Nama : Lutfi Haridha

Kelas : TI 3.2

#### Pengertian Metode Metaheuristik

Metaheuristik adalah metoda untuk mencari solusi yang memadukan interaksi antara prosedur pencarian lokal dan strategi yang lebih tinggi untuk menciptakan proses yang mampu keluar dari titik-titik local optima dan melakukan pencarian di ruang solusi untuk menemukan solusi global. Metaheuristik (metaheuristics), dalam deﬁnisi aslinya, adalah metoda untuk mencari solusi yang memadukan interaksi antara prosedur pencarian lokal dan strategi yang lebih tinggi untuk menciptakan proses yang mampu keluar dari titik-titik local optima dan melakukan pencarian di ruang solusi untuk menemukan solusi global. Metaheuristik biasanya berupa prosedur umum yang bisa diterapkan untuk berbagai problem. Tentu saja diperlukan berbagai modiﬁkasi agar suatu metoda metaheuristik sesuai dapat menyelesaikan masalah khusus yang dihadapi. Selain itu, dalam metaheuristik ada prosedur yang memanfaatkan satu atau lebih titik-titik tetangga (neighborhood structures) sebagai acuan menuju solusi lain. Di dalam metaheuristik biasanya ada heuristik di dalamnya. Sejalan dengan perkembangannya, metoda ini juga mencakup penggunaan strategi untuk mengatasi suatu pencarian baru dimana pencarian sering terjebak dalam local optima dalam suatu ruang solusi yang kompleks.

Metode metaheuristik bersifat problem independent. Problem independent berarti tidak bergantung pada jenis permasalahan. Jadi penerapan metode metaheuristik tidak bergantung pada jenis permasalahan, alias bisa dipakai untuk berbagai jenis permasalahan. Contoh dari metode metaheuristik adalah algoritma genetik (GA), particle swam optimization (PSO), Ant Colony Optimization (ACO), Soccer Games Optimization (SGO), dan lain-lain.

Meskipun bisa dipakai untuk berbagai jenis permasalahan, tetapi kemampuan mengadopsi metode tersebut untuk jenis permasalahan tertentu berpengaruh besar terhadap kualitas penyelesaian yang dihasilkan. Oleh karena itulah, seringkali metode metaheuristik akan mengintegrasikan metode heuristik didalam implementasinya. Misalnya, untuk menyelesaikan persoalan TSP, metode algoritma genetik menyisipkan konsep nearest neighborhood didalam implementasinya.

Berikut contoh implementasi *Metode Metaheuristik* dalam fenomena alam dengan mengunakan Alogaritma Genetik.

### Implementasi Algoritma Genetika Untuk Memprediksi Gunung Meletus Berdasarkan Gejala

Berikut data kondisi disekitar gunung yang menjadi indikator akan terjadinya gunung meletus :

|  |  |
| --- | --- |
| kondisi disekitar gunung yang menjadi indikator aktivitas gunung akan meletus : | |
| TL | : Tumbuhan layu (>80%) |
| AK | : Air kering (>80%) |
| SUN | : Suhu udara naik (>39⁰C) |
| MH | : Migrasi hewan (>90%) |
| STG | : Sering terdengar gemuruh (>1 kali perhari) |
| SG | : Sering gempa (>3 kali perhari) |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Semua nilai dari masing-masing indikator gejala dikonversi ke bilangan desimal | | | | | | | | |
| no | G1(TL) | G2(AK) | G3(SUN) | G4(MH) | G5(STG) | G6(SG) | JML | Status Gunung |
| 1 | 0.85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.85 | Normal |
| 2 | 0.85 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.6 | Normal |
| 3 | 0 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 0 | 0 | 1.9 | Normal |
| 4 | 0 | 0.9 | 0.43 | 0.9 | 0.02 | 0 | 2.25 | Waspada |
| 5 | 0.87 | 0 | 0.43 | 0.9 | 0.03 | 0.05 | 2.28 | Siaga |
| 6 | 0.9 | 0.85 | 0.45 | 0.95 | 0.05 | 0.06 | 3.26 | Awas |

|  |  |
| --- | --- |
| Keterangan Status : | |
| Normal | 1. Tidak ada gejala aktivitas tekanan magma |
|  | 2. Level aktivitas dasar |
| Waspada | 1. Ada aktivitas apa pun bentuknya |
|  | 2. Terdapat kenaikan aktivitas di atas level normal |
|  | 3. Peningkatan aktivitas seismik dan kejadian vulkanis lainnya |
|  | 4. Peningkatan aktivitas seismik dan kejadian vulkanis lainnya |
| Siaga | 1. Menandakan gunung berapi yang sedang bergerak ke arah letusan atau  menimbulkan bencana |
|  | 2. Peningkatan intensif kegiatan seismik |
|  | 3. aktivitas dapat segera berlanjut ke letusan atau menuju pada keadaan yang  dapat menimbulkan bencana |
|  | 4. Jika tren peningkatan berlanjut, letusan dapat terjadi dalam waktu 2  minggu |
| Awas | 1. Menandakan gunung berapi yang segera atau sedang meletus atau ada  keadaan kritis yang menimbulkan bencana |
|  | 2. Letusan pembukaan dimulai dengan abu dan asap |
|  | 3. Letusan berpeluang terjadi dalam waktu 24 jam |

#### Proses Algoritma Genetika:

1. Pembetukan Populasi Awal

Populasi awal akan dibangkitkan secara acak sesuai dengan parameter sebagai berikut:

* 1. Popsize = 6.
  2. Probabilitas Crossover (Pc) = 0,5.
  3. Probabilitas Mutasi (Pm) = 0,2.

Dibangkitakan populasi awal dengan 6 individu sebagai berikut:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Proses Pembangkitan kromosom dengan nilai acak | | | | | | |
| Populasi dengan 6 individu | | | | | | |
| k1 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| k2 | 0.8 | 0.65 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| k3 | 0 | 0.78 | 0.42 | 0.85 | 0 | 0 |
| k4 | 0 | 0.89 | 0.42 | 0.91 | 0.02 | 0 |
| k5 | 0.85 | 0 | 0.45 | 0.93 | 0.03 | 0.05 |
| k6 | 0.9 | 0.85 | 0.46 | 0.96 | 0.04 | 0.06 |

###### Perhitungan EvaluasiFitness

Rumus untuk mencari nilai evaluasi fitness adalah sebagai berikut :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Evaluasi nilai fitnes fitness\*i+ = ∑nilai Gen\*i+ | | | | | | | | |
| No | Kromosom | | | | | | Perhitungan | Hasil |
| k1 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.75 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 | 0.75 |
| k2 | 0.8 | 0.65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 + 0.65 + 0 + 0 + 0 + 0 | 1.45 |
| k3 | 0 | 0.78 | 0.42 | 0.85 | 0 | 0 | 0 + 0.78 + 0.42 + 0.85 +0 + 0 | 2.05 |
| k4 | 0 | 0.89 | 0.42 | 0.91 | 0.02 | 0 | 0 + 0.89 + 0.42 + 0.91 + 0.02 + 0 | 2.24 |
| k5 | 0.85 | 0 | 0.45 | 0.93 | 0.03 | 0.05 | 0.85 + 0 + 0.45 + 0.93 + 0.03 + 0.05 | 2.31 |
| k6 | 0.9 | 0.85 | 0.46 | 0.96 | 0.04 | 0.06 | 0.9 + 0.85 + 0.46 + 0.96 +0 0.4 + 0.06 | 3.27 |

###### Seleksi Kromosom

Seleksi untuk mendapatkan calon induk yang baik, induk yang baik akan mendapatkan keturunan yang baik. Semakin tinggi nilai fitness suatu individu semakin besar kemungkinan terpilih. Metode seleksi yang digunakan adalah Roulette Wheel.

Pada kasus ini yang terpilih adalah nilai yang terbesar. Tahapan seleksi kromosom adalah sebagai berikut:

* 1. Inverse dengan Q[i] = 1/Fitness[i].

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sleksi Kromosom | | |
| No | INVERSE (Q[i] = 1/FITNESS[i]) | Hasil |
| Q1 | 1/0.75 | 1.333 |
| Q2 | 1/1.45 | 0.690 |
| Q3 | 1/2.05 | 0.488 |
| Q4 | 1/2.24 | 0.446 |
| Q5 | 1/2.31 | 0.433 |
| Q6 | 1/3.27 | 0.306 |
| Total Qi | Q(i) = 1.333+0.690+0.488+0.446+0.433+0.306 | 3.696 |

* 1. Probabilitas/Fitness Relatif tiap individu dengan P[i] = Q[i]/Total Q[i].

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sleksi Kromosom | | |
| PROBABILITAS (P[i]=Q[i]/TOTAL Q[i]) | | |
| P1 | 1.333/3.696 | 0.361 |
| P2 | 0.69/3.696 | 0.187 |
| P3 | 0.488/3.696 | 0.132 |
| P4 | 0.446/3.696 | 0.121 |
| P5 | 0.433/3.696 | 0.117 |
| P6 | 0.275/3.696 | 0.083 |

* 1. Fitness Kumulatif/Nilai Kumulatif dari Probabilitas dengan n=0,1,2,3,4... dan i=1,2,3,4..., jadi C(i) = C[n] + P[n+1].

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sleksi Kromosom | | |
| Fitnes Kumulatif | | |
| C1 | 0.364 | 0.361 |
| C2 | 0.364+0.187 | 0.547 |
| C3 | 0.547+0.132 | 0.679 |
| C4 | 0.679+0.121 | 0.800 |
| C5 | 0.800+0.117 | 0.917 |
| C6 | 0.917+0.083 | 1.000 |

* 1. Memilih induk yang akan menjadi kandidat untuk di croosover dengang membangkitkan bilangan acak/random (R) yaitu R[i].

|  |  |
| --- | --- |
| Sleksi Kromosom | |
| Nilai acak (R) | |
| R1 | 0.405 |
| R2 | 0.899 |
| R3 | 0.711 |
| R4 | 0.504 |
| R5 | 0.935 |
| R6 | 0.671 |

* 1. Membandingkan antara nilai R (Random) dengan C (Komulatif) denganC>R (pilih nilai C yang mendekati dengan nilai R) untuk menetukan kromosom nilai baru.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sleksi Kromosom | | |
| Memilih nilai C yang terdekat dengan R (C >  R) | | |
| No | Niali acak | C > R |
| R1 | 0.405 | 0.547 |
| R2 | 0.899 | 0.917 |
| R3 | 0.711 | 0.800 |
| R4 | 0.504 | 0.547 |
| R5 | 0.935 | 1 |
| R6 | 0.671 | 0.679 |

* 1. Kromosom baru hasil seleksi.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kromosom baru hasil Sleksi | | | | | | | | |
| No | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | jml | Asal |
| 1 | 0.8 | 0.65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.45 | K2 |
| 2 | 0.85 | 0 | 0.45 | 0.93 | 0.03 | 0.05 | 2.31 | K5 |
| 3 | 0 | 0.89 | 0.42 | 0.91 | 0.02 | 0 | 2.24 | K4 |
| 4 | 0.8 | 0.65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.45 | K2 |
| 5 | 0.9 | 0.85 | 0.46 | 0.96 | 0.4 | 0.06 | 3.63 | K6 |
| 6 | 0 | 0.78 | 0.42 | 0.85 | 0 | 0 | 2.05 | K3 |

###### Crossover

Tahapan crossover adalah sebagai berikut:

* 1. Karena peluang crossover (pc) = 0,5, maka diharapkan 50% dari total kromosom akan mengalami crossover 3 dari 6 kromosom, dengan cara

6 \* 0,5= 3.

* 1. Untuk memilih kromosom-kromosom yang akan dilakukan crossover yaitu dengan cara membangkitkan bilangan acak [0 1] sebanyak jumlah popsize yaitu 6 buah.

|  |  |
| --- | --- |
| No | Nilai Acak[0-1] |
| R1 | 0.211 |
| R2 | 0.415 |
| R3 | 0.534 |
| R4 | 0.318 |
| R5 | 0.872 |
| R6 | 0.711 |

* 1. Pilih bilangan-bilangan yang kurang atau lebih kecil dari nilai pc dalam hal ini nilai pc = 0,5 untuk dilakukan crossover.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Nilai Acak[0-1] | | R<PC(0.5) |
| R1 | 0.211 | 0.211 | |
| R2 | 0.415 | 0.415 | |
| R3 | 0.634 | FALSE | |
| R4 | 0.318 | 0.318 | |
| R5 | 0.872 | FALSE | |
| R6 | 0.711 | FALSE | |

Nilai yang terpilih adalah sebagai berikut:

|  |
| --- |
| Nilai yang terpilih : |
| R1 (0.211) |
| R2 (0.415) |
| R4 (0.318) |

* 1. Proses crossover.

K2

K2

K4

K1

K4

K2

K4

K1

K1

Hasil

Step 2

Step 1

Proses Crossover

* 1. Populasi setelah proses crossover.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Setelah digabungkan kembali dengan semua kromosom | | | | | | | |
| No | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | jml |
| K1 | 0.8 | 0.65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.45 |
| K2 | 0.8 | 0.65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.45 |
| K3 | 0 | 0.89 | 0.42 | 0.91 | 0.02 | 0 | 2.24 |
| K4 | 0.85 | 0 | 0.45 | 0.93 | 0.03 | 0.05 | 2.31 |
| K5 | 0.9 | 0.85 | 0.46 | 0.96 | 0.4 | 0.06 | 3.63 |
| K6 | 0 | 0.78 | 0.42 | 0.85 | 0 | 0 | 2.05 |

###### Mutasi

Tahapan mutasi adalah sebagai berikut:

* 1. Menghitung panjang Gen pada populasi dengan rumus Panjang total gen = popsize \* jumlah Gen pada setiap kromosom.

Panjang total gen = 6 \* 6 = 36

* 1. Memilih posisi gen yang dimutasi dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak antara 1 sampai dengan panjang total gen (1 - 36).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| BILANGAN ACAK (R) | | | | | |
| 0,8643 | 0,4561 | 0,7680 | 0,0566 | 0,2762 | 0,3036 |
| 0,2242 | 0,6874 | 0,1291 | 0,1095 | 0,7883 | 0,9317 |
| 0,2152 | 0,5596 | 0,3284 | 0,0582 | 0,6056 | 0,3604 |
| 0,4698 | 0,7627 | 0,5429 | 0,4302 | 0,7535 | 0,5976 |
| 0,9593 | 0,7192 | 0,2904 | 0,7413 | 0,2881 | 0,6747 |
| 0,3938 | 0,0306 | 0,0379 | 0,3575 | 0,4099 | 0,5258 |

1. Ditentukan pm=0,2 atau 20% maka jumlah gen yang akan dimutasi adalah pm

\* total gen = nilai hasil bit (dibulatkan).

Jumlah gen yang dimutasi = 0,2 \* 36 = 7,2= 7

1. Menciptakan bilangan acak [0 1] sebanyak jumlah gen yaitu 36 kemudian dikelompokan berdasarkan kromosom yaitu sejumlah 6. Selanjutnya pilih nilai gen antara 1-6 pada tiap kromosom dengan nilai yang kurang dari nilai pm yaitu 0,2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| TABEL BILANGAN ACAK MUTASI | | | | | | | | | | | |
| K[1] | | K[2] | | K[3] | | K[4] | | K[5] | | K[6] | |
| R[1] | 0,8643 | R[1] | 0,4561 | R[1] | 0,7680 | R[1] | 0,0566 | R[1] | 0,2762 | R[1] | 0,3036 |
| R[2] | 0,2242 | R[2] | 0,6874 | R[2] | 0,1291 | R[2] | 0,1095 | R[2] | 0,7883 | R[2] | 0,0355 |
| R[3] | 0,2152 | R[3] | 0,5596 | R[3] | 0,3284 | R[3] | 0,0582 | R[3] | 0,6056 | R[3] | 0,3604 |
| R[4] | 0,4698 | R[4] | 0,7627 | R[4] | 0,5429 | R[4] | 0,4302 | R[4] | 0,7535 | R[4] | 0,5976 |
| R[5] | 0,9593 | R[5] | 0,7192 | R[5] | 0,2904 | R[5] | 0,7413 | R[5] | 0,2881 | R[5] | 0,6747 |
| R[6] | 0,3938 | R[6] | 0,0306 | R[6] | 0,3379 | R[6] | 0,3575 | R[6] | 0,0685 | R[6] | 0,5258 |
| FALSE | FALSE | R[6] | 0,0306 | R[2] | 0,1291 | R[1] | 0,0566 | R[6] | 0,0685 | R[2] | 0,0355 |

a. Kemudian mutasi atau pindahkan gen tersebut dengan mengambil nilai gen didepannya kemudian lakukan pertukaran, maka Gen = Gen + 1 dan Gen + 1 = Gen. Apabila Gen pada posisi terakhir maka ambilkan dari Gen yang paling depan, kemudian tukar Gen depan = Gen terakhir dan Gen terakhir = Gen depan.

|  |
| --- |
| Kromosom dan gen yang terkena mutasi |
| Kromosom 2 dan gen 6 |
| Kromosom 3 dan gen 2 |
| Kromosom 4 dan gen 1 |
| Kromosom 5 dan gen 6 |
| Kromosom 6 dan gen 2 |

Bentuk populasi awal:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Proses Mutasi Gen | | | | | | | |
| No | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | Gen yang ditukarkan |
| K1 | 0.8 | 0.65 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
| K2 | 0.8 | 0.65 | 0 | 0 | 0 | 0 | G6(0) dengan G5(0) |
| K3 | 0 | 0.89 | 0.42 | 0.91 | 0.02 | 0 | G2(0.89) dengan G1(0) |
| K4 | 0.85 | 0 | 0.45 | 0.93 | 0.03 | 0.05 | G1(0.85) dengan G6(0.05) |
| K5 | 0.9 | 0.85 | 0.46 | 0.96 | 0.04 | 0.06 | G6(0.06) dengan G5(0.04) |
| K6 | 0 | 0.78 | 0.42 | 0.85 | 0 | 0 | G2(0.78) dengan G1(0) |

##### PENUTUP

**Kelebihan Algoritma Genetika**

1. Algoritma ini hanya melakukan sedikit perhitungan matematis yang

berhubungan dengan masalah yang ingin diselesaikan. Karena sifat perubahan evolusi alamiah, maka algoritma ini akan mencari penyelesaian tanpa

memperhatikan proses-proses yang berhubungan dengan masalah yang diselesaikan secara langsung. Algoritma ini juga dapat mengendalikan fungsi

objektif dan batasan yang didefinisikan, baik pada ruang pencarian diskrit atau ruang pencarian analog.

2. Operator-operator evolusi membuat algoritma ini sangat efektif pada pencarian

global.

1. Algoritma ini memiliki fleksibilitas yang tinggi untuk dihibridkan dengan metode pencarian lainnya agar lebih efektif.

**Kekurangan Algoritma Genetika**

Kekurangan Algoritma Genetika jika dibandingkan dengan algoritma pencarian lainnya adalah adanya ketidakpastian untuk menghasilkan solusi optimum global,

karena sebagian besar dari algoritma ini berhubungan dengan bilangan random yang bersifat probabilistik.