

# **HYBRID OF ARTIFICIAL BEE COLONY (ABC) AND TABU SEARCH (TS) ALGORITHMS TO SOLVE RESOURCE CONSTRAINED PROJECT SCHEDULING PROBLEM (RCPSP)**

**Supervisor Lecture**

**Dr. Herry Suprajitno, S.Si, M.Si.**

**Drs. Edi Winarko, M.Cs.**

**Akrom Fuadi**

082011233079

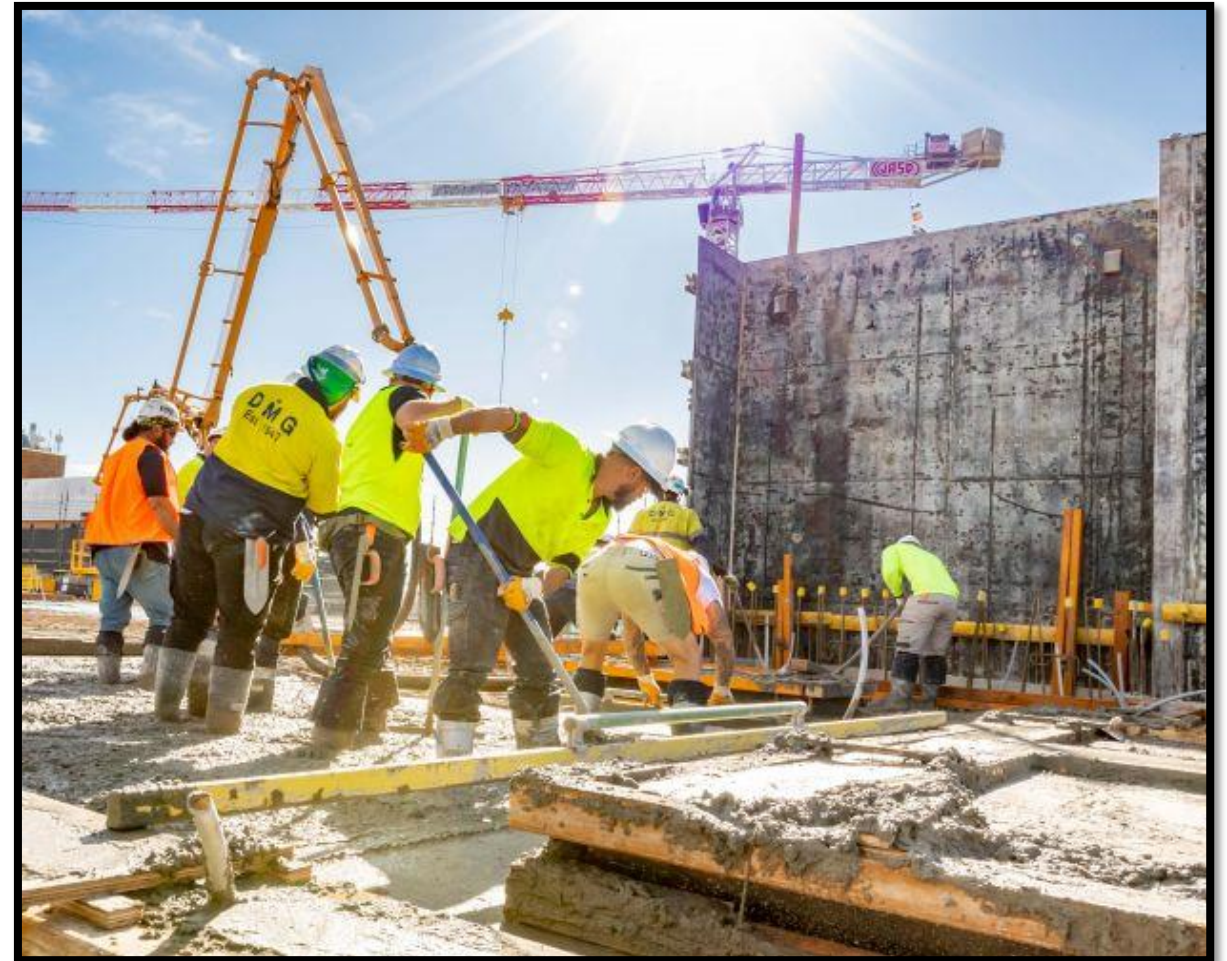


# CHAPTER 1

## Introduction

- Background
- Problem Formulation
- Purpose

# Background





# Background



1. How to solve the Resource-Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP) using a hybrid Artificial Bee Colony (ABC) & Tabu Search (TS) algorithms?
2. How to create a hybrid program of the Artificial Bee Colony (ABC) & Tabu Search (TS) algorithms to solve the Resource-Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP)?
3. How to implement the hybrid program of the Artificial Bee Colony (ABC) & Tabu Search (TS) algorithms for a case study?

1. Solving the Resource-Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP) with a hybrid Artificial Bee Colony (ABC) & Tabu Search (TS) algorithms.
2. Developing a hybrid program of the Artificial Bee Colony (ABC) & Tabu Search (TS) algorithms to solve the Resource-Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP).
3. Implementing the hybrid program of the Artificial Bee Colony (ABC) & Tabu Search (TS) algorithms for a case study.

# BAB 2

## Tinjauan Pustaka

- Resource Constrained Project Scheduling Problem
- Algoritma Artificial Bee Colony
- Algoritma Tabu Search

Resource Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP) merupakan masalah penjadwalan aktivitas-aktivitas pada suatu proyek di mana harus memenuhi precedence constraints dan resource constraints.

(Zhang & Tam, 2006)



Secara umum, model dari RCPSP dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Min } Z = F_{n+1}$$

dengan kendalanya yaitu

$$F_j \geq F_h + d_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad F_h \in H, \quad F_j \geq 0$$

$$\sum_{j \in S_t}^n r_{j,k} \leq R_k, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad t \geq 0$$

Keterangan,

$F_{n+1}$  : Waktu selesai aktivitas proyek secara keseluruhan

$F_j$  : Waktu selesai aktivitas ke- $j$

$d_j$  : Durasi aktivitas ke- $j$

$F_h$  : Waktu selesai aktivitas pendahulu

$H$  : Aktivitas-aktivitas yang mendahului aktivitas ke- $j$

$r_{i,k}$  : Banyaknya sumber daya tipe ke- $k$  yang dibutuhkan oleh aktivitas ke- $j$

$R_k$  : Total ketersediaan sumber daya tipe ke- $k$

$n$  : Banyaknya aktivitas

$K$  : Banyaknya tipe sumber daya

$S_t$  : Sekelompok aktivitas yang sedang dikerjakan pada waktu  $t$

$t$  : Indeks waktu

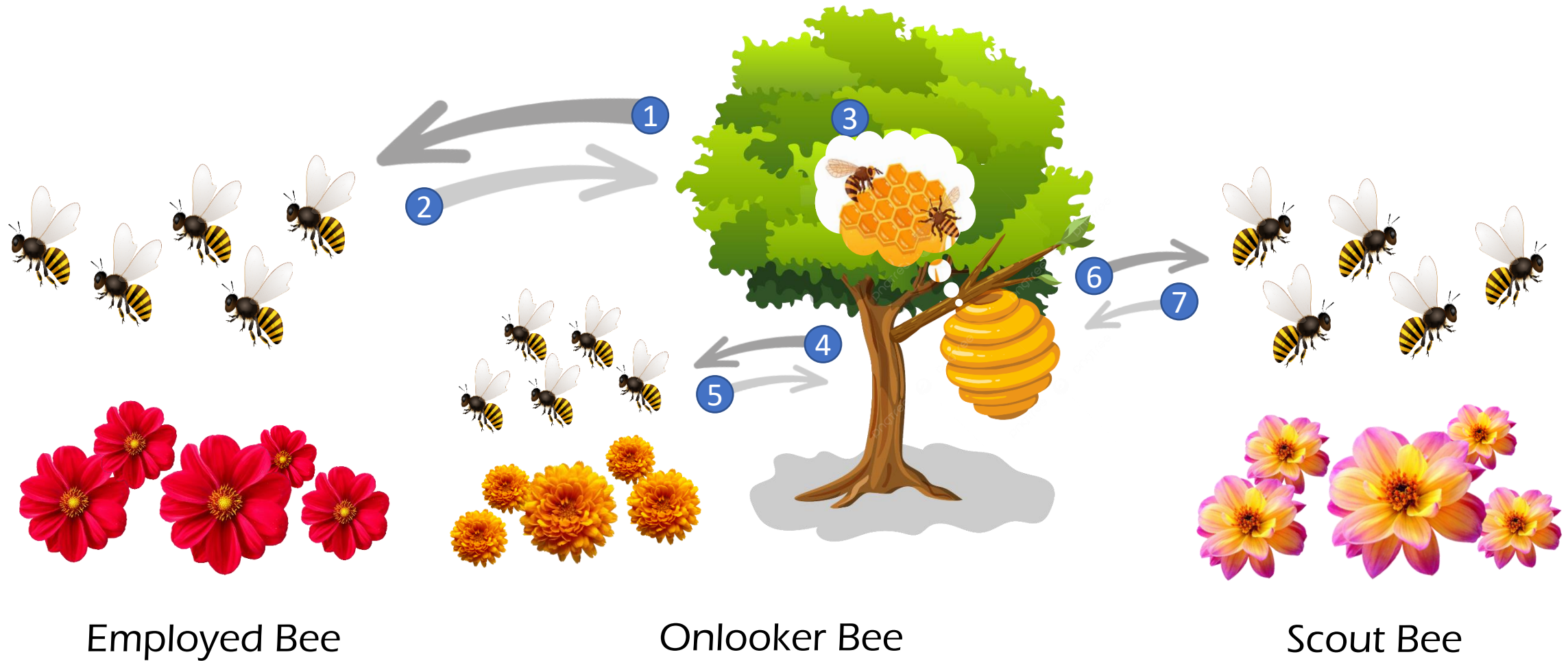
Priority Scheduling Method adalah metode penjadwalan yang menggunakan aturan-aturan prioritas untuk menyelesaikan permasalahan antar aktivitas untuk merebutkan sumber daya yang tersedia.

**(Lee & Kim, 1996)**

Algoritma Artificial Bee Colony (ABC) adalah algoritma optimisasi yang terinspirasi oleh perilaku koloni lebah. Algoritma ini bekerja dengan cara mengikuti tiga tipe lebah yang berbeda dalam koloni lebah: employed bee, onlooker bee, dan scout bee.

(Karaboga & Akay, 2009)





Food source baru yang dicari oleh Employed Bee dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$x_{ab} = \theta_{ab} + \mu \cdot (\theta_{ab} - \theta_{cb})$$

dengan,

- $a$  : Indeks dari jumlah food source ( $a = 1, 2, \dots, NF$ )
- $b$  : Indeks dari jumlah aktivitas ( $b = 1, 2, \dots, n$ )
- $c$  : Indeks dari jumlah food source ( $c = 1, 2, \dots, NF$ ) dengan  $c$  ditentukan secara acak dan  $c \neq a$
- $\mu$  : Bilangan real yang dibangkitkan secara acak antara  $[-1, 1]$
- $\theta_{ab}$  : Nilai prioritas lama  $\theta$  food source ke- $a$  dan aktivitas ke- $b$
- $\theta_{cb}$  : Nilai prioritas lama  $\theta$  food source ke- $c$  dan aktivitas ke- $b$
- $x_{ab}$  : Neighbourhood dari  $\theta_{ab}$  (nilai solusi baru ke- $a$  dan dimensi ke- $b$ )
- $NF$  : Jumlah food source
- $n$  : Dimensi penyelesaian

Terdapat parameter limit of abandonment ( $L$ ) yaitu parameter yang menentukan batas dari food source dapat dinyatakan habis. Batas dari food source habis dapat dihitung dengan cara:

$$L = n \times NF$$

dengan,

$L$  : Limit of abandonment

$n$  : Dimensi penyelesaian

$NF$  : Jumlah food source

Seleksi memiliki tujuan yaitu untuk memilih individu yang memiliki kualitas terbaik dalam suatu populasi. Individu terpilih akan menjadi generasi penerus dan diharapkan mampu mendekati solusi optimal.

**(Kumar R. 2012)**



Menghitung nilai fitness ( $v_k$ ) masing-masing individu

$$v_k = f(x)_{max} + f(x)_{min} - f(x_k), k = 1, 2, \dots, n$$

dengan,

$n$  : Dimensi penyelesaian

$f(x)$  : Nilai fungsi tujuan

Menghitung fitness total populasi ( $F$ )

$$F = \sum_{k=1}^n v_k$$

Menghitung fitness relatif ( $p_k$ ) masing-masing individu  $v_k$

$$p_k = \frac{v_k}{F}, k = 1, 2, \dots, n$$

Menghitung fitness kumulatif ( $q_k$ ) masing-masing individu

$$q_k = \sum_{j=1}^k p_j, k = 1, 2, \dots, n$$

Proses pemilihan pada roulette wheel:

1. Generate bilangan acak  $i$   $[0, 1]$
2. Jika  $i \leq q_1$  maka individu pertama terpilih
3. Jika  $q_{k-1} < i \leq q_k$  maka individu  $q_k$  terpilih

Algoritma Tabu Search (TS) adalah algoritma optimisasi metaheuristic yang digunakan untuk mencari solusi yang baik dalam masalah optimasi kombinatorial.

(Gallego, dkk. 2000)

Tahapan proses algoritma Tabu Search:

1. Tahapan inisialisasi, generate solusi awal dan menentukan tabu list
2. Generate kandidat solusi tetangga untuk solusi non tabu
3. Menghitung nilai fungsi tujuan solusi dan pemilihan solusi terbaik pada kandidat solusi
4. Update tabu list
5. Ulangi langkah 2-4 sampai maksimum iterasi tercapai



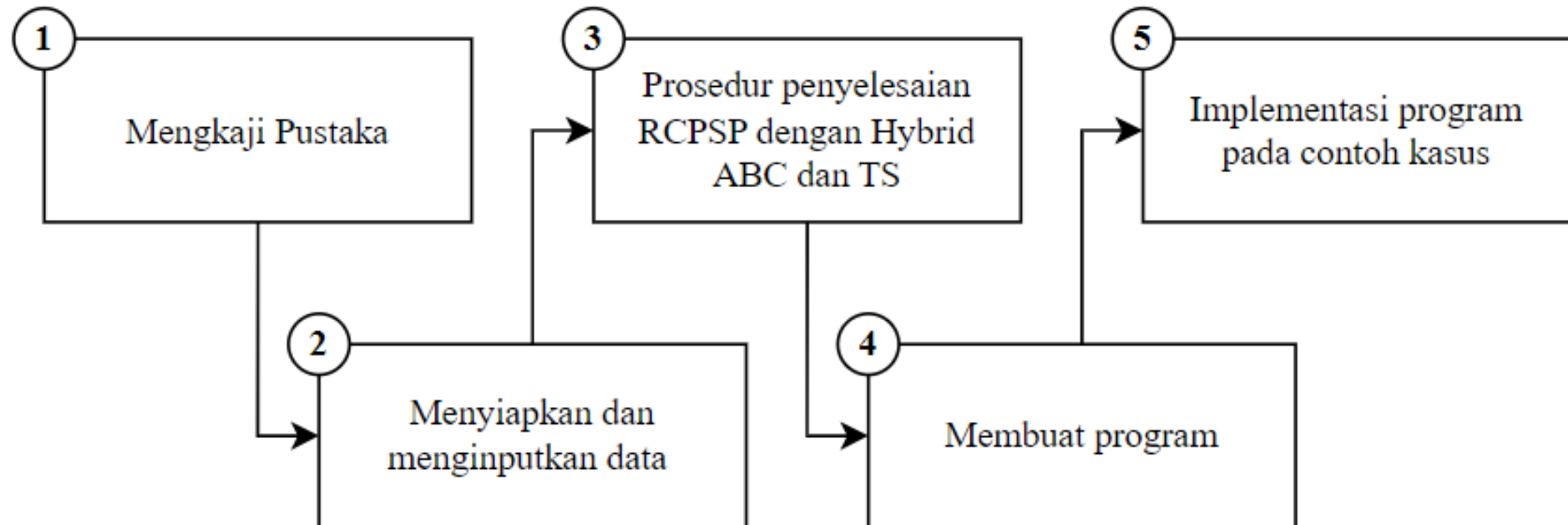
Swap mutation adalah salah satu jenis mutasi dalam algoritma genetika yang digunakan untuk memodifikasi kromosom individu. Dalam swap mutation, dua gen atau elemen genetik pada kromosom ditukar posisinya secara acak.

(Deb K. 2001)



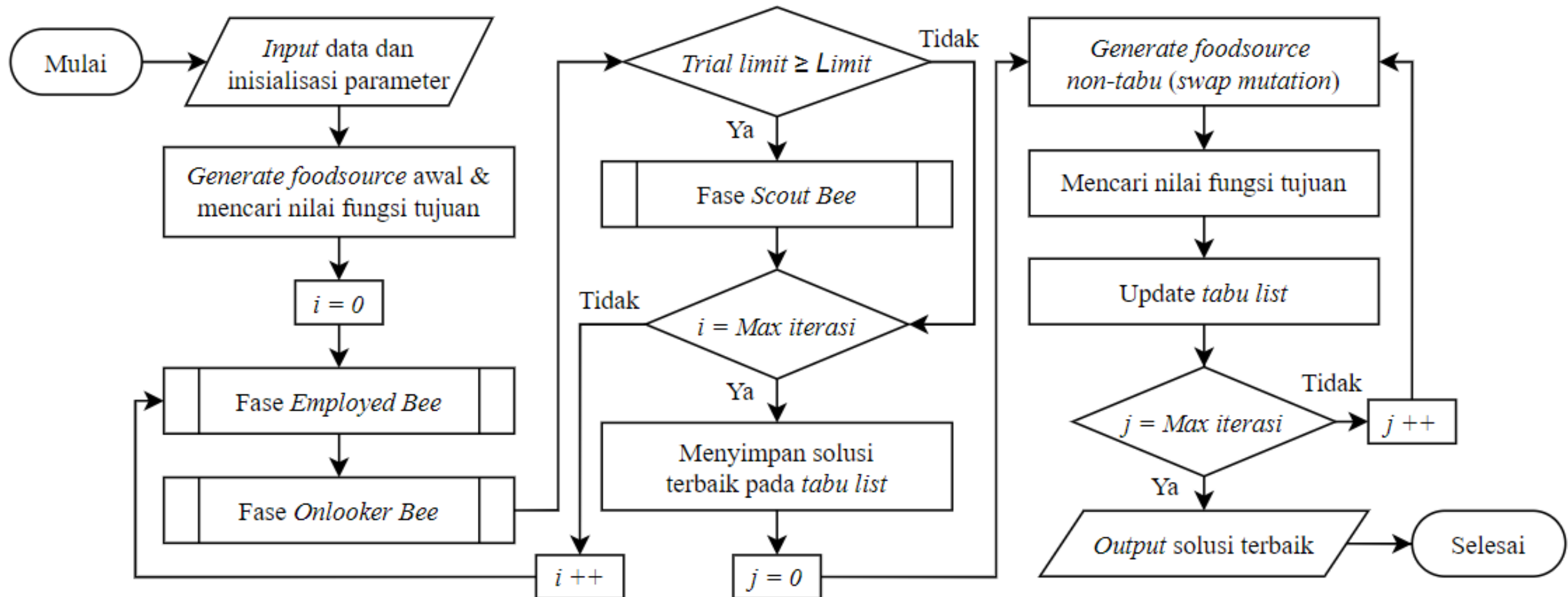
# BAB 3

## Metode Penelitian



# Flowchart

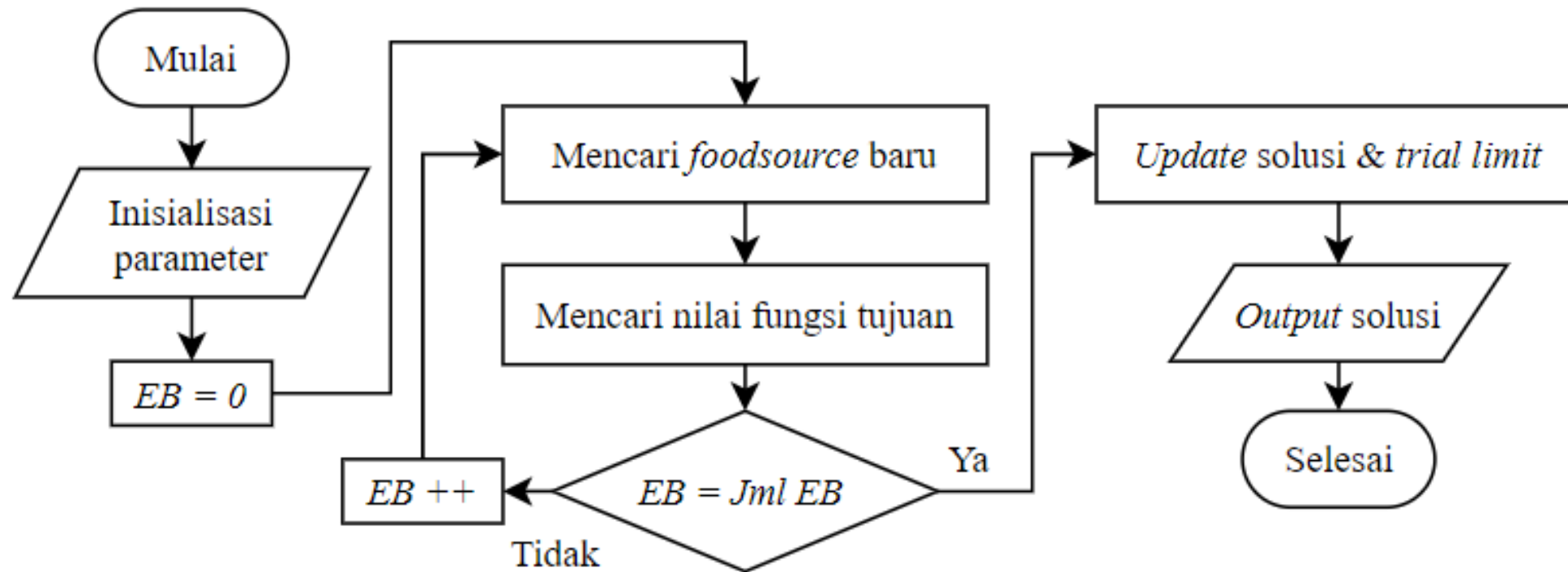
## Hybrid ABC & TS





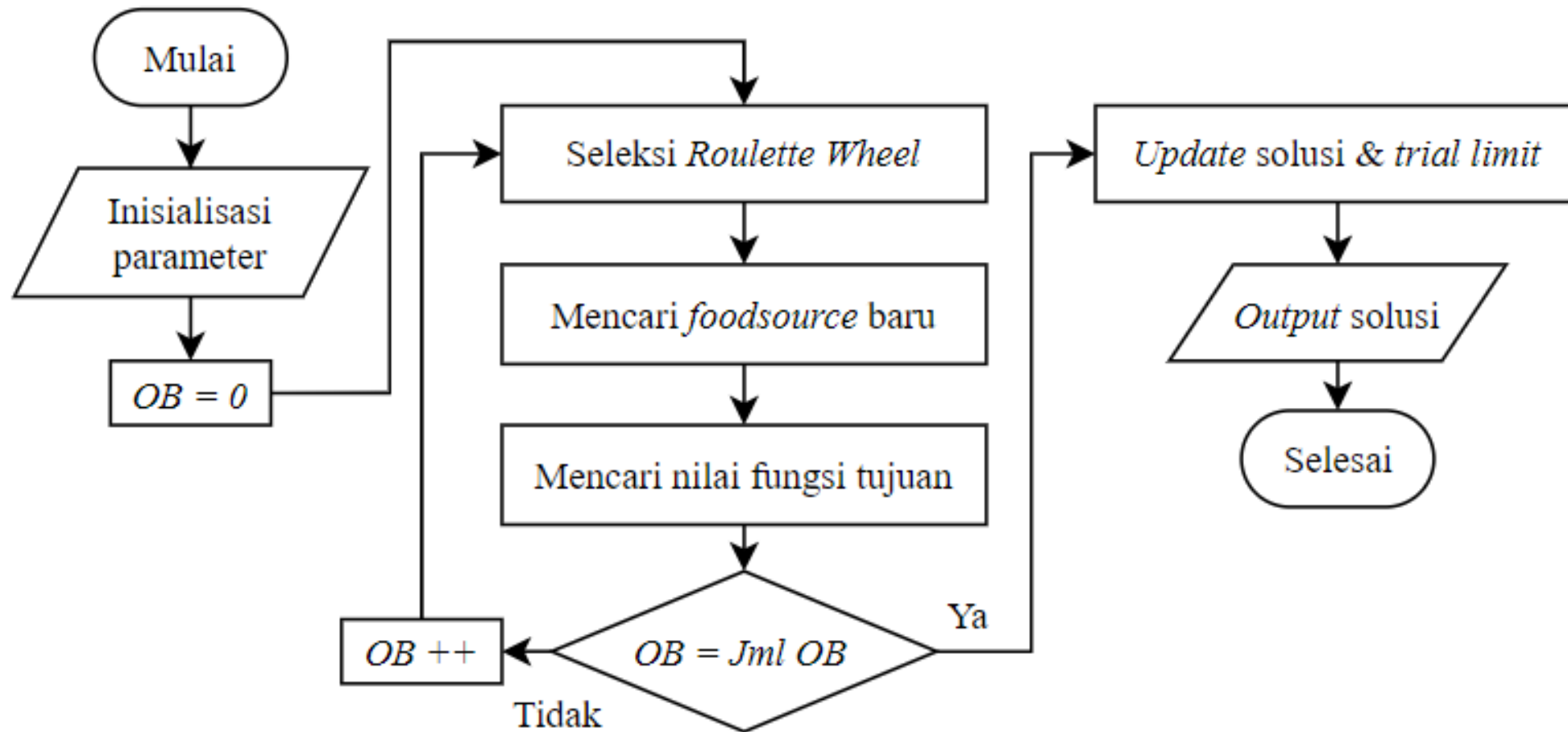
# Flowchart

## Fase Employed Bee



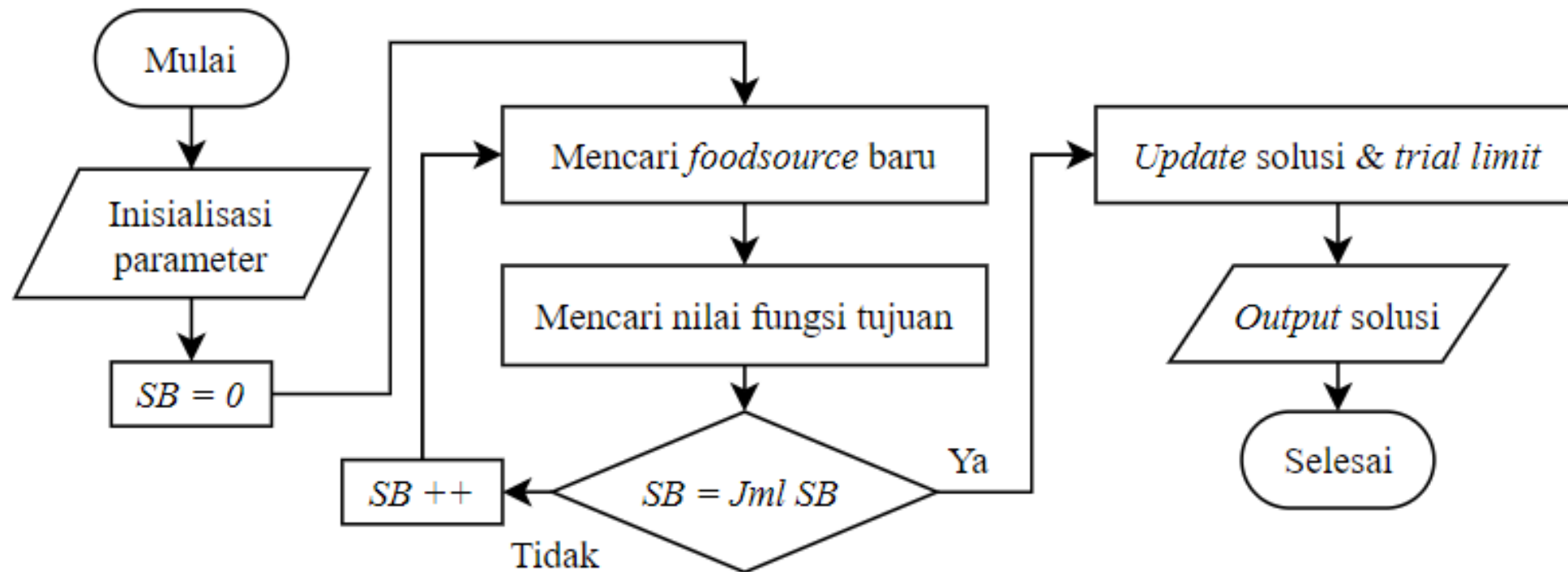
# Flowchart

## Fase Onlooker Bee



# Flowchart

## Fase Scout Bee





# BAB 4

## Pembahasan

Program penerapan Hybrid Algoritma Artificial Bee Colony (ABC) dan Tabu Search (TS) pada Resource-Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP) dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan bantuan software Visual Studio Code (VSC).

## 1. Data Kecil

Data ini terdiri dari 10 aktivitas dengan 4 tipe sumber

[www.om-dp.wi.tum.de/psplib/data.html](http://www.om-dp.wi.tum.de/psplib/data.html)

## 2. Data Sedang

Data ini terdiri dari 25 aktivitas dengan 3 tipe sumber

Zhang, H., & Tam, C.M. (2006). Particle Swarm Optimization for Resource-Constrained Project Scheduling. *International Journal of Project Management*, 24, 83-92

## 3. Data Besar

Data ini terdiri dari 60 aktivitas dengan 4 tipe sumber

[www.om-dp.wi.tum.de/psplib/data.html](http://www.om-dp.wi.tum.de/psplib/data.html)

# Tampilan Program



```
Run Terminal Help ← → Skripsi

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

PROGRAM SKRIPSI

HYBRID ALGORITMA ARTIFICIAL BEE COLONY (ABC) DAN TABU SEARCH (TS) UNTUK
MENYELESAIKAN RESOURCE-CONSTRAINED PROJECT SCHEDULING PROBLEM (RCPSP)

Dibuat oleh : Akrom Fuadi (082011233079)

Pilihan data sampel yang akan di running :

1. Data Proyek dengan 10 Aktivitas
2. Data Proyek dengan 25 Aktivitas
3. Data Proyek dengan 60 Aktivitas

Pilih data sampel (gunakan angka 1/2/3)
Jawab : 1

Parameter yang akan digunakan adalah sebagai berikut,

1. Jumlah aktivitas          : 10
2. Jumlah koloni lebah (genap, >=2) : 10
3. Jumlah employed bee      : 5
4. Jumlah onlooker bee      : 5
5. Jumlah scout bee         : 5
6. Maksimum iterasi (>= 1 & <=1000) : 10
   (batas Limit of Abandonment adalah 1 <= L <= 50)
7. Limit of abandonment     : 1
8. Trial Limit awal          : 0

Berikut adalah hasil nilai fungsi tujuan untuk setiap iterasi pada Algoritma Artificial Bee Colony

Iterasi ke-1: Durasi total = 27 satuan waktu.
Iterasi ke-2: Durasi total = 28 satuan waktu.
Iterasi ke-3: Durasi total = 33 satuan waktu.
Iterasi ke-4: Durasi total = 36 satuan waktu.
Iterasi ke-5: Durasi total = 27 satuan waktu.
Iterasi ke-6: Durasi total = 28 satuan waktu.
Iterasi ke-7: Durasi total = 33 satuan waktu.
Iterasi ke-8: Durasi total = 33 satuan waktu.
Iterasi ke-9: Durasi total = 33 satuan waktu.
Iterasi ke-10: Durasi total = 27 satuan waktu.
```

```
Run Terminal Help ← → Skripsi

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

Iterasi ke-1: Durasi total = 27 satuan waktu.
Iterasi ke-2: Durasi total = 28 satuan waktu.
Iterasi ke-3: Durasi total = 33 satuan waktu.
Iterasi ke-4: Durasi total = 36 satuan waktu.
Iterasi ke-5: Durasi total = 27 satuan waktu.
Iterasi ke-6: Durasi total = 28 satuan waktu.
Iterasi ke-7: Durasi total = 33 satuan waktu.
Iterasi ke-8: Durasi total = 33 satuan waktu.
Iterasi ke-9: Durasi total = 33 satuan waktu.
Iterasi ke-10: Durasi total = 27 satuan waktu.

Solusi yang masuk ke dalam tabu list = 27 satuan waktu.

Sedangkan, untuk solusi yang masuk ke dalam non tabu adalah sebagai berikut:
Durasi total = 28 satuan waktu.
Durasi total = 33 satuan waktu.
Durasi total = 36 satuan waktu.

Berikut adalah hasil nilai fungsi tujuan untuk setiap iterasi pada Algoritma Tabu Search

Iterasi ke-1: Durasi total = 27 satuan waktu.
Iterasi ke-2: Durasi total = 27 satuan waktu.
Iterasi ke-3: Durasi total = 27 satuan waktu.
Iterasi ke-4: Durasi total = 27 satuan waktu.
Iterasi ke-5: Durasi total = 27 satuan waktu.
Iterasi ke-6: Durasi total = 27 satuan waktu.
Iterasi ke-7: Durasi total = 27 satuan waktu.
Iterasi ke-8: Durasi total = 27 satuan waktu.
Iterasi ke-9: Durasi total = 27 satuan waktu.
Iterasi ke-10: Durasi total = 27 satuan waktu.

Jadi, didapatkan hasil yang optimal dari hybrid Algoritma ABC dan TS adalah sebagai berikut:

Nilai fungsi tujuan akhir: 27 satuan waktu.
Urutan aktivitas: 1 3 2 6 4 5 9 7 8 10

(*Untuk hasil selengkapnya terdapat pada file 'output.txt')

PS F:\Skripsi>
```



### Data Kecil

Jumlah koloni	Limit of abandonment	Max iterasi		
		10	100	1000
10	1	27	27	27
	25	27	27	27
	50	27	27	27
50	1	27	27	27
	125	27	27	27
	250	27	27	27
100	1	27	27	27
	250	27	27	27
	500	27	27	27

### Data Sedang

Jumlah koloni	Limit of abandonment	Max iterasi		
		10	100	1000
10	1	67	65	65
	60	65	65	65
	125	67	65	65
50	1	66	65	65
	300	67	65	65
	625	65	65	65
100	1	68	65	65
	625	65	65	65
	1250	65	65	65

### Data Besar

Jumlah koloni	Limit of abandonment	Max iterasi		
		10	100	1000
10	1	82	82	82
	150	82	82	82
	300	82	82	82
50	1	82	82	82
	750	82	82	82
	1500	82	82	82
100	1	82	82	82
	1500	82	82	82
	3000	82	82	82



# BAB 5

## Penutup

1. Hybrid Algoritma Artificial Bee Colony (ABC) dan Tabu Search (TS) dapat menyelesaikan Resource-Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP).
2. Program Hybrid Algoritma Artificial Bee Colony (ABC) dan Tabu Search (TS) untuk menyelesaikan Resource-Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP) dibuat dengan Bahasa pemrograman C++ melalui bantuan software Visual Studio Code (VSC).
3. Berdasarkan hasil running dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya jumlah koloni lebah dan maksimum iterasi mengakibatkan nilai fungsi tujuannya semakin baik, sedangkan nilai limit of abandonment tidak berpengaruh terhadap nilai fungsi tujuan.



**Kampus  
Merdeka**  
INDONESIA JAYA

**TOP #345**  
QS  
WORLD  
UNIVERSITY  
RANKINGS



**ZONA  
INTEGRITAS**  
menuju wilayah bebas korupsi

# **SEKIAN DAN TERIMA KASIH**

**Akrom Fuadi**

082011233079