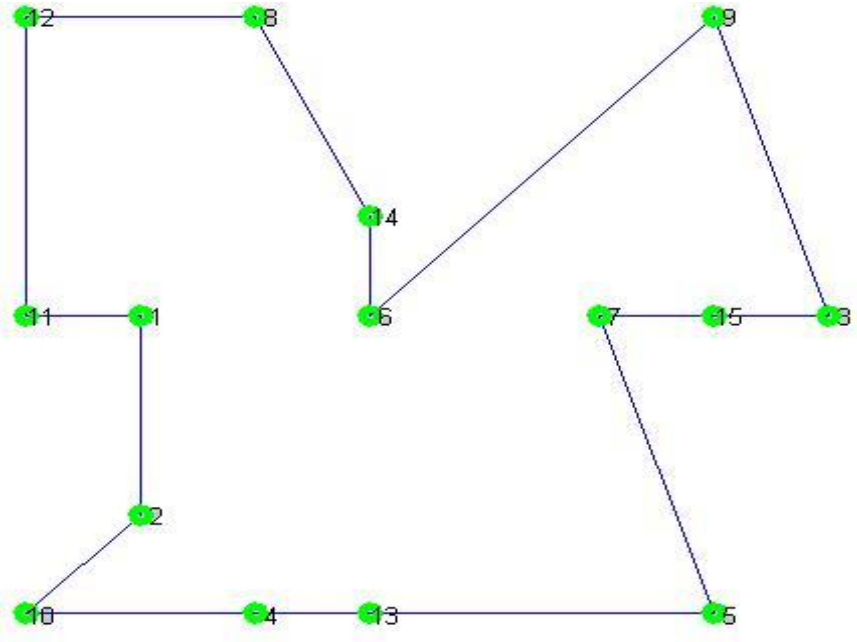
BAB III
PERANCANGAN SISTEM

Pada bagian perancangan ini akan di paparkan mengenai bagaimana mencari solusi pada persoalan pencarian rute terpendek dari n-buah node dengan menggunakan *Ant Colony System* (*ACS*).

3.1 Ilustrasi TSP Kurva Tertutup

Persoalan TSP merupakan persoalan optimasi, dimana jalur terpendek merupakan solusi yang paling optimal. Konsep TSP kurva tertutup yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah menentukan jalur terpendek dari node asal ke node tujuan dengan melewati beberapa node yang telah ditentukan koordinatnya, setiap node hanya boleh dilewati satu kali. Setelah sampai di node tujuan kembali lagi node asal. Koordinat node asal dan node tujuan berubah.

Gambar 3.1 di bawah ini mengilustrasikan jalur pada TSP kurva tertutup jika jumlah node ada 15**:**



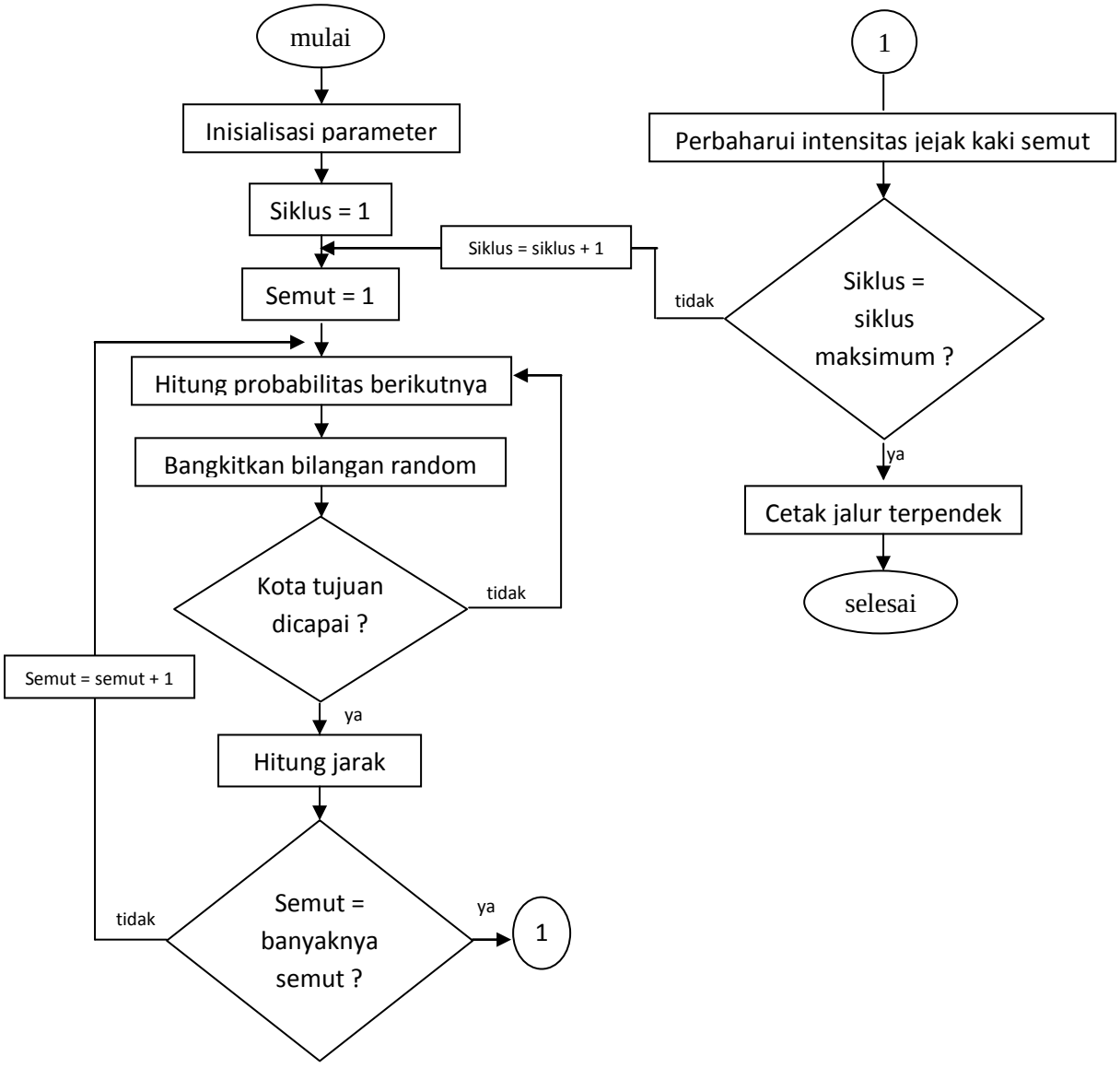
Jalur : Start(1)-11-12-8-14-6-9-3-15-7-5-13-4-10-2-(1)End

Gambar 3.1 Ilustrasi jalur dalam TSP kurva tertutup

Node asal dan tujuan adalah sama yaitu misalkan node 1, node 2 sampai 15 adalah node-node yang harus dilewati yang koordinatnya telah ditentukan. Gambar 3.1 di atas mengilustrasikan salah satu kemungkinan solusi bentuk jalur yang akan diperoleh setelah program ACS dijalankan.

3.2 Penyelesaian TSP Kurva Tertutup Menggunakan Algoritma Semut

Pencarian solusi pada TSP kurva tertutup dengan menggunakan ACS terdiri dari beberapa tahapan, metode dan komponen. Berikut ini adalah *flowchart* ACS untuk mencari solusi pada persoalan TSP kurva tertutup.



Gambar 3.2 Flowchart ACS

Diagram alir (*flowchart*) di atas menunjukan alur *ant colony system* dalam menentukan jalur terpendek, dimana input yang diperlukan adalah koordinat semua node *XYnode*. Penginputan koordinat dilakukan oleh user. *Flowchart* digunakan untuk menggambarkan sistem baru yang akan dikembangkan secara logis tanpa mempertimbangkan terlebih dahulu lingkungan fisik dimana sistem ini akan digunakan.

3.2.1 Inisialisasi Parameter

Tahapan pertama dalam ACS adalah inisialisasi parameter yakni melakukan penentuan nilai awal. Bagian penentuan nilai awal ini merupakan input yang dilakukan oleh pengguna sendiri. Input-input yang diperlukan dalam ACS pada tugas akhir ini meliputi:[4]

a. Inisialisasi harga parameter
    1. Intensitas jejak semut antar kota (τ_{ij}) dan perubahannya ($\Delta\tau_{ij}$)
       τ_{ij} harus diinisialisai sebelum memulai siklus. τ_{ij} digunakan dalam persamaan probabilitas kota yang akan dikunjungi. $\Delta\tau_{ij}$ diinisialisasi setelah selesai satu siklus. $\Delta\tau_{ij}$ digunakan untuk menentukan τ_{ij} untuk siklus selanjutnya.
    2. Tetapan siklus semut (Q)
       Q merupakan konstanta yang digunakan dalam persamaan untuk menentukan $\Delta\tau_{ij}$. Nilai Q ditentukan oleh pengguna.
    3. Tetapan pengendali intensitas jejak semut (α)
       α digunakan dalam persamaan probabilitas kota yang akan dikunjungi yang berfungsi sebagai pengendali intensitas jejak semut. Nilai α ditentukan oleh pengguna.
    4. Tetapan pengendali visibilitas (β)
       β digunakan dalam persamaan probabilitas kota yang akan dikunjungi yang berfungsi sebagai pengendali visibilitas. Nilai β ditentukan oleh pengguna.

5. Visibilitas antar kota (η_{ij})

   η_{ij} digunakan dalam persamaan probabilitas kota yang akan dikunjungi. Nilai ηij merupakan hasil dari $1/d_{ij}$ (jarak kota).

6. Banyak semut (m)

   m merupakan banyak semut yang akan melakukan siklus dalam algoritma semut. Nilai m ditentukan oleh pengguna. Banyaknya semut sama dengan banyaknya kota, karena tiap kota terdapat masing – masing satu semut.

7. Tetapan penguapan jejak semut (ρ)

   ρ digunakan untuk menentukan τ_{ij} untuk siklus selanjutnya. Nilai ρ ditentukan oleh pengguna.

8. Jumlah siklus maksimum (NC_{max})

   NC_{max} adalah jumlah maksimum siklus yang akan berlangsung. Siklus akan berhenti sesuai dengan NC_{max} yang telah ditentukan atau telah konvergen. Nilai Nc_{max} ditentukan oleh pengguna. Siklus yang akan di uji yaitu menggunakan 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 siklus.

9. Pengisian Koordinat Kota

   Pada Pengisian koordinat Kota dapat diinputkan sesuai dengan yang kita inginkan. Dengan bertambahnya koordinat maka jalur yang ditempuh akan lebih panjang.

b. Inisialisasi kota pertama setiap semut

   Setelah inisialisasi τ_{ij} dilakukan, kemudian *m* semut ditempatkan pada kota pertama tertentu secara acak.

Untuk nilai parameter α sebaiknya diberi nilai $0 \leq \alpha \leq 1$, hal ini dimaksudkan untuk menghindari akumulasi *pheromone* yang tidak terbatas pada sisi tersebut. Karena jumlah *pheromone* yang ditinggalkan tidak mungkin bertambah kuat tetapi akan bertambah berkurang. Untuk nilai parameter β sebaiknya tidak diberi nilai 0 karena jika diberi nilai 0 maka hasil yang dicapai tidak maksimum. Tidak optimum disini berarti suatu kondisi dimana panjang perjalanan yang dicapai tidak minimum.

Parameter-parameter α, β, dan ρ mempunyai pengaruh terhadap performa hasil yang diperoleh pada ACS, sehingga untuk mengetahui pengaruh dari parameter-parameter tersebut bisa didapat memalui percobaan.

3.2.2 Pengisian *Tabu List*

Hasil inisialisasi kota pertama setiap semut dalam inisialisasi parameter harus diisikan elemen pertama *tabu list*. Hasil dari langkah ini adalah terisinya elemen pertama *tabu list* setiap semut dengan indeks kota tertentu, yang berarti bahwa setiap $tabu_k(l)$ bisa berisi indeks kota antara *l* sampai *n* sebagaimana hasil dari inisialisasi parameter.

3.2.3 Hitung Probabilitas Kota Berikutnya

Koloni semut yang sudah terdistribusi ke sejumlah atau setiap kota, akan mulai melakukan perjalanan dari kota pertama masing – masing sebagai kota asal dan salah satu kota – kota lainnya sebagai kota tujuan. Kemudian dari kota kedua masing – masing, koloni semut akan melanjutkan perjalanan dengan memilih salah satu dari kota – kota yang tidak terdapat pada $tabu_k$ sebagai kota tujuan selanjutnya. Perjalanan koloni semut berlangsung terus menerus sampai semua kota satu persatu dikunjungi atau telah menempati $tabu_k$. maka untuk menentukan kota tujuan digunakan persamaan probabilitas pada persamaan (2.1)

3.2.4 Hitung Jarak

a. Perhitungan panjang rute setiap semut

   Perhitungan panjang rute tertutup (*lenght closed tour*) atau L_k setiap semut dilakukan setelah satu silkus diselesikan oleh semut semut. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan $tabu_k$ masing – masing dengan persamaan (2.3)

b. Pencarian rute terpendek

   Setelah L_k setiap semut dihitung, akan didapat harga minimal panjang rute tertutup setiap siklus atau L_{min}NC dan harga minimal panjang rute tertutup secara keseluruhan adalah L_{min}.

c. Perhitungan perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar kota ($\Delta\tau_{ij}$)

Koloni semut akan meninggalkan jejak – jejak kaki pada lintasan antar kota yang dilaluinya. Adanya penguapan dan perbedaan jumlah semut yang lewat, menyebabkan kemungkinan terjadinya perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar kota. Persamaan perubahan ini adalah:

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^{m} \Delta\tau_{ij}^{k} \quad \text{.....(3.1)}$$

dengan $\Delta\tau_{ij}^{k}$ adalah perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar kota setiap semut yang dihitung berdasarkan persamaan

$\Delta\tau_{ij}^{k} = \frac{Q}{L_k}$, untuk (i,j) ϵ kota asal dan kota tujuan dalam $tabu_k$ .....(3.2)

$\Delta\tau_{ij}^{k}$ = 0, untuk (i,j) lainnya .....(3.3)

3.2.5 Perbaharui Intensitas Jejak Semut

a. Perhitungan harga intensitas jejak kaki semut antar kota untuk siklus selanjutnya.

Harga intensitas jejak kaki semut antar kota pada semua lintasan antar kota ada kemungkinan berubah karena adanya penguapan dan perbedaan jumlah semut yang melewati. Untuk siklus selanjutnya, semut yang akan melewati lintasan tersebut harga intensitasnya telah berubah. Harga intensitas jejak kaki semut antar kota untuk siklus selanjutnya dihitung dengan persamaan :

$$\tau_{ij} = \rho.\tau_{ij} + \Delta\tau_{ij} \quad \text{.....(3.4)}$$

b. Atur ulang harga perubahan intensitas jejak kaki semut antar kota

Untuk siklus selanjutnya perubahan harga intensitas jejak semut antar kota perlu diatur kembali agar memiliki nilai sama dengan nol.

3.2.6 Pengosongan *Tabu List*

Pengosongan *tabu list*, dan ulangi langkah pengisian *tabu list* jika diperlukan. *Tabu list* perlu dikosongkan untuk diisi lagi dengan urutan kota yang baru pada siklus selanjutnya, jika jumlah siklus maksimum belum tercapai atau belum terjadi konvergensi. Algoritma diulang lagi dari langkah pengisian *tabu list* dengan harga parameter intensitas jejak kaki semut antar kota yang sudah diperbaharui.

3.3 Hasil Analisis

Dari data yang diperoleh melalui penelitian dan setelah dilakukan proses analisis yang terdiri dari kebutuhan proses, kebutuhan input, dan kebutuhan keluaran.

3.3.1 Analisis Kebutuhan Proses

Kebutuhan proses dalam sistem pencarian jalur terpendek antara lain:

- Proses pembuatan kota dan rute
- Proses penentuan kota selanjutnya
- Proses perhitungan jarak tempuh masing-masing siklus
- Proses penyeleksian jarak terpendek

3.3.2 Analisis Kebutuhan Masukan

Input atau masukan dari aplikasi penentuan jalur terpendek ini, berupa parameter-parameter yang diperlukan dalam ACS, yaitu:

a) Data graph berupa banyak kota (n) termasuk koordinat (x,y). n merupakan banyak kota yang masuk ke dalam tabu list. Koordinat kota diinputkan oleh pengguna. Proses ini menggunakan peta dua dimensi yang menggunakan titik X dan Y sebagai input yang kemudian ditentukan kota-kota dari peta tersebut.
b) Parameter-parameter yang diperlukan dalam perhitungan ACS.

3.3.3 Analisis Kebutuhan Keluaran

Data keluaran yang diperoleh dari proses aplikasi penentuan jalur terpendek ini adalah jalur terpendek dari kota–kota yang telah ditentukan. Jalur berupa peta yang disertai dengan jarak tempuh minimum dari kota-kota yang telah ditentukan.