

# Laporan Tugas 1 Kecerdasan Buatan

## Simulated Annealing

M Reza Prawira S (1301161771)

### 1. Algoritma (Strategi Penyelesaian)

Diketahui:

$$f(x_1, x_2) = - \left( \sin(x_1) \cos(x_2) + \frac{4}{5} \exp \left( 1 - \sqrt{x_1^2 + x_2^2} \right) \right)$$

Dengan batasan  $-10 \leq x_1 \leq 10$  dan  $-10 \leq x_2 \leq 10$ .

**Pertama**, bangkitkan  $x_1$  dan  $x_2$  awal secara random dengan range -10 sampai 10. Berikutnya cari nilai fungsi(E) awal dengan  $x_1$  dan  $x_2$  tadi sehingga didapatkan E pertama atau E0. Jadikan  $x_1$  dan  $x_2$  menjadi  $x_1$  best dan  $x_2$  best serta nilai E0 menjadi Ebest yang menandakan solusi awal(current solution) atau solusi terbaik dari pemecahan nilai optimum.

**Kedua**, inisialisasi nilai T. Besar nilai T yang diinisialisasikan dapat berapa saja dengan acuan nilai yang lebih besar akan memberikan iterasi pencarian solusi yang lebih banyak.

**Ketiga**, lakukan iterasi dengan dimulai dari mencari state baru untuk  $x_1$  ( $x_{1b}$ ) dan  $x_2$  ( $x_{2b}$ ) juga nilai E baru( $E_b$ ). Dari state baru  $E_b$  ini cari selisih dengan state awal yaitu E0 sehingga didapatkan besar selisihnya yang dimasukkan ke variabel dE.

**Keempat**, cek besar nilai dE. Karena kita mencari nilai minimum fungsi E, maka besar dE harus kurang dari 0 yang berarti state baru lebih baik dari current solution.

Ada dua kondisi dE, apabila besar dE kurang dari 0, maka:

Swap  $x$  awal dengan  $x$  baru dan E0 dengan  $E_b$ . Cek lagi jika nilai  $E_b$  lebih kecil dari E best (current solution) maka jadikan  $x_1$  dan  $x_2$  awal menjadi  $x_1$  best dan  $x_2$  best dan E0 menjadi E best.

Apabila besar dE lebih dari 0, yang berarti state baru tidak lebih baik dari current solution, maka:

Cari nilai probabilitas dengan rumus:  $p = \exp(-dE/T)$  dan bandingkan dengan nilai  $r$  random dengan range 0 sampai 1. Jika  $p$  lebih besar dari  $r$  maka jadikan state baru sebagai current solution, jika  $p$  tidak lebih besar dari  $r$  maka lewatkan atau state baru tidak dijadikan current solution.

**Kelima**, lakukan pengurangan nilai T, dalam hal ini T dikali dengan nilai pecahan kecil dan lanjutkan iterasi hingga  $T=0$ .

### 2. Analisis hasil.

Karena adanya inisiasi  $x_1$  dan  $x_2$  yang random dan generate  $x_1$  baru dan  $x_2$  baru yang random juga selama iterasi maka hasil minimum yang didapatkan berbeda beda program dijalankan. Akan tetapi, perolehan nilai minimum yang paling kecil didapatkan dari modifikasi nilai T awal dan pengurangan nilai T selama iterasi. Berikut percobaan modifikasi beberapa nilai T dan pengurangan nilai T(dT):

$T=1000$ ;  $dT=1/1000000000000000$ ;

```
E:\College Stuff\Materi\AI\Tugas1>python tugasSA.py  
-1.4855690535101673 -3.0595440453948104  
-1.0655104398040118
```

$T=1000$ ;  $dT=1/1000000000000000$ ;

```
E:\College Stuff\Materi\AI\Tugas1>python tugasSA.py  
-1.5360659221332396 -2.944082150847117  
-1.0585298409754353
```

$T=1$ ;  $dT=1/1000000000000000$ ;

```
E:\College Stuff\Materi\AI\Tugas1>python tugasSA.py  
1.1449214029095864 -0.0675093612386568  
-1.5993005566003586
```

$T=1$ ;  $dT=1/1000000000000000$ ;

```
E:\College Stuff\Materi\AI\Tugas1>python tugasSA.py  
0.013624781448621892 0.03581404068380345  
-2.1064897560113245
```

Terlihat bahwa nilai  $T$  yang besar ataupun kecil disertai dengan pengurangan  $T$  ( $dT$ ) yang besar memberikan nilai minimum yang lebih optimal. Hal ini sesuai dengan cara kerja *Simulated Annealing*. Simulated Annealing (SA) merupakan proses peleburan dan pendinginan metal atau logam dengan kondisi temperatur yang tinggi dan terus menurun secara gradual sehingga didapatkan bentuk metal yang baru.

Besar temperatur ( $T$ ) yang tinggi akan memengaruhi banyaknya iterasi pencarian nilai minimum sehingga peluang mendapatkan solusi optimum semakin besar pula. Selain itu, SA juga tidak mengabaikan solusi baru yang lebih buruk daripada solusi sebelumnya karena solusi tersebut dapat memberikan solusi terbaik sehingga didapatkan solusi optimum yang global. Hal ini dibuktikan ketika  $dE > 0$  solusi baru tidak diabaikan tetapi tetap dipertimbangkan dengan probabilitas  $p$ .