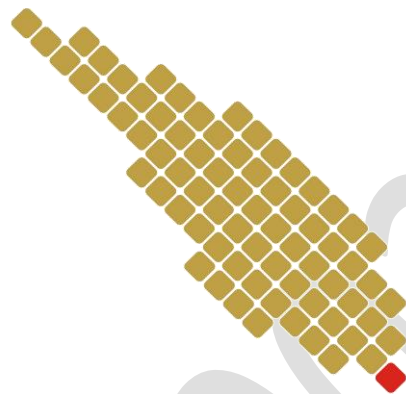


**LAPORAN TUGAS TIGA MINGGU**

**SWARM INTELLIGENCE (SI)**

**ARTIFICIAL BEE COLONY (ABC)**



**ITERA**

Disusun Oleh :

Nama : Rika Ajeng Finatih

NIM : 121450036

Kelas : RB

**PROGRAM STUDI SAINS DATA**

**FAKULTAS SAINS**

**INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA**

**2024**

# SWARM INTELLIGENCE (SI)

## ARTIFICIAL BEE COLONY (ABC)

### A. Teori Dasar

*Artificial Bee Colony* (ABC) merupakan algoritma optimasi metaheuristik yang terinspirasi dari perilaku mencari makan lebah madu. Algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC) dikenalkan oleh Kraboga pada tahun 2010 [1] untuk menyelesaikan masalah numerik. Algoritma ini terinspirasi oleh perilaku cerdas lebah madu dalam mencari makan. ABC didasarkan pada model perilaku koloni lebah madu yang di usulkan oleh Tareshko dan Leongarov pada tahun 2005 [2].

Dalam ABC, koloni lebah buatan terdiri dari tiga kelompok, yakni: *Onlooker Bees* (Lebah Pengamat) yang memperhatikan tarian lebah yang bekerja di dalam sarang untuk memilih *food source* (sumber makanan), dan *scout bees* (Lebah Penjelajah) yang mencari sumber makanan secara acak. Baik *onlooker bees* maupun *Scout Bees* disebut juga sebagai lebah yang mengganggung. Awalnya, semua posisi *food source* ditemukan oleh *onlooker bees*. Selanjutnya, *nectar* dari *food source* dieksploitasi oleh *employed bees* dan *onlooker bees*, dan eksploitasi - yang berkelanjutan ini pada akhirnya akan menyebabkan mereka lelah. Kemudian, *employed bees* yang sedang mengeksploitasi *food source* yang kelelahan tersebut menjadi *scout bees* lagi dalam mencari sumber makanan lebih lanjut. Dengan kata lain, *employed bees* yang *food source* telah habis menjadi *scout bees*. Hal ini mengartikan bahwa posisi *food source* mewakili solusi yang mungkin untuk masalah dan jumlah *nectar* dari *food source* menggambarkan kualitas (*fitness*) solusi yang terkait. Jumlah *bees* yang bekerja sama dengan jumlah *food source* (Solusi) karena setiap *bees* yang bekerja terkait dengan satu dan hanya satu *food source*.

Berikut merupakan skema umum dari Algoritma *Bee Colony* (ABC) sebagai berikut:

#### 1. Initialization Phase

Dalam teorinya, inisialisasi populasi algoritma dilakukan secara acak (random).

Berikut merupakan definisi yang dapat digunakan untuk tujuan inisialisasi:

$$x_{mi} = l_i + rand(0,1).(u_i - l_i) \quad (1)$$

Dimana,

$l_i$  = Batas bawah

$u_i$  = Batas atas variable ke-i

$rand(0,1)$  = Angka acak antara 0 dan 1

## 2. *Employed Bees Phase*

*Employed Bees* (Lebah Pekerja) mencari sumber makanan baru ( $v_m$ ) yang memiliki lebih banyak *nectar* di sekitar *food source* ( $x_m$ ). *Employed Bees* menemukan sumber makanan tetangga dan kemudian mengevaluasi profitabilitasnya (kecocokan). Dalam hal menemukan *food source* baru ( $v_m$ ) menggunakan rumus berikut.

$$v_{mi} = x_{mi} + \Phi_{mi}(x_{mi} - x_{ki}) \quad (2)$$

Dimana,

$x_{ki}$  = Sumber makanan yang dipilih secara acak pada indeks parameter ke- $i$

$\Phi_{mi}$  = Angka acak dalam rentang  $[-1, 1]$

Nilai kecocokan solusi,  $fit_m(x_m)$ , dapat dihitung untuk masalah minimasi menggunakan rumus berikut.

$$fit_m(X_m) = \begin{cases} \frac{1}{1 + f_m(X_m)} & \text{Jika } f_m(X_m) \geq 0 \\ \frac{1}{1 + |f_m(X_m)|} & \text{Jika } f_m(X_m) < 0 \end{cases} \quad (3)$$

Dimana,

$f_m(X_m)$  = Fungsi tujuan Solusi  $X_m$

## 3. *Onlooker Bees Phase*

Lebah yang menganggur terdiri dari dua kelompok, yakni *onlooker bees* dan *scout bees*. Lebah yang bekerja berbagi informasi tentang sumber makanan dengan *onlooker bees* yang menunggu di sarang, dan kemudian *onlooker bees* memilih sumber makanan mereka secara probabilistik berdasarkan informasi ini. Dalam ABC, *onlooker bees* memilih sumber makanan tergantung pada nilai probabilitas yang dihitung menggunakan nilai kecocokan (*fitness*) yang diberikan oleh *employed bees*. Dalam perhitungannya, digunakan perhitungan dengan Teknik selesai berbasis kecocokan seperti metode *roda roulette* [3].

Nilai probabilitas  $p_m$  dengan mana  $x_m$  dipilih oleh *onlooker bees* dapat dihitung dengan menggunakan ekspresi sebagai berikut:

$$p_m = \frac{fit_m(x_m)}{\sum_{m=1}^{SN} fit_m(x_m)} \quad (4)$$

Setelah sumber makanan  $X_m$  untuk seorang *onlooker bees* dipilih secara probabilistik, sumber tetangga  $v_m$  ditentukan dengan persamaan 1, dan nilai kecocokannya dihitung.

#### 4. Scout Bees Phase

Lebah yang mengganggu memiliki *food source* secara acak disebut *Scout bees*. Lebah yang tidak dapat ditingkatkan melalui sejumlah percobaan yang ditentukan oleh pengguna algoritma ABC, disebut sebagai “iterasi” atau “Kriteria Peninggalan” dengan solusi yang mereka tinggalkan. Kemudian, para *scout bees* yang telah diubah mulai mencari solusi baru secara acak. Oleh karena itu, sumber-sumber yang awalnya buruk atau telah dibuat buruk oleh eksplorasi ditinggalkan dan perilaku umpan baik negative muncul untuk menyeimbangkan umpan balik positif.

#### B. Deskripsi Data/Fungsi

Pada penugasan kali ini, digunakan pemilihan fungsi yang sangat sederhana dalam mengimplementasikan *Algoritma Bee Colony* dalam bahasa pemrograman python. Berikut merupakan parameter awal dalam pencarian best solution.

$$\text{Minimize} \quad f(x) = x^2$$

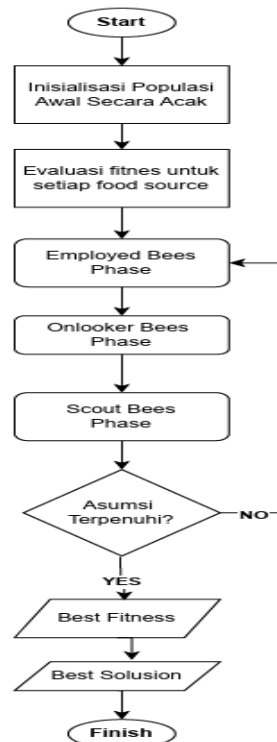
Dengan parameter sebagai berikut:

- Dimana  $10 \leq x \leq 20$
- Swarm (population) size = 20
- Iteration = 36
- Dimention of the problame = 1
- Limit = 25
- Employed Bee = Onlooker Bee = Food Source = 25

#### C. Metode

Metode yang digunakan dalam algoritma *bee colony* adalah metode eksperimental atau studi kasus. Dalam hal ini, dilakukannya implemmentasi algoritma *bee colony* ke dalam bahasa

pemrograman *Python* untuk mengevaluasi kinerja dan efektivitasnya dalam menyelesaikan permasalahan tertentu.



**Gambar 1.** Flowchart Alur *Algorithm Bee Colony*

<b>Tabel 1.</b> <i>Algorithm Bee Colony</i>
Inisialisasi Populasi awal secara acak Evaluasi <i>fitness</i> untuk setiap <i>source food</i> <b>REPEAT</b> <i>Employed Bees Phase</i> <i>Onlooker Bees Phase</i> <i>Scout Bees Phase</i> <b>UNTIL</b> ( <i>maksimum iterasi = 36</i> ) <b>Best Fitness</b> <b>Best Solution</b>

#### **D. Hasil dan Analisis**

Hasil dari pembuatan kode program menggunakan *Python* adalah implementasi algoritma *bee colony* (ABC) untuk mencari solusi optimal dari sebuah fungsi tujuan sederhana. Dalam kasus ini, fungsi tujuan yang digunakan adalah  $f(x) = x^2$ , yang mencari nilai minimum dari fungsi tersebut dalam rentang  $10 \leq x \leq 20$ . Berikut adalah hasil dari eksekusi kode program:

```

Iterasi ke-0, Best Fitness: 3973.4514870448693
Iterasi ke-1, Best Fitness: 3973.4514870448693
Iterasi ke-2, Best Fitness: 3923.3017672390047
Iterasi ke-3, Best Fitness: 3923.3017672390047
Iterasi ke-4, Best Fitness: 3923.3017672390047
Iterasi ke-5, Best Fitness: 3923.3017672390047
Iterasi ke-6, Best Fitness: 3893.1989358895257
Iterasi ke-7, Best Fitness: 3871.2702589010073
Iterasi ke-8, Best Fitness: 3858.6597568861266
Iterasi ke-9, Best Fitness: 3837.7500052994487
Iterasi ke-10, Best Fitness: 3819.393191523451
Iterasi ke-11, Best Fitness: 3790.7951463829504
Iterasi ke-12, Best Fitness: 3751.2388015652314
Iterasi ke-13, Best Fitness: 3718.640529147355
Iterasi ke-14, Best Fitness: 3718.640529147355
Iterasi ke-15, Best Fitness: 3718.640529147355
Iterasi ke-16, Best Fitness: 3701.061175575809
Iterasi ke-17, Best Fitness: 3685.676102659094
Iterasi ke-18, Best Fitness: 3657.850775846589
Iterasi ke-19, Best Fitness: 3634.9204534412497
Iterasi ke-20, Best Fitness: 3629.208555365243
Iterasi ke-21, Best Fitness: 3622.2045329159214
Iterasi ke-22, Best Fitness: 3622.2045329159214
Iterasi ke-23, Best Fitness: 3622.2045329159214
Iterasi ke-24, Best Fitness: 3607.771483448832
Iterasi ke-25, Best Fitness: 3597.1489193925813
Iterasi ke-26, Best Fitness: 3589.7158726004404
Iterasi ke-27, Best Fitness: 3577.6788035312047
Iterasi ke-28, Best Fitness: 3559.9094817412088
Iterasi ke-29, Best Fitness: 3559.9094817412088
Iterasi ke-30, Best Fitness: 3528.53060396595
Iterasi ke-31, Best Fitness: 3492.4575622141424
Iterasi ke-32, Best Fitness: 3491.0059785954836
Iterasi ke-33, Best Fitness: 3491.0059785954836
Iterasi ke-34, Best Fitness: 3479.381608177372
Iterasi ke-35, Best Fitness: 3479.381608177372
--- Hasil Optimisasi ---
Fitness Terbaik: 3479.381608177372
Solution Terbaik: [17.76189228 12.68340558 12.98122071 9.4003321 15.27605643 9.46299729
13.92820387 13.93506717 11.92331888 15.90611583 9.50942305 10.24738465
15.96742092 13.37750553 6.66193253 14.24588268 16.46500501 11.70047572
15.96672709 10.01388181]
PS C:\Users\RIKA>

```

Gambar 2. Ouput Algoritma ABC

Dari hasil tersebut, terlihat bahwa algoritma ABC berjalan melalui beberapa iterasi. Pada setiap iterasi, nilai *fitness* terbaik yang ditemukan (nilai terkecil) dipantau. Nilai ini kemudian terus-menerus diperbarui seiring dengan berjalannya iterasi sebanyak 36 kali, menunjukkan perbaikan yang terjadi pada solusi selama proses optimisasi. Pada akhirnya, algoritma mencapai nilai *fitness* terbaik 3479.381, yang merupakan nilai minimum dari fungsi  $f(x) = x^2$  yang berhasil ditemukan serta solusi terbaik yang berkaitan dengan nilai variabel  $x$ .

Hasil optimisasi ini menunjukkan keberhasilan *algoritma bee colony* dalam menemukan solusi yang mendekati nilai minimum dari fungsi tujuan dalam rentang yang ditentukan. Selain itu, hasil ini juga menggambarkan bagaimana algoritma ABC secara bertahap mendekati solusi optimal melalui serangkaian iterasi dan pengoptimalan nilai variabel  $x$ .

## E. Kesimpulan

ABC adalah algoritma optimasi metaheuristik yang terinspirasi oleh perilaku lebah madu dalam mencari makan. Melalui 36 kali iterasi, ABC berhasil mendekati nilai minimum

fungsi tujuan dengan nilai *fitness* terbaik sebesar 3479.38. Hasil ini menunjukkan keberhasilan ABC dalam menemukan solusi yang mendekati optimum dalam rentang yang ditentukan. Dengan demikian, ABC dapat diandalkan untuk menyelesaikan berbagai masalah optimasi numerik.

## Referensi

- [1] D. Karaboga, "Artificial bee colony algorithm," *scholarpedia*, pp. 5(3), 6915, 2010.
- [2] V. & L. A. Tereshko, "Collective decision making in honey-bee foraging dynamics," *Computing and information systems*, pp. 9(3), 1, 2005.
- [3] D. Karaboga, B. Gorkemli, C. Ozturk and N. Karaboga, "A comprehensive survey: artificial bee colony (ABC)," *Artificial intelligence review*, pp. 21-57, 2014.