BAB II

MATERI PENUNJANG

Dalam bab ini akan dibahas mengenai beberapa teori yang dapat menunjang materi pada bab III antara lain algoritma genetika, representasi struktur data, pembentukan populasi awal, reproduksi dan seleksi, crossover, mutasi, evaluasi.

2.1 Algoritma Genetika

2.1.1 Algoritma Genetika secara umum

Definisi 2.1.1.1

Algoritma genetika adalah algoritma penelitian yang berdasarkan pada mekanisme seleksi dan genetika alam.

Gagasan dibalik algoritma genetika adalah melakukan apa yang dilakukan oleh alam. Sebagai contoh: diambil populasi suatu kelinci, beberapa kelinci tersebut ada yang lebih cepat larinya dan mempunyai insting yang tinggi dibandingkan kelinci yang lain. Kelinci yang cepat larinya dan mempunyai insting tinggi ini tidak mudah untuk dimangsa oleh serigala, sehingga bisa bertahan hidup dan berkembang biak. Beberapa kelinci yang lambat larinya dan mempunyai insting rendah akan bertahan hidup karena mereka beruntung. Populasi yang bertahan hidup mulai berkembang. Hasil perkembangan persilangan dari materi genetika kelinci yaitu beberapa kelinci yang lambat larinya bersilang dengan

kelinci yang lebih cepat larinya, kelinci yang cepat larinya dengan kelinci yang cepat larinya, kelinci yang mempunyai insting tinggi dengan yang mempunyai insting rendah, dan kelinci yang lambat larinya dengan kelinci yang mempunyai insting rendah. Pada akhirnya alam menghasilkan kelinci liar setiap kali dalam persilangan. Rata-rata hasil yang diperoleh adalah anak kelinci yang cepat larinya dan mempunyai insting tinggi karena dalam populasi induk kelinci yang cepat larinya dan mempunyai insting tinggi lebih bisa bertahan dari serigala. Pada alam, individu yang cocok lebih dapat bertahan dan berkembangbiak, sehingga generasi berikutnya harus lebih baik dan lebih sehat dari generasi sebelumnya karena berkembang dari induk yang baik dan sehat.

Semua organisme terdiri dari sel, di dalam setiap sel terdiri dari sekumpulan kromosom. Kromosom terdiri dari gen. Gen adalah bagian kromosom yang membuat satu kesatuan yang tersusun dalam rangkaian linier. Gen tersusun dari DNA yang membawa sifat-sifat keturunan. Setiap gen menyandikan protein tertentu. Pada dasarnya setiap gen menyandikan suatu sifat contoh: warna mata. Setiap gen mempunyai letak tersendiri di dalam kromosom. Letak tersebut disebut lokus. Bagian tertentu dari gen di dalam genome disebut genotip. Beberapa sifat individu yang menunjukkan perbedaan gen dan berada pada bagian yang berbeda disebut alel. Algoritma genetika menggunakan istilah yang berasal dari genetika alam. Istilah tersebut antara lain: string untuk kromosom, karakter untuk

gen, nilai karakter untuk alel, string posisi untuk lokus, struktur untuk genotip dan set parameter untuk fenotip.

Algoritma genetika merupakan algoritma penelitian yang berdasarkan pada mekanisme dan seleksi alam dan mempunyai 5 komponen yaitu:

- 1. Representasi genetika untuk solusi potensial permasalahan.
- 2. Metode untuk membuat populasi awal dari solusi potensial.
- 3. Nilai untuk parameter yang bervariasi: jumlah kromosom, banyaknya gen dalam kromosom, laju mutasi, dan laju crossover.
- 4. Operator-operator genetika : mutasi dan persilangan (crossover)
- 5. Evaluasi.

2.1.2 Struktur dari Algoritma Genetika

```
Procedure GA

begin

t←0

initialize(P(t));

evaluate(P(t));

while (not termination condition) do

begin

t ← t + 1;

select P(t) from P(t-1)

alter P(t)
```

evaluate P(t)

end;

end;

Struktur Algoritma Genetika:

1. t**←**0

Mengeset jumlah generasi=0.

2. Initialize P(t)

Pembentukan populasi awal dari n individu / kromosom secara random atau dipilih menurut metode tertentu. Setiap individu merupakan string biner. Individu merepresentasikan suatu kandidat solusi bagi suatu masalah.

3. Evaluate P(t)

Mengevaluasi individu-individu yang terbentuk pada populasi awal berdasar nilai fitnes

- 4. While (not terminate condition) do

 Jika belum memenuhi kondisi pemberhentian, algoritma genetika
 - masuk ke dalam suatu loop proses genetika.
- 5. begin
- 6. $t \leftarrow t+1$;
- 7. Select P(t) from P(t-1)

Memilih kromosom dari populasi menurut fitness, semakin besar fitness maka semakin besar kemungkinan diseleksi. Populasi akan

dibentuk melalui suatu pemilihan dari alternatif solusi pada P(t) secara random.

8. Alter P(t)

Terdiri dari dua proses yaitu : crossover dan mutasi. Pada proses crossover dua kromosom bergabung menghasilkan dua keturunan, dengan menentukan titik crossover secara random. Mutasi merupakan proses pengubahan satu atau lebih gen.

9. Evaluate P(t)

Memeriksa kromosom-kromosom yang terbaik.

- 10. end
- 11. end

Selama iterasi t algoritma genetika terdiri atas populasi awal, $P(t) = \{xi^t, ..., x_n^t\}$. Setiap solusi x_i^t dievaluasi untuk memberikan ukuran fitness. Kemudian populasi pada iterasi t+1 dibangkitkan dengan memilih individu yang lebih baik melalui crossover dan mutasi. Populasi baru ini kemudian akan dievaluasi. Proses ini akan berulang terus sampai kondisi pemberhentian yang ditetapkan terpenuhi.

Algoritma genetika berbeda dengan optimasi standar karena algoritma genetika :

- 1. Mengkodekan satu set parameter, bukan parameter per parameter.
- Melakukan pencarian dari sekumpulan titik bukan titik tunggal.
 Pencarian dilakukan dari generasi ke generasi sampai diperoleh solusi potensial.

 Menggunakan fungsi fitness, bukan ilmu genetika turunan. Nilai fungsi fitness kembali pada pencarian secara langsung.

2.1.3 Parameter-parameter Algoritma Genetika

Parameter-parameter algoritma genetika berfungsi untuk mengontrol proses genetika yang dilakukan. Parameter tersebut sangat berperan terhadap efektifitas dan unjuk kerja dalam proses pencarian solusi yang diinginkan. Pemilihan nilai parameter yang tepat akan mempercepat proses pencarian solusi, sedangkan pemilihan nilai parameter yang kurang tepat akan menyebabkan proses pencarian solusi akan berlangsung dalam jangka waktu yang lama atau bahkan solusi yang diinginkan tidak tercapai.

Parameter-parameter tersebut adalah:

1. Ukuran Populasi

Ukuran populasi menyatakan banyaknya individu dalam suatu populasi. Pemilihan ukuran populasi yang digunakan tergantung pada masalah yang akan diselesaikan. Semakin kompleks masalah yang dihadapi maka diperlukan ukuran populasi yang besar.

2. Laju crossover

Laju crossover digunakan pada saat proses crossover. Semakin besar laju crossover semakin cepat pula diperkenalkannya struktur individu baru.

3. Laju mutasi

Laju mutasi pada saat proses mutasi sedang berlangsung.

4. Banyaknya gen dalam kromosom

Jumlah gen dalam kromosom.

2.2 Representasi Struktur Data

2.2.1 Representasi kromosom

Definisi 2.2.1.1

String biner adalah rangkaian pola bilangan yang terdiri dari dua kemungkinan lambang yaitu 0 dan 1.

Contoh 2.2.1.1

Setiap kromosom dapat dinyatakan dalam string biner.

Kromosom 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 0 1

Kromosom 2 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0

Definisi 2.2.1.2

String bilangan bulat adalah rangkaian dari bilangan bulat.

Contoh 2.2.1.2

Setiap kromosom dapat dinyatakan dalam bilangan bulat.

Kromosom A 153264798

Kromosom B 856723149

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purpose of security, back-up and preservation:

(http://eprints.undip.ac.id)

dalam melakukan pemrosesan untuk genetika Algoritma memecahkan suatu masalah didasarkan pada suatu populasi yang terbentuk dari individu-individu (kromosom atau string). Dalam bentuk matematis, suatu algoritma genetika akan memetakan masalah pada suatu himpunan gen berbentuk string biner, yang masing-masing string tersebut merepresentasikan suatu kandidat solusi bagi suatu masalah. Kemudian akan memanipulasi solusi tersebut genetika algoritma menggunakan operator-operator genetika, sehingga dihasilkan kandidatkandidat solusi yang lebih berkualitas. Oleh karena itu, struktur data dalam algoritma ini adalah populasi string. Struktur data yang demikian dapat memudahkan algoritma genetika dalam memecahkan masalah.

2.3 Pembentukan Populasi Awal

Proses inisialisasi sangat sederhana, membuat populasi awal dari kromosom dengan tiap kromosom merupakan string biner yang diinisialisasi secara random atau dipilih menggunakan metode tertentu.

2.4 Reproduksi dan Seleksi

2.4.1 Pengertian

Definisi 2.4.1.1

Reproduksi adalah proses pengkopian string-string kromosom yang berdasarkan pada suatu kriteria.

Kriteria yang dimaksud menggunakan suatu fitness. Pengkopian menurut nilai fitness berarti setiap string dengan nilai semakin tinggi mempunyai probabilitas yang tinggi dalam menghasilkan satu atau lebih keturunan pada generasi berikutnya.

Definisi 2.4.1.2

Seleksi merupakan proses memilih dua kromosom induk dari populasi menurut nilai fitness, semakin besar nilai fitness maka semakin besar kemungkinan untuk diseleksi.

Setiap kromosom dari populasi akan dievaluasi berdasarkan fitness. Dengan demikian seleksi akan dilakukan berdasarkan fitness yang dicapai tiap-tiap individu. Nilai fitness menunjukkan probabilitas perharapan seleksi tiap individu pada generasi berikutnya.

2.5 Persilangan (crossover)

2.5.1 Pengertian

Definisi 2.5.1.1

Crossover merupakan tahapan dalam algoritma genetika yang mempunyai tujuan untuk menggabungkan 2 kromosom sehingga menghasilkan 2 kromosom baru yang lebih variatif. Proses crossover dilakukan dengan 2 tahap :

a. Kromosom-kromosom hasil reproduksi dipilih dan dipasangkan secara acak.

 Kromosom-kromosom yang terpilih kemudian disilangkan dengan pasangannya dengan posisi gen untuk crossover dipilih secara acak.

Pada tahap pertama (a), pemilihan kromosom ini dilakukan dengan menetapkan suatu parameter, yang disebut dengan laju crossover. Peluang keberhasilan crossover dinyatakan dengan probabilitas laju crossover. Laju crossover antara 0.6 dan 1. biasanya digunakan sebagai probabilita dari crossover. Untuk populasi dengan ukuran besar (100) digunakan laju crossover 0.6 dan untuk populasi dengan ukuran kecil (30) digunakan laju crossover 0.9. Pada tahap crossover, laju crossover dan metode yang digunakan akan mempengaruhi kecepatan proses pencarian solusi. Pemilihan laju crossover yang besar mengakibatkan banyaknya kromosom yang terlibat dalam proses crossover, sehingga waktu yang diperlukan semakin besar. Sedangkan bila laju crossover yang digunakan terlalu kecil, maka proses evolusi akan berjalan lambat. Hal ini disebabkan karena variasi genetik jarang terjadi. Adanya laju kromosom ini memungkinkan hanya memilih beberapa kromosom saja yang akan disilangkan.

Selanjutnya pada tahap b, untuk setiap pasangan kromosom, perlu dilakukan pemilihan posisi gen yang dapat menjadi acuan untuk persilangan. Pemilihan k posisi gen dapat dilakukan dengan membangkitkan bilangan random dengan kisaran 1 sampai l-1, dengan l merupakan panjang kromosom (jumlah gen dalam satu kromosom). Bilangan random yang diperoleh menyatakan posisi gen dalam kromosom

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copy ight owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purpose of security, back-up and preservation:

14

untuk melakukan persilangan. Dua kromosom baru diperoleh dengan menukar atau menyalin gen-gen pada posisi k+1 sampai l.

Contoh 2.5.5.1

String A₁ dan A₂ dari populasi awal:

 $A_1: 0 1 1 0 | 1$

A₂: 1 1 0 0 | 0

Anggap pemilihan bilangan random 1 dan 4 ditentukan k=4 (yang ditunjukkan dengan symbol pemisah)

Setelah mengalami crossover menjadi:

A₁': 0 1 1 0 0

A2': 1 1 0 0 1

Terlihat bahwa string sebelah kanan titik crossover dari kromosom $A_1[1]$ akan bertukar dengan string sebelah kanan titik crossover dari kromosom $A_2[0]$. Sehingga kromosom A_1 menjadi A_1 ' dan kromosom A_2 menjadi A_2 '.

2.5.2 Macam-macam crossover

2.5.2.1 Crossover satu titik (one-point crossover)

Crossover satu titik secara acak memilih titik crossover kromosom dan menukar tempat 2 induk kromosom pada 2 titik tersebut untuk memproduksi 2 keturunan baru.

15

Contoh 2.5.2.1

Anggap 2 induk (induk 1 dan induk 2) telah diseleksi untuk crossover

Simbol "|" menunjukan titik crossover yang terpilih secara acak.

Induk 1:11001 010

Induk 2: 00100 | 111

Setelah menukar induk kromosom pada titik crossover, menghasilkan

keturunan berikut.

keturunan 1:11001 | 111

keturunan 2:00100 010

2.5.2.2 Crossover dua titik (two point crossover)

Crossover dua titik secara acak memilih dua titik crossover

kromosom dan menukar dua induk kromosom diantara titik tersebut dan

menghasilkan dua keturunan baru.

Contoh 2.5.2.2

Anggap 2 induk (induk 1 dan induk 2) telah diseleksi untuk crossover.

induk 1:110 | 010 | 10

induk 2:001 | 001 | 11

Setelah menukar induk kromosom pada titik crossover, menghasilkan

keturunan berikut:

keturunan 1:110 | 001 | 10

keturunan 2:001 | 010 | 11

2.5.2.3 Crossover seragam (uniform crossover)

Crossover seragam dilakukan dengan menentukan induk manakah yang memberikan masing-masing gen, nilai dalam kromosom keturunan.

Contoh 2.5.2.3

Anggap 2 induk berikut yang telah diseleksi untuk crossover seragam.

induk 1:11001010

induk 2:00100111

Jika laju crossover 0.5 maka sebagian dari gen pada keturunan akan datang dari induk 1 dan sebagian yang lain datang dari induk 2. Maka kemungkinan set dari keturunan setelah crossover seragam.

keturunan 1: $1_10_21_20_10_20_11_11_2$

keturunan 2: $0_21_10_10_21_11_21_20_1$

Catatan: angka indeks menunjukkan dari manakah induk gen berasal.

2.6 Mutasi

2.6.1 Pengertian

Definisi 2.6.1.1

Mutasi adalah perubahan satu atau lebih gen dari kromosom yang diseleksi secara acak dengan probabilita sama dengan laju mutasi.

Meskipun repoduksi dan seleksi yang didasarkan pada fungsi fitnes serta digabung dengan proses persilangan telah efektif untuk mencari ruang penyelesaian, adakalanya kedua proses tersebut dapat kehilangan

17

beberapa gen-gen yang merupakan solusi potensial. Oleh karena itu, proses mutasi ini sangat dibutuhkan.

Mutasi beroperasi pada gen-gen dalam kromosom. Sama halnya dengan persilangan, mutasi memiliki kriteria untuk menentukan gen-gen yang mengalami mutasi, biasa disebut dengan laju mutasi. Untuk dapat menghasilkan mutasi yang menguntungkan maka laju mutasi harus dipertimbangkan agar dapat diperoleh solusi permasalahan dengan lebih cepat.

Misalkan diambil laju mutasi 0.01, maka dari seluruh jumlah gen dalam kromosom diharapkan 1%-nya mengalami mutasi.Laju mutasi biasanya dengan probabilita lebih kecil dari 0.1. Untuk populasi dengan ukuran besar (100) digunakan laju mutasi 0.001 dan untuk populasi dengan ukuran kecil (30) digunakan laju mutasi 0.01. Laju mutasi yang terlalu besar akan menyebabkan untaian kromosom individu akan rusak oleh proses mutasi, sehingga kemungkinan munculnya individu yang baik berjalan lambat dan mungkin tidak dihasilkan sama sekali.Sedangkan laju mutasi yang kecil akan menyebabkan sulitnya terbentuk individu baru.

2.6.2 Macam-macam mutasi

2.6.2.1 Mutasi pertukaran bit (flip bit mutation)

Mutasi pertukaran bit dilakukan dengan mengubah nilai dari gen yang terpilih (0 menjadi 1 dan 1 menjadi 0);

Sebelum mutasi A₁: 100 | 111 | 010

Setelah mutasi A2: 011 | 000 | 101

Mutasi ini terjadi pada tingkat kromosom dan semua gen yang menyusun kromosom akan termutasi.

2.6.2.2 Mutasi pada tingkat gen

Mutasi pada tingkat gen dilakukan dengan mengubah nilai bit pada gen yang termutasi.

Sebelum mutasi R_1 : 0 0 0 1 1 1 1 0 1 0

Titik mutasi Setelah mutasi P_2 : 1 0 0 0 0 0 0 1 0

2.6.2.3 Mutasi pada tingkat bit

Mutasi tingkat b it dilakukan dengan mengubah bit tertentu yang terkena mutasi.

Sebelum mutasi : 1 0 0 | 1 1 1 | 0 1 0

Titik mutasi

Setelah mutasi : 1 0 0 | 1 0 1 | 0 1 0

Pada mutasi ini dihasilkan kemungkinan hasil mutasi yang lebih banyak. Misalkan sebuah gen [0 0 1] maka mutasi yang mungkin dihasilkan adalah [1 0 1], [0 1 1] atau [0 0 0].

2.7 Evaluasi

Evaluasi memainkan peranan penting pada algoritma genetika, untuk menentukan apakah kromosom-kromosom yang terbentuk lebih baik dari kromosom-kromosom pada populasi sebelumnya.

Stopping kriteria digunakan pada proses evaluasi untuk menghitung apakah generasi sekarang lebih baik dari generasi sebelumnya.

