

## **BAB II**

### **TINJAUAN TEORI**

#### **2.1. Penjadwalan Kuliah**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, *kuliah* adalah pelajaran yg diberikan di perguruan tinggi. Terdapat berbagai istilah yang dikenal pada kegiatan kuliah (perkuliahan) di perguruan tinggi, diantaranya mahasiswa, dosen, mata kuliah, SKS, dan semester.

- 1) Mahasiswa adalah orang yang belajar di perguruan tinggi dan merupakan pelaku kegiatan kuliah di perguruan tinggi yang menerima pelajaran dari dosen.
- 2) Dosen adalah tenaga pengajar pada perguruan tinggi dan merupakan pelaku kegiatan kuliah di perguruan tinggi yang memberi pelajaran kepada mahasiswa.
- 3) Mata kuliah adalah satuan pelajaran di tingkat perguruan tinggi yang diajarkan oleh dosen kepada mahasiswa.
- 4) SKS (Satuan Kredit Semester), adalah satuan yang digunakan dalam Sistem Kredit Semester. Sistem kredit semester adalah suatu sistem penyelenggaraan perkuliahan di perguruan tinggi yang menyatakan beban studi mahasiswa, beban kerja dosen dan beban penyelenggaraan perkuliahan dengan menggunakan Satuan Kredit Semester (SKS). Besarnya satu satuan kredit semester (1 SKS) dalam kegiatan perkuliahan pada berbagai perguruan tinggi terkadang berbeda namun ada juga yang

sama. Di Universitas Pendidikan Indonesia, nilai 1 SKS dalam kegiatan perkuliahan adalah setara dengan 100 menit dalam satu minggu pada satu semester, dengan alokasi waktu lima puluh (50) menit kegiatan tatap muka terjadwal antara dosen dengan mahasiswa dan lima puluh (50) menit kegiatan akademik mandiri, yaitu kegiatan akademik yang dilaksanakan secara mandiri.

- 5) Semester adalah satuan terkecil untuk lamanya masa program pendidikan. Jenjang pendidikan strata satu (S1) terdiri atas 8 semester dengan periode satu semester biasanya 16-17 minggu. Satu tahun akademik (penyelenggaraan kegiatan perkuliahan dalam satu tahun) dibagi menjadi dua semester, yaitu semester ganjil (periode September sampai dengan Januari) dan semester genap (periode Februari sampai dengan Juni). Atas pertimbangan fakultas pada bulan Juli sampai dengan Agustus, jika memungkinkan dapat dilaksanakan Semester Pendek.

Untuk mengatur pelaksanaan kegiatan kuliah, perguruan tinggi membuat jadwal kuliah untuk periode satu semester. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, jadwal adalah daftar atau tabel kegiatan atau rencana kegiatan dengan pembagian waktu pelaksanaan yang terperinci, sedangkan penjadwalan adalah proses, cara, perbuatan menjadwalkan atau memasukkan dalam jadwal.

Sehingga jadwal kuliah adalah daftar kegiatan kuliah dengan pembagian waktu pelaksanaan yang terperinci. Sedangkan penjadwalan kuliah dapat diartikan sebagai pembuatan jadwal kuliah.

Pembuatan jadwal kuliah atau penjadwalan kuliah merupakan salah satu penentu baik tidaknya penyelenggaraan kegiatan perkuliahan di suatu perguruan tinggi. Inti dari penjadwalan kuliah adalah bagaimana menjadwalkan sejumlah komponen yang terdiri atas mahasiswa, dosen, ruang dan waktu dengan sejumlah batasan dan syarat (*constraint*) tertentu (Setiadi Robert, 2001). Pada penjadwalan kuliah dikenal dua kategori *constraints* yaitu *hardconstraints* (batasan yang tidak boleh dilanggar) dan *softconstraints* (batasan yang boleh dilanggar).

## 2.2. Algoritma Genetika

Algoritma Genetika (AG) ditemukan di Universitas Michigan, Amerika Serikat oleh John Holland melalui sebuah penelitian pada tahun 1975 dan dipopulerkan oleh salah satu muridnya, David Goldberg. Meskipun AG adalah sebuah algoritma pencarian solusi yang dibuat dengan menerapkan mekanisme evolusi genetika makhluk hidup dalam dunia biologi, namun AG memiliki konteks yang lebih sederhana, karena tidak sekompleks dan serumit evolusi genetik dalam dunia biologi.

Dalam dunia biologi, semua makhluk hidup memiliki sel, dan setiap sel terdiri dari kromosom-kromosom (susunan DNA). Setiap kromosom terbagi menjadi gen-gen yang menentukan sifat-sifat makhluk hidup tersebut, seperti warna mata. Ciri yang berbeda-beda pada gen-gen tersebut dikenal dengan nama *allele*, seperti pada warna mata terdapat warna biru, coklat, dan sebagainya.

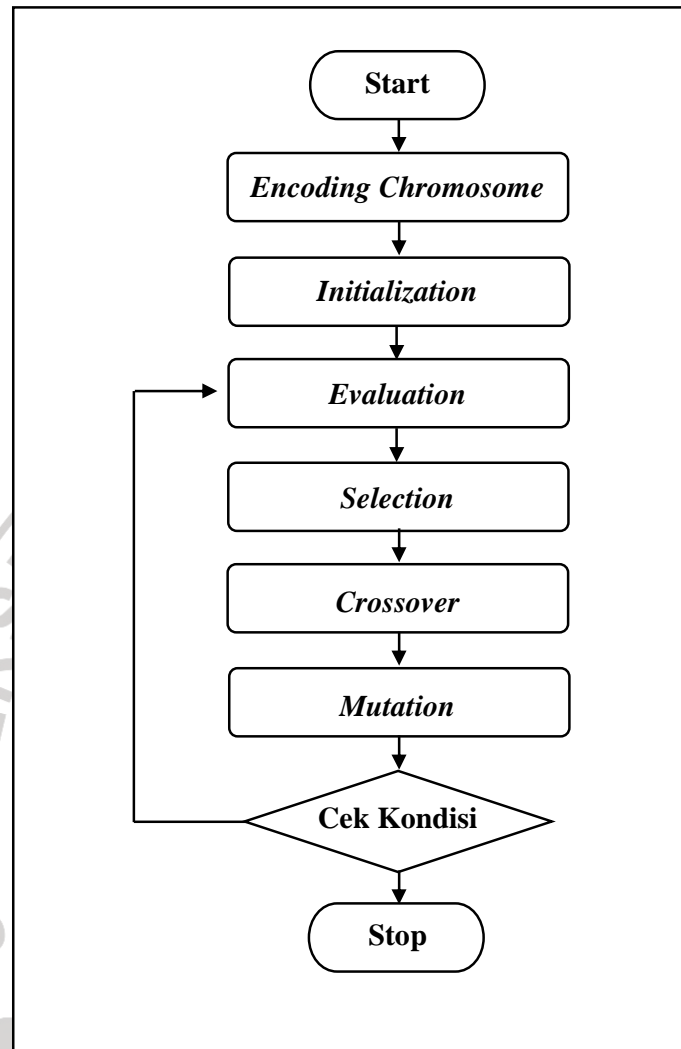
Sama seperti dunia biologi, dalam AG juga terdapat kromosom yang merupakan kandidat solusi untuk suatu masalah. Kromosom ini juga terdiri dari gen-gen yang dapat berupa bit-bit tunggal atau kumpulan beberapa bit yang

merupakan elemen pembentuk kromosom. Hanya bedanya, dalam AG setiap makhluk hidup (individu) tidak memiliki sel dan hanya memiliki satu kromosom.

AG banyak digunakan untuk memecahkan masalah optimasi, walaupun pada kenyataannya juga memiliki kemampuan yang baik untuk masalah-masalah selain optimasi. John Holland menyatakan bahwa setiap masalah yang berbentuk adaptasi (alami maupun buatan) dapat diformulasikan dalam terminologi genetika.

Implementasi AG secara umum memiliki tahapan proses (algoritma) sebagai berikut :

- 1) Pembuatan kromosom (*Encoding Chromosome*) yang merupakan kandidat solusi dari permasalahan penjadwalan kuliah.
- 2) Pembuatan populasi awal yang terdiri dari  $n$  buah kromosom (*Initialization*).
- 3) Menghitung nilai *fitness* kromosom (*Evaluation*).
- 4) Seleksi kromosom terbaik (*Selection*).
- 5) Manipulasi kromosom dengan menggunakan Genetic Operator yaitu *Crossover* dan *Mutation*
- 6) Pengulangan *Evaluation*, *Selection*, *Crossover* dan *Mutation* sebanyak  $n$  generasi.
- 7) Pembuatan populasi baru yang merupakan solusi dari permasalahan.

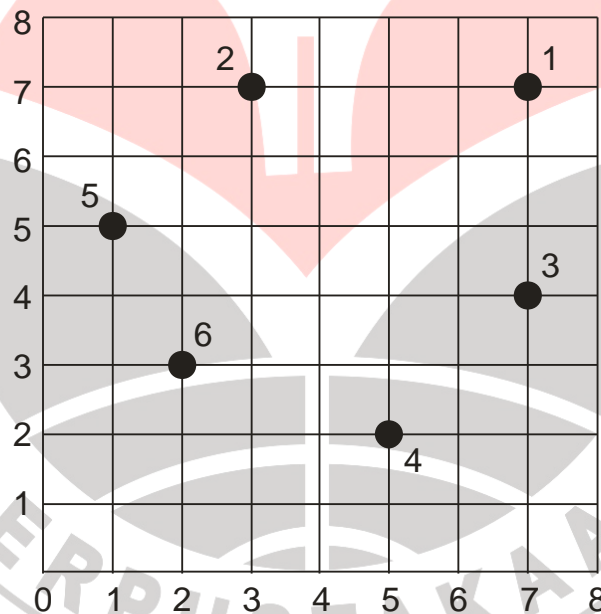


**Gambar 2.1** Flowchart Algoritma Genetika

Untuk memudahkan pemahaman, akan dibahas contoh implementasi AG pada permasalahan *Traveling Salesperson Problem* (TSP). TSP adalah salah satu masalah optimasi kombinatorial yaitu jika diberikan sejumlah kota (atau tempat) dan biaya perjalanan (*travelling costs*) dari satu kota ke kota lain. Tujuannya adalah bagaimana menemukan rute perjalanan paling murah dari suatu kota dan mengunjungi semua kota lainnya, masing-masing kota dikunjungi hanya satu kali

dan harus kembali ke kota asal tersebut. Dalam masalah ini kombinasi dari semua rute perjalanan yang ada adalah faktorial dari jumlah kota. Biaya perjalanan bisa berupa jarak, waktu, bahan bakar, kenyamanan, dan sebagainya.

TSP dapat dirumuskan sebagai berikut: terdapat sekumpulan  $N$  node dengan posisi-posisi koordinatnya  $\{x_i, y_i\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ . Perhatikan Gambar 2.3 di bawah ini, terdapat sejumlah enam kota yang harus dikunjungi *salesperson* (enam node), diberi nomor urut 1 sampai 6 dan posisi-posisinya berupa koordinat dua dimensi  $(x,y)$ .



Gambar 2.2 Peta Dua Dimensi untuk *Traveling Salesperson Problem*

Bagaimana AG bisa digunakan untuk menyelesaikan TSP? Pertama, suatu solusi direpresentasikan ke dalam suatu kromosom yang berisi nomor urut dari semua kota yang ada. Masing-masing nomor urut kota hanya boleh muncul satu kali di dalam kromosom sehingga satu kromosom merepresentasikan satu rute

perjalanan (satu solusi) yang valid. Dengan demikian, untuk Gambar 2.3 di atas, suatu contoh kromosom adalah seperti pada Gambar 2.4 di bawah ini. Perlu diperhatikan bahwa dalam pengkodean ini posisi gen tidak berpengaruh. Pada Gambar 2.4, kromosom K1 dan K2 merepresentasikan rute perjalanan yang sama. Hal ini bisa dipahami karena secara siklus, K1 dan K2 memang memberikan rute perjalanan yang sama.

K1	2	4	1	3	5	6
K2	4	1	3	5	6	2

**Gambar 2.3** Contoh Representasi Kromosom untuk TSP

### 2.2.1. Pembuatan Populasi Awal (*Initialization*)

Pada tahap pembuatan populasi awal dibuat suatu kumpulan kromosom, yaitu  $n$  kromosom. Dimana  $n$  adalah jumlah kromosom yang akan dibuat atau disebut juga *Ukuran Populasi* (UkPop).

Contoh pada permasalahan TSP, jika UkPop = 10, maka populasi awal adalah seperti pada Gambar 2.5 di bawah ini.

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

**Gambar 2.4** Contoh Populasi Awal untuk TSP

### 2.2.2. Nilai *Fitness* (Evaluation)

Di dalam evolusi alam, individu yang mempunyai kondisi kebugaran yang bagus atau yang bernilai *fitness* tinggi yang akan bertahan hidup, sedangkan individu yang bernilai *fitness* rendah akan mati. Sama halnya dengan evolusi alam, pada AG, individu dengan ukuran performansi yang bagus atau yang bernilai *fitness* tinggi yang akan bertahan hidup. Namun bedanya, jika pada evolusi alam nilai *fitness* ditentukan berdasarkan kondisi kebugaran, pada AG nilai *fitness* merupakan nilai yang didapatkan dari hasil evaluasi suatu individu berdasarkan fungsi tertentu sebagai ukuran performansinya.

Nilai *fitness* berada pada interval  $[0,1]$ , dimana 1 adalah nilai *fitness* tertinggi sehingga individu dengan nilai *fitness* 1 merupakan individu terbaik.



Untuk TSP, masalahnya adalah meminimalkan total biaya (masalah minimasi). Oleh karena itu nilai *fitness* yang bisa digunakan adalah 1 dibagi dengan total biaya.

$$\text{Nilai } fitness = 1 / \text{Total Biaya}$$

Dalam hal ini yang dimaksud total biaya adalah jumlah jarak kartesian antara satu kota dengan kota lainnya secara melingkar. Misalkan untuk sejumlah  $n$  kota, total biayanya adalah jarak kartesian dari kota 1 ke kota 2 ditambah jarak kartesian dari kota 2 ke kota 3 dan seterusnya sampai jarak kartesian dari kota  $n$  ke kota 1. Jarak kartesian antara kota A dan kota B dihitung dengan rumus :

$$\| A - B \| = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2}$$

Dimana  $(X_A, Y_A)$  menyatakan posisi koordinat kota A dan  $(X_B, Y_B)$  adalah posisi koordinat kota B.

### 2.2.3. Seleksi Kromosom Terbaik (*Selection*)

Proses seleksi adalah proses evolusi yang menghasilkan generasi baru dari generasi-generasi sebelumnya. Generasi-generasi yang baru dapat terdiri dari kromosom-kromosom induk dan turunan. Metode seleksi pada AG ada bermacam-macam, antara lain *roulette-wheel*, *elitism*, *sigma scaling*, *boltzmann*, *rank selection*, *tournament selection*, *steady-state selection*, dan gabungan dari metode metode tersebut. Suatu metode seleksi yang umum digunakan adalah *roulette-wheel* (roda roulette). Sesuai dengan namanya, metode ini menirukan permainan *roulette-wheel* dimana masing-masing kromosom menempati potongan lingkaran pada roda roulette secara proporsional sesuai dengan nilai *fitness*-nya.

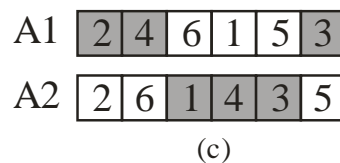
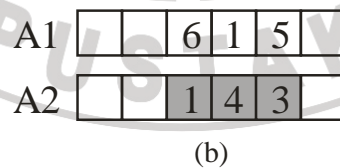
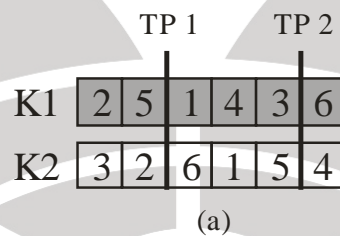
Selain *roulette-wheel*, metode seleksi lain yang sering digunakan adalah *elitism*. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Kenneth De Jong pada tahun 1975. Dalam metode ini, individu terbaik yang bernilai *fitness* tertinggi dari setiap generasi disimpan. Tujuan dari metode ini adalah menjaga agar individu bernilai *fitness* tertinggi tidak hilang selama evolusi karena tidak terpilih untuk melakukan *crossover* atau *mutation*. Banyak penelitian yang menemukan bahwa metode ini dapat meningkatkan kinerja AG secara signifikan.

#### 2.2.4. *Crossover*

Salah satu komponen paling penting dalam AG adalah *crossover* atau pindah silang. Sebuah kromosom yang mengarah pada solusi yang bagus bisa diperoleh dari proses memindah-silangkan dua buah kromosom.

*Crossover* bisa dilakukan dengan beberapa cara yang berbeda. Yang paling sederhana adalah *crossover* satu titik potong (*one-point crossover*). Suatu titik potong dipilih secara random, kemudian bagian pertama dari *parent* 1 digabungkan dengan bagian kedua dari *parent*. Untuk kromosom yang sangat panjang, misalkan 1000 gen, mungkin saja diperlukan beberapa titik potong. *Crossover* lebih dari satu titik potong disebut *n-point crossover*, dimana *n* titik potong dipilih secara random dan bagian-bagian kromosom dipilih dengan probabilitas 0,5 dari salah satu *parent* nya. Satu skema *crossover* yang lain adalah *uniform crossover*, yang merupakan kasus khusus dari *n-point crossover* dimana *n* sama dengan jumlah gen dikurangi satu.

Dalam TSP, *crossover* harus diimplementasikan dengan hati-hati untuk menghindari rute yang tidak valid. *Crossover* dapat diimplementasikan dengan skema *order crossover*. Pada skema ini satu bagian kromosom dipertukarkan dengan tetap menjaga urutan kota yang bukan bagian dari kromosom tersebut. Gambar 2.7 di bawah ini mengilustrasikan skema *order crossover*. Mula-mula dua buah titik potong TP1 dan TP2 dibangkitkan secara acak untuk memotong dua buah kromosom *parent*, K1 dan K2 (Gambar 2.7a). Kemudian dua buah kromosom *offspring*, A1 dan A2 mendapatkan gen-gen dari bagian kromosom K1 dan K2 secara menyilang. Kromosom A1 mendapatkan {6,1,5} dan A2 mendapatkan {1,4,3} (Gambar 2.7b). Posisi-posisi gen yang masih kosong pada kromosom A1 diisi dengan gen-gen dari K1, secara berurutan dari *gen* 1 sampai *gen* 6, yang belum ada pada A1. Hal yang sama juga dilakukan untuk kromosom A2 (Gambar 2.7c).



**Gambar 2.5** Contoh Crossover untuk TSP

### 2.2.5. Mutation

Pada TSP, operator mutasi biasanya diimplementasikan dengan menukarkan gen termutasi dengan gen lain yang dipilih secara random. Misalnya, kromosom {2, 3, 4, 1, 5} dapat termutasi menjadi kromosom {4, 3, 2, 1, 5}. Dalam hal ini *gen 1* dan *gen 3* saling ditukarkan. Skema mutasi ini dikenal sebagai *swapping mutation*.

