



KECERDASAN BUATAN

Program Studi Informatika

SESI 6 – Algoritma Genetika

Cian Ramadhona Hassolthine, S.Kom., M.Kom.



Konsep dan Definisi

- Genetic Algorithm(GA) atau Algoritma Genetika □ dipopulerkan oleh John Holland pada tahun 1970
- GA: bagian dari **Evolutionary Computation (EC)** yang terinspirasi oleh proses evolusi dan seleksi alam makhluk hidup dari Charles Darwin
- Dalam proses evolusi, individu secara terus-menerus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungan hidupnya.
“**Hanya individu-individu yang kuat yang mampu bertahan**”
- Algoritma Genetika: umumnya digunakan untuk mengatasi masalah optimasi dan pencarian



Konsep dan Definisi



Charles Darwin – Evolution by *Descent with Modification* (1859)

Long-necked giraffes are randomly born and have more offspring due to their competitive advantage

Sumber: San Fransisco de Paula Science Department, Unit 8 – Evolution, <https://www.sciencesfp.com/unit-8---evolution.html>



Penerapan GA



- Optimasi penjadwalan produksi
- Optimasi penjadwalan kuliah
- Optimasi penjadwalan mengajar

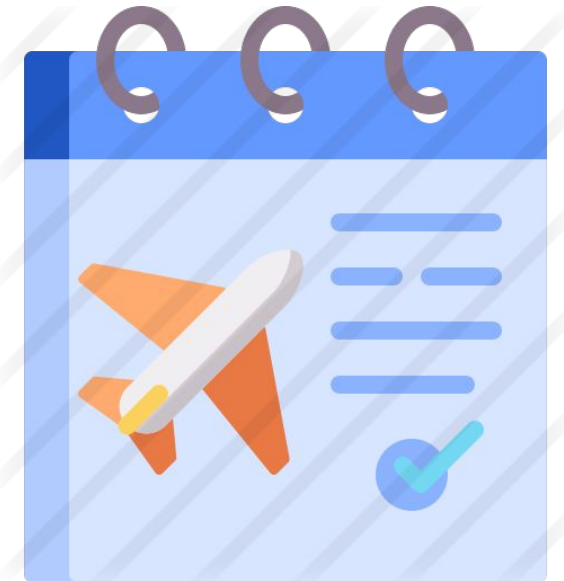


8.9M



68.34K

Kompresi citra



Optimasi penjadwalan rute pesawat



Terminologi

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Fenotip: nilai dari genotip

Genotip (disebut Gen): elemen yang terdapat dalam kromosom

Kromosom: kemungkinan solusi

Populasi: kumpulan kemungkinan solusi

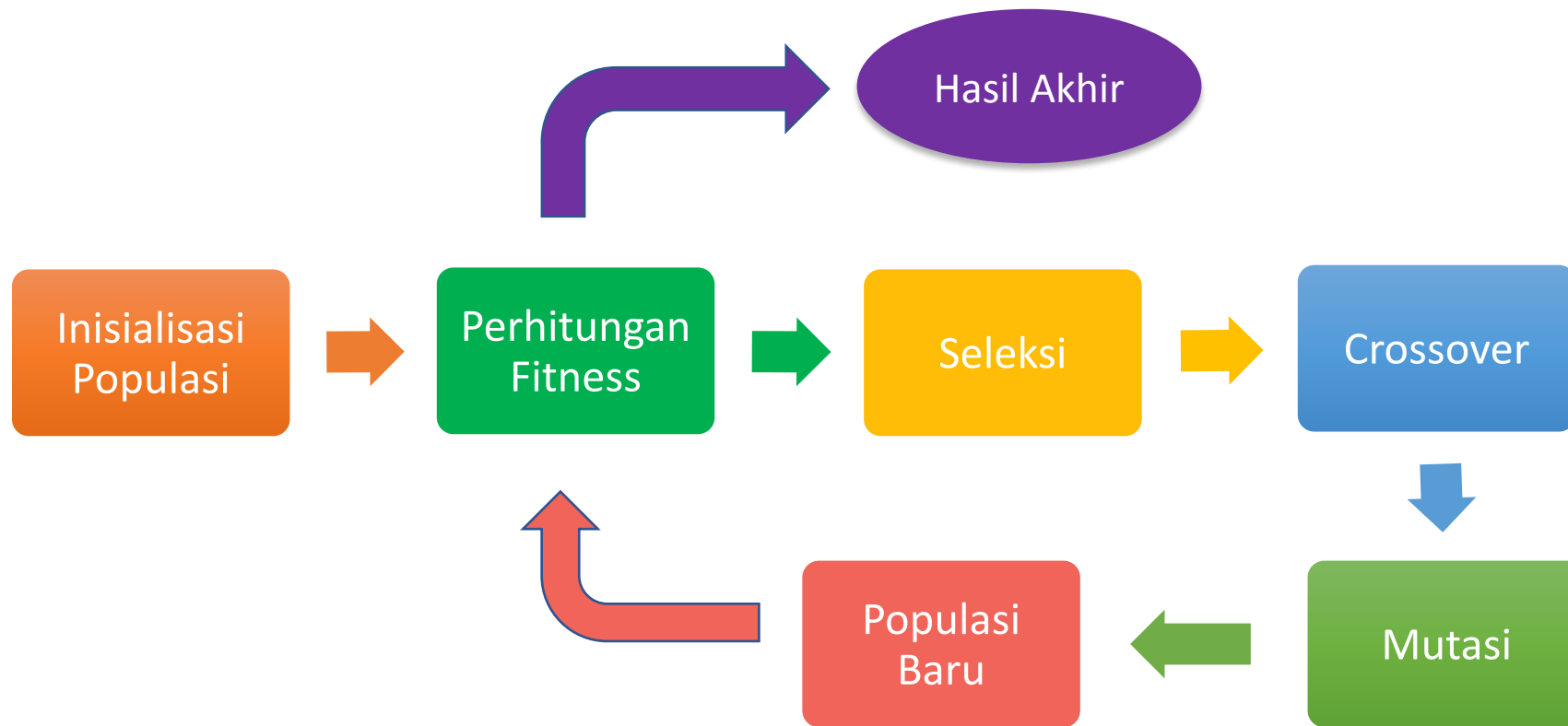


Terminologi

- Fungsi fitness: fungsi yang menentukan bobot setiap kromosom
- Nilai fitness: nilai yang diperoleh dari hasil fungsi fitness
- Decoding dan Encoding: proses mengubah satu bentuk ke bentuk lainnya.
Dalam beberapa kasus, fenotip dapat diubah ke bentuk lain.
Contoh: bilangan biner, real, permutasi, dan integer.
- Generasi: jumlah iterasi dalam proses algoritma genetika.



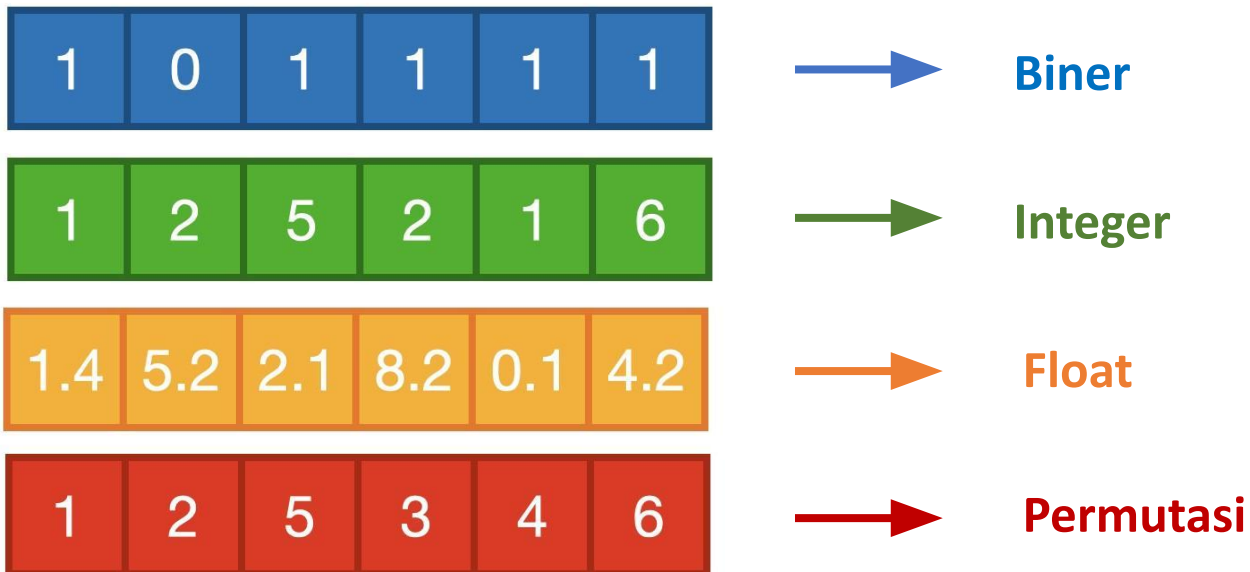
Tahapan





■ Inisialisasi Populasi

- Pada inisialisasi populasi, dilakukan teknik pengkodean seperti biner, integer, float, dan permutasi.
- Penentuan representasi disesuaikan dengan kasus yang akan diselesaikan.





■ Perhitungan Fitness

- Nilai fitness dihitung berdasarkan fungsi fitness.
- Fungsi fitness bisa bermacam-macam, tergantung masalah yang akan diselesaikan.
- Contoh: jika kita ingin mencari nilai maksimum dari fungsi

$$f(x, y) = 5x - 10y$$

maka cara menghitung nilai fitness: dengan memasukkan nilai x dan y ke dalam fungsi tersebut



Seleksi

- Pemilihan individu berdasarkan nilai fitness
- Semakin **tinggi nilai fitness** suatu individu semakin besar kemungkinannya **untuk terpilih**
- Salah satu teknik yang dapat dilakukan adalah dengan teknik mesin roulette

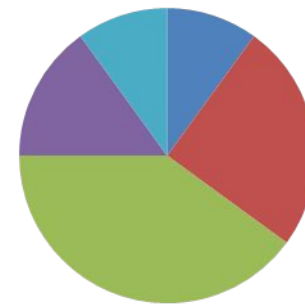


Seleksi

| Populasi | Fitness |
|------------|---------|
| Individu 1 | 10% |
| Individu 2 | 25% |
| Individu 3 | 40% |
| Individu 4 | 15% |
| Individu 5 | 10% |



Individu



- Individu 1
- Individu 2
- Individu 3
- Individu 4
- Individu 5



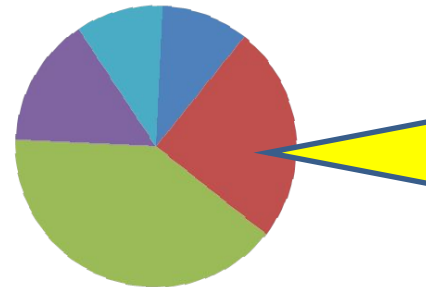
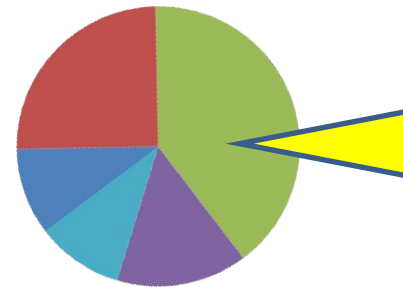
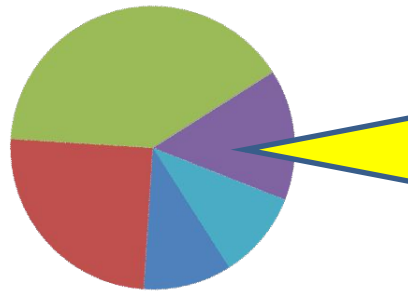
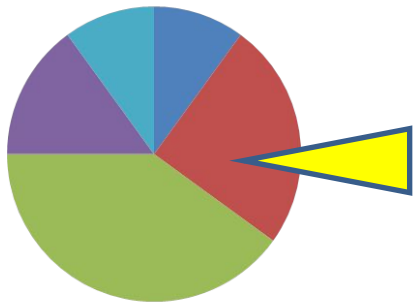
Individu 2 dipilih



Generate nomor acak
misal: 15%



Seleksi (Mesin Roulette)



Individu yang terpilih : 2, 4, 3, 3, 2



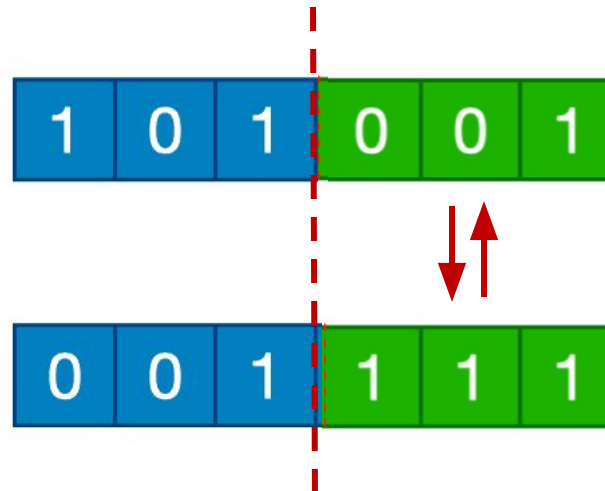
Crossover

- Crossover adalah proses untuk membuat kromosom baru.
- Terdapat nilai probabilitas *crossover* (P_c) untuk menentukan apakah *crossover* terjadi atau tidak. Nilai P_c yang sering digunakan = 0.8
- Jenis-jenis *crossover*:
 1. *One point crossover*
 2. *Multi-point crossover*
 3. *Uniform crossover*



One Point Crossover

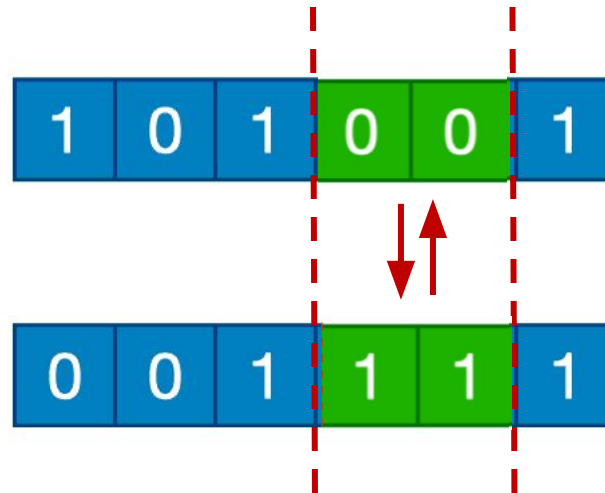
- *Crossover* ini mengganti gen dari satu kromosom untuk membuat kromosom baru dengan satu titik persimpangan.





Multi-Point Crossover

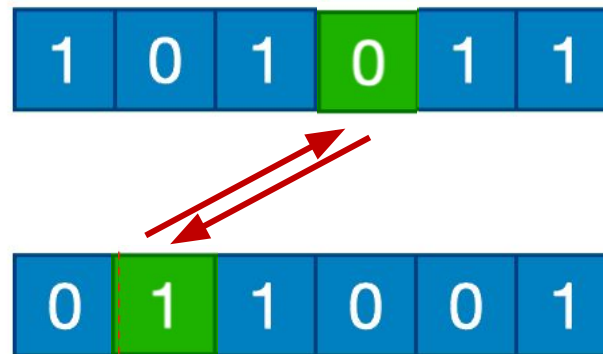
- *Crossover* ini mengganti gen dari satu kromosom untuk membuat kromosom baru dengan beberapa titik persimpangan





Uniform Crossover

- *Crossover* ini mengganti gen dari satu kromosom ke kromosom lain melalui setiap index berdasarkan probabilitas





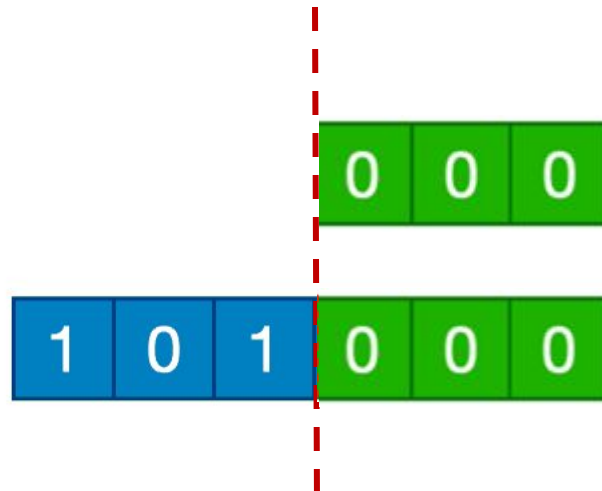
Mutasi

- Mutasi gen adalah proses penggantian gen dengan nilai inversinya. Gen 0 menjadi 1 dan Gen 1 menjadi 0
- Hampir sama seperti crossover, terdapat probabilitas mutasi (P_m) untuk menentukan apakah mutasi terjadi atau tidak.
 P_m yang umum digunakan = 0.1
- Jenis-jenis mutasi:
 1. *One point mutation*
 2. *Multi-point mutation*
 3. *Swab mutation*



One Point Mutation

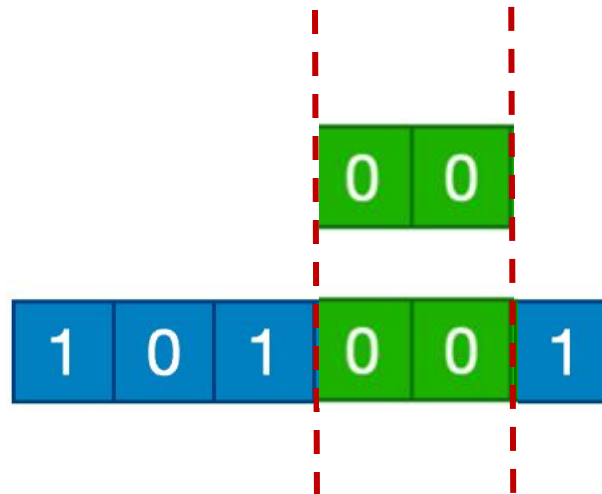
- Mutasi ini mengganti 1 gen dengan nilai inversinya.





Multi-Point Mutation

- Mutasi ini mengganti beberapa gen dengan nilai inversnya.





Swab Mutation

- Mutasi ini mengganti antara gen satu dengan lainnya dalam 1 kromosom.





Survivor Selection

- Menghasilkan populasi baru untuk iterasi/generasi berikutnya.
- Beberapa kromosom yang tidak penting akan dibuang dan digantikan dengan kromosom baru yang sudah melalui proses crossover dan mutasi
- Prinsip **Elitisme**: selalu menyimpan satu kromosom terbaik selama proses sehingga akan selalu ada kromosom dengan fitness tertinggi
- Jika muncul kombinasi kromosom terbaru yang lebih baik, maka satu kromosom yang disimpan sebelumnya, ditukar dengan kromosom baru tersebut



■ Contoh: Pencarian Nama secara Acak

- Sebuah kata ditentukan sebagai target, misal: 'BASUKI'.
- Bila setiap huruf diberi nilai dengan nilai urut alfabet, maka targetnya bisa dinyatakan sebagai besaran numerik:

$$\text{Target} = [2 \ 1 \ 18 \ 21 \ 11 \ 9]$$

- Satu individu memiliki n gen integer yang setiap gennya menyatakan nomor urut alfabet



■ Inisialisasi Populasi

- Membangkitkan kata dengan jumlah huruf yang sama dengan target secara acak

Contoh: AGHSQE □ [1 7 8 19 17 5]

- Cari nilai fitness dari kata **AGHSQE** terhadap target **BASUKI**.
- Nilai fitness dihitung dari nilai perbedaan kedua kata:

$$\begin{aligned} E &= |1-2| + |7-1| + |8-19| + |19-21| + |17-11| + |5-9| \\ &= 1+6+11+2+6+4 = 30 \end{aligned}$$

$$\text{Fitness} = (26*6) - 30 = 156-30 = 126$$

- Fitness didefinisikan:

$$\text{fitness}(k) = (M * n) - \sum |g(k)_i - t_i|$$

dimana

M : jumlah semua kemungkinan huruf

n : jumlah huruf pada target

$g(k)_i$: gen ke i dari individu ke k

t_i : gen ke i dari target.



Inisialisasi Populasi

- Populasi awal: sejumlah individu berupa kata yang dibangkitkan secara acak beserta nilai fitnessnya.

```
14 20 9 1 17 3 -- N T I A Q C >> Fitness = 83
 2 5 18 5 6 6 -- B E R E F F >> Fitness = 127
 8 5 15 15 24 6 -- H E O O X F >> Fitness = 120
 5 22 14 11 19 23 -- E V N K S W >> Fitness = 95
19 19 8 6 19 7 -- S S H F S G >> Fitness = 85
20 16 3 21 8 10 -- T P C U H J >> Fitness = 103
19 13 12 23 15 10 -- S M L W O J >> Fitness = 113
15 23 4 16 6 17 -- O W D P F Q >> Fitness = 88
 5 1 6 19 21 18 -- E A F S U R >> Fitness = 119
10 12 18 6 17 8 -- J L R F Q H >> Fitness = 114
10 1 2 8 6 19 -- J A B H F S >> Fitness = 103
21 18 21 24 26 19 -- U R U X Z S >> Fitness = 90
```



Seleksi, Crossover dan Mutasi

- Seleksi dilakukan menggunakan roulette-wheel
- Crossover dilakukan dengan menukar gen-gen terpilih antar 2 induk

| | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 5 | 15 | 15 | 24 | 6 | -- | H | E | O | O | X | F |
| 5 | 22 | 14 | 11 | 19 | 23 | -- | E | V | N | K | S | W |
| 8 | 5 | 14 | 11 | 19 | 6 | -- | H | E | N | K | S | F |
| 5 | 22 | 15 | 15 | 24 | 23 | -- | E | V | O | O | X | W |

- Mutasi dilakukan dengan mengacak nilai 1-26 dari gen yang akan dimutasi

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----|----|----|---|----|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 5 | 14 | 11 | 19 | 6 | -- | H | E | N | K | S | F |
| 8 | 5 | 19 | 11 | 19 | 6 | -- | H | E | S | K | S | F |



Hasil

- Setelah dilakukan beberapa generasi/iterasi dengan mencari generasi terbaik berdasarkan nilai fitness yang terbesar, diperoleh hasil GA sebagai berikut:

```
5  3 19 19 14 18  --- E C S S N R  >> Fitness = 137
5  3 19 19 14 10  --- E C S S N J  >> Fitness = 145
5  3 19 19 14 10  --- E C S S N J  >> Fitness = 145
5  3 19 19 10 10  --- E C S S J J  >> Fitness = 147
5  3 19 24 11 10  --- E C S X K J  >> Fitness = 147
5  2 19 19 11 10  --- E B S S K J  >> Fitness = 149
5  2 19 22 10 10  --- E B S V J J  >> Fitness = 149
5  2 19 22 11 10  --- E B S V K J  >> Fitness = 150
5  2 19 22 11 10  --- E B S V K J  >> Fitness = 150
5  2 19 21 11 10  --- E B S U K J  >> Fitness = 151
5  2 19 21 11 10  --- E B S U K J  >> Fitness = 151
5  2 19 21 11 10  --- E B S U K J  >> Fitness = 151
1  2 19 21 11 10  --- A B S U K J  >> Fitness = 153
2  2 19 21 11 10  --- B B S U K J  >> Fitness = 154
2  2 19 21 11 10  --- B B S U K J  >> Fitness = 154
2  2 19 21 11  9  --- B B S U K I  >> Fitness = 155
2  2 19 21 11  9  --- B B S U K I  >> Fitness = 155
2  2 19 21 11  9  --- B B S U K I  >> Fitness = 155
2  2 19 21 11  9  --- B B S U K I  >> Fitness = 155
2  1 19 21 11  9  --- B A S U K I  >> Fitness = 156
```



*Thank
you !*