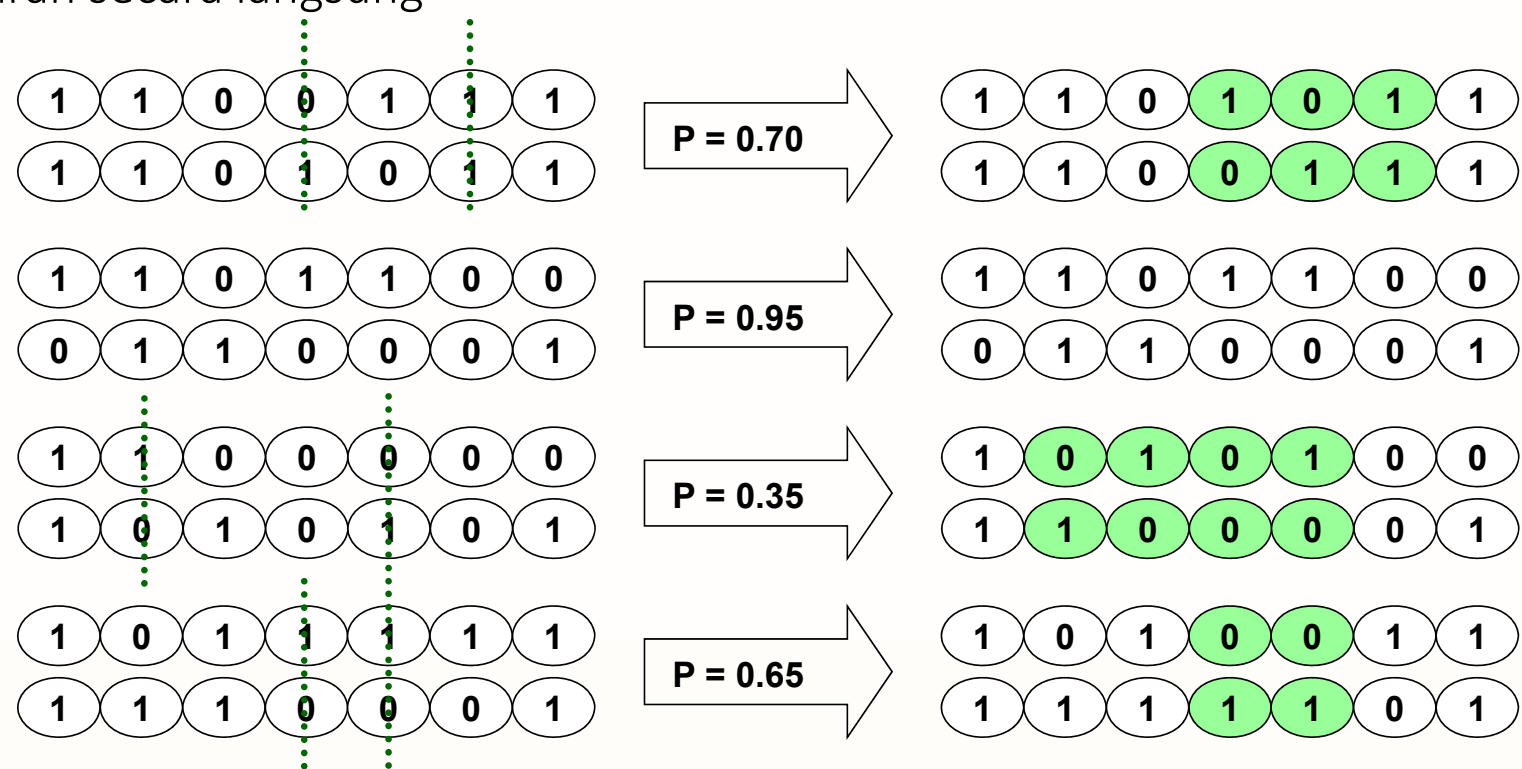
Cross Over

- Cross Over (Pindah Silang) merupakan salah satu operator dalam algoritma genetika yang melibatkan dua induk untuk menghasilkan keturunan yang baru (**offspring**).
- Cross over dilakukan dengan melakukan pertukaran gen dari dua induk secara acak.
- Macam-macam Cross-Over yang banyak digunakan antara lain: pertukaran gen secara langsung dan pertukaran gen secara aritmatika.
- Proses cross over dilakukan pada setiap individu dengan probabilitas cross-over yang ditentukan.



Cross Over

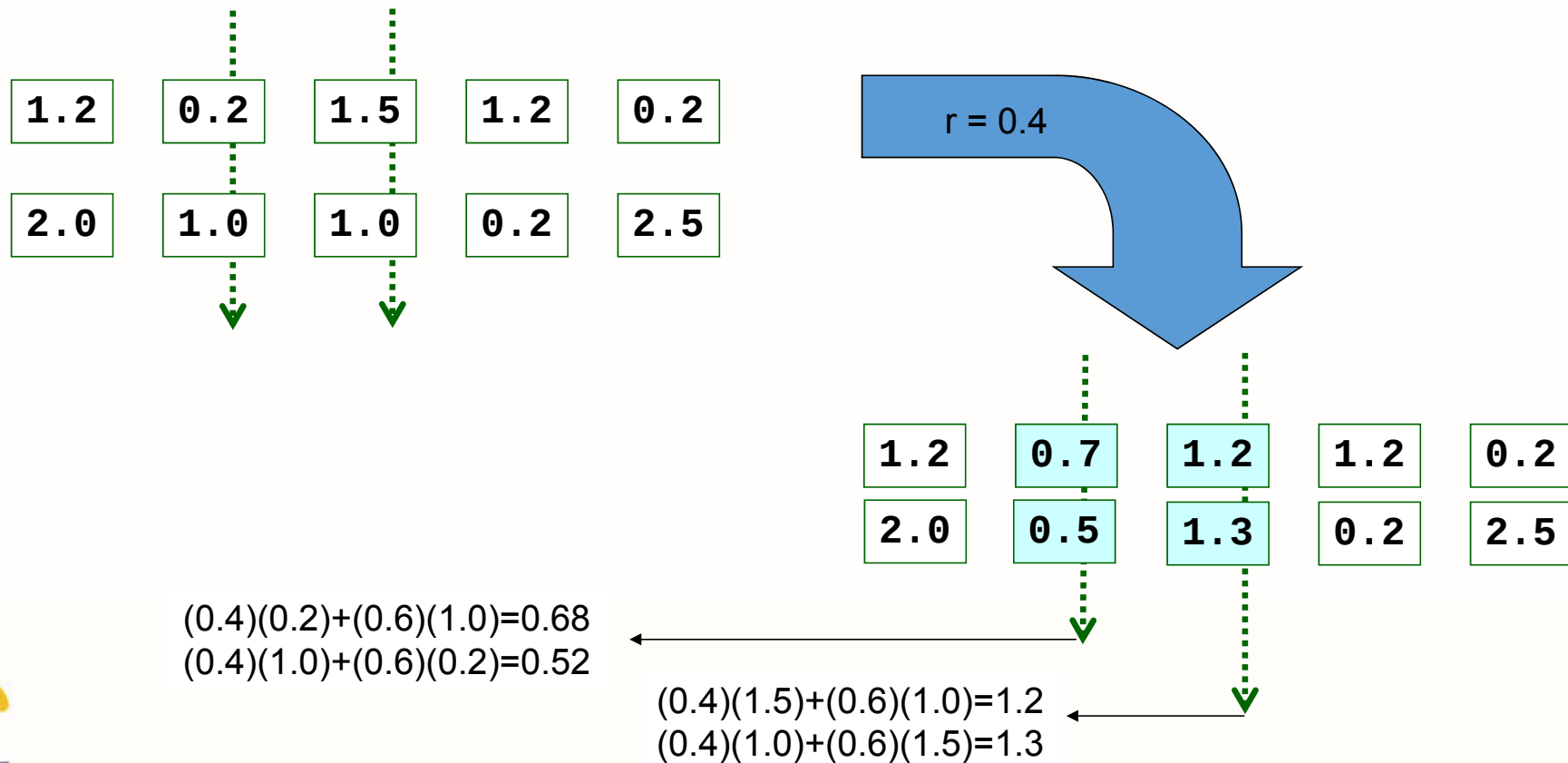
Pertukaran secara langsung

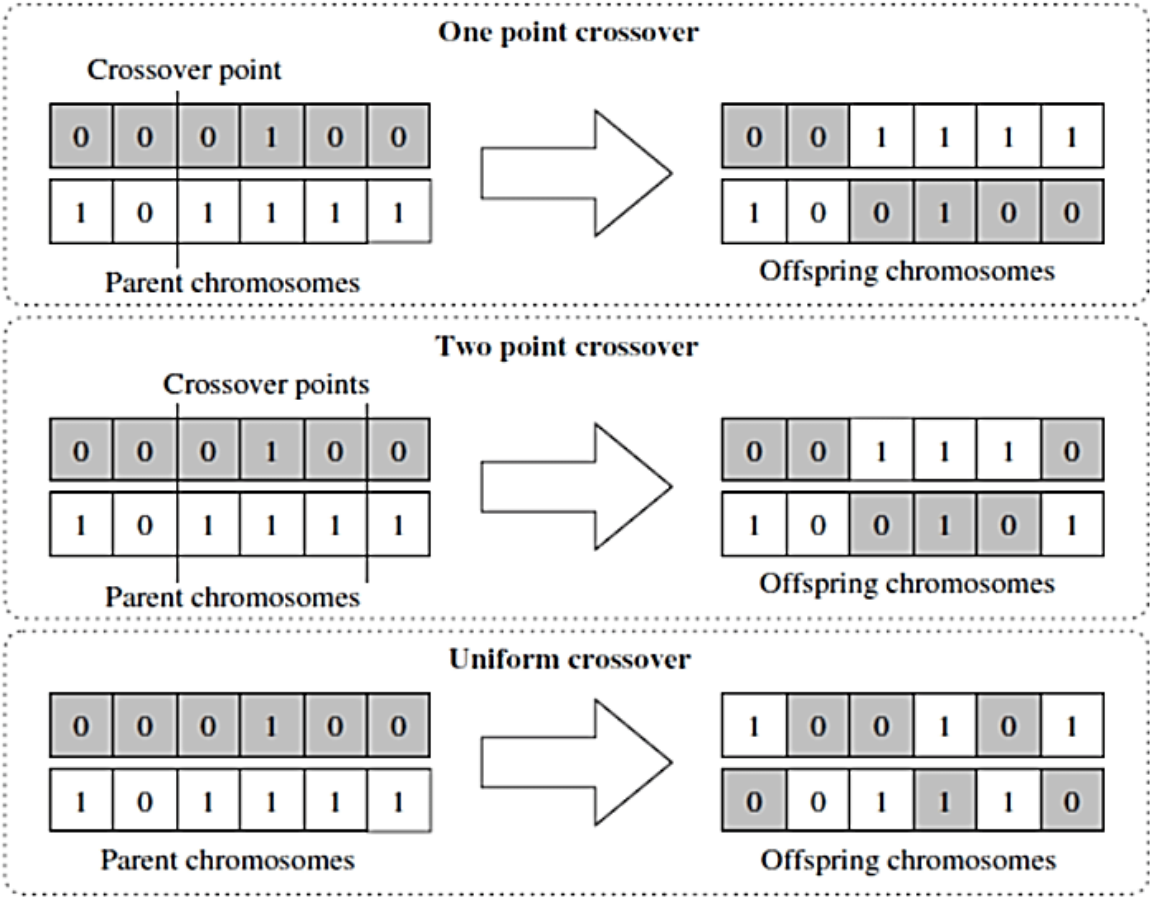


Ditentukan probabilitas Cross-Over = 0.9



Cross Over: Pertukaran Secara Aritmatika



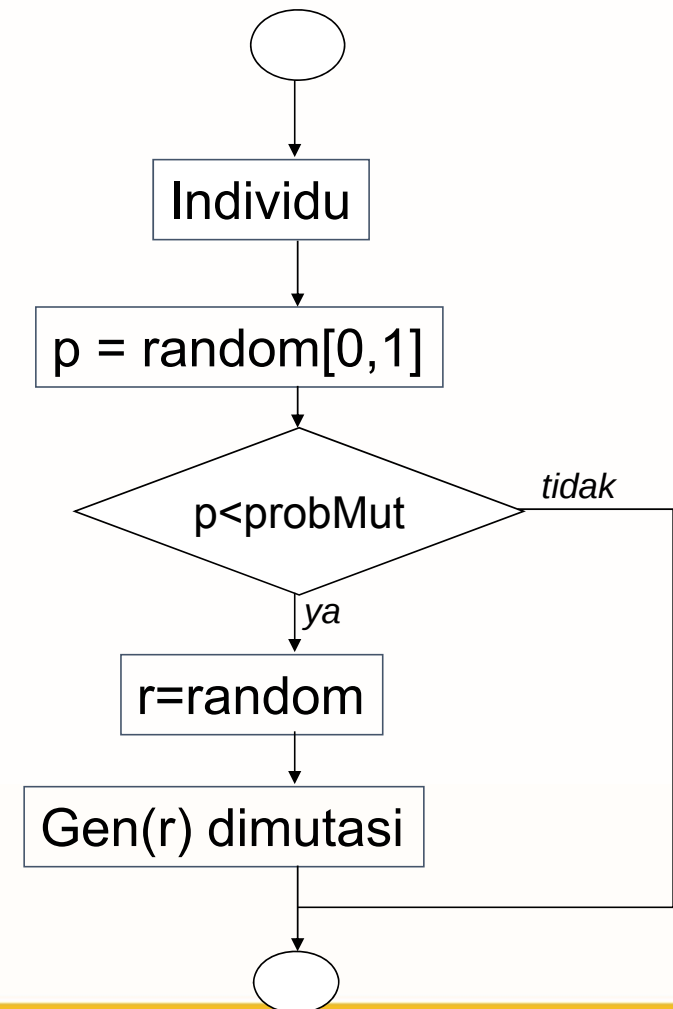


Mutasi Gen

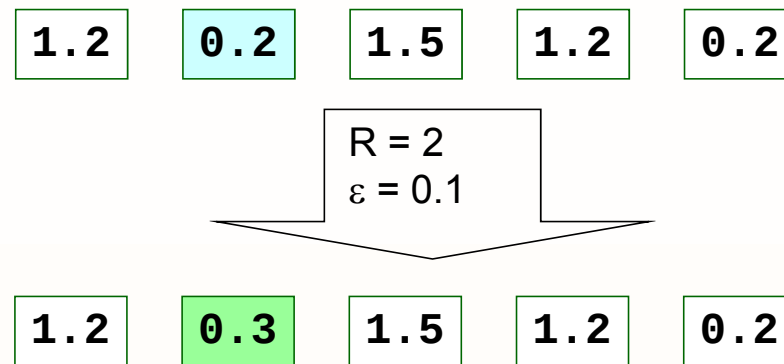
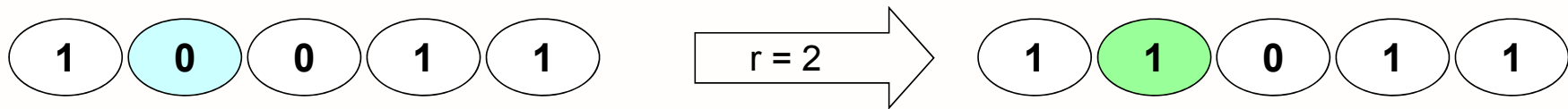
- Mutasi Gen merupakan operator yang menukar nilai gen dengan nilai inversinya, misalnya gennya bernilai 0 menjadi 1.
- Setiap individu mengalami mutasi gen dengan probabilitas mutasi yang ditentukan.
- Mutasi dilakukan dengan memberikan nilai inversi atau menggeser nilai gen pada gen yang terpilih untuk dimutasikan.

Each bit in a binary-valued chromosome typically has a small probability of being flipped. **For a chromosome with m bits, this **mutation rate** is typically set to $1/m$** , yielding an average of one mutation per child chromosome.

— Page 155, Algorithms for Optimization, 2019.
<https://amzn.to/2Traqek>



Mutasi Gen



Hal penting yang harus diketahui dalam pemakaian Algoritma Genetika

- **Algoritma Genetika** adalah algoritma yang dikembangkan dari proses pencarian solusi menggunakan pencarian acak, ini terlihat pada proses pembangkitan populasi awal yang menyatakan sekumpulan solusi yang dipilih secara acak.
- Berikutnya pencarian dilakukan berdasarkan proses-proses teori genetika yang memperhatikan pemikiran bagaimana memperoleh individu yang lebih baik, sehingga dalam proses evolusi dapat diharapkan diperoleh individu yang terbaik.

Kriteria berhenti

- Pada setiap evolusi, tiap individu akan dievaluasi dengan cara menghitung nilai fitness setiap kromosom hingga kriteria berhenti terpenuhi.
- Bila kriteria berhenti belum terpenuhi maka akan dibentuk lagi generasi baru (*offspring*).
- Beberapa kriteria berhenti yang sering digunakan antara lain:
 1. Berhenti pada generasi tertentu.
 2. Berhenti jika sudah ditemukan solusi, yaitu solusi yang sesuai dengan kriteria.
 3. Berhenti setelah dalam beberapa generasi berturut-turut didapatkan nilai fitness tertinggi/terendah (tergantung persoalan) tidak berubah (konvergen).
 4. Kombinasi dari kriteria – kriteria diatas.



Ciri-ciri permasalahan yang dapat dikerjakan dengan menggunakan algoritma genetika

1. Mempunyai fungsi tujuan optimalisasi non linear dengan banyak kendala yang juga non linear .
2. Mempunyai kemungkinan solusi yang jumlahnya tak berhingga.
3. Membutuhkan solusi “real-time” dalam arti solusi bisa didapatkan dengan cepat sehingga dapat diimplementasikan untuk permasalahan yang mempunyai perubahan yang cepat, semisal optimasi pada pembebanan kanal pada komunikasi seluler.
4. Mempunyai multi-Objective dan multi-criteria, sehingga diperlukan solusi yang dapat secara bijak diterima oleh semua pihak

Latihan Soal

1. Carilah artikel tentang Algoritma Genetika!
2. Carilah artikel yang membahas permasalahan yang diselesaikan dengan Algoritma Genetika!

Referensi

- Modul Ajar Kecerdasan Buatan, Entin Martiana, Ali Ridho Barakbah, Yuliana Setiowati, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, 2014.
- Artificial Intelligence (Teori dan Aplikasinya), Sri Kusumadewi, cetakan pertama, Penerbit Graha Ilmu, 2003.



bridge to the future

<http://www.eepis-its.edu>