

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Sistem Pendukung Keputusan**

Sistem pendukung keputusan adalah bagian dari sistem informasi berbasis komputer (termasuk sistem berbasis pengetahuan (manajemen pengetahuan) yang dipakai untuk mendukung pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau perusahaan. Dapat juga dikatakan sebagai sistem komputer yang mengolah data menjadi informasi untuk mengambil keputusan dari masalah semi-terstruktur yang spesifik. Persoalan pengambilan keputusan pada dasarnya adalah bentuk pemilihan dari berbagai alternatif tindakan yang mungkin dipilih yang prosesnya melalui mekanisme tertentu, dengan harapan akan menghasilkan sebuah keputusan yang terbaik. Penyusunan model keputusan adalah suatu cara untuk mengembangkan hubungan hubungan yang logis yang mendasari persoalan keputusan ke dalam suatu model matematis, yang mencerminkan hubungan yang terjadi di antara faktor-faktor yang terlibat, sehingga proses keputusan harus diambil melalui proses yang bertahap, sistematis, konsisten dan diusahakan dalam setiap langkah mulai dari awal telah mengikutsertakan stakeholders dan mempertimbangkan berbagai faktor. Kolaborasi antara pembuatan keputusan dengan pemanfaatan kemajuan teknologi informasi berupa sistem pendukung keputusan berbasis komputer (Computer Based Decision Support System) merupakan pilihan yang paling tepat untuk menghasilkan sistem pengambilan keputusan yang benar-benar lebih baik dibandingkan dengan hanya memanfaatkan intuisi dan peraturan-peraturan normatif.

#### **2.2 Penjadwalan Mata Kuliah**

##### **2.2.1 Jadwal Secara Umum**

Jadwal menurut kamus besar bahasa Indonesia adalah pembagian waktu berdasarkan rencana pengaturan urutan kerja, daftar (tabel kegiatan) atau rencana

kegiatan dengan pembagian waktu pelaksanaan yang terinci. Penjadwalan memiliki arti proses (cara) pembuatan jadwal atau memasukkan rencana kegiatan ke dalam jadwal, selain itu penjadwalan juga merupakan proses penugasan pada satu set (bagian) sumberdaya. Penjadwalan suatu konsep yang penting yang bisa diterapkan pada berbagai

Bidang.

### **2.2.2 Penjadwalan Mata Kuliah**

Penjadwalan kuliah adalah proses menempatkan mata kuliah pada waktu dan ruangan yang tersedia, dimana penempatan mata kuliah tersebut harus memenuhi syarat – syarat tertentu. Adapun faktor – faktor yang mempengaruhi penjadwalan mata kuliah, di antaranya :

1. Dosen

Dosen yang ada dan mengajar di jurusan Teknik Informatika.

2. Ruang

Ruang yang disediakan beserta kuantitas ruang yang tersedia.

3. Waktu

Waktu yang telah disediakan oleh jurusan teknik Informatika baik hari dan jam yang ada.

4. Mata Kuliah

Mata kuliah yang ada di jurusan teknik Informatika.

Permasalahan penyusunan jadwal kuliah merupakan hal yang sangat kompleks, karena melibatkan banyak dosen, pembagian waktu, kapasitas serta jumlah ruangan serta banyak matakuliah yang ditawarkan tiap semester, semakin banyak komponen yang ada maka akan semakin banyak pula kombinasi dari komponen yang mungkin terjadi.

### **2.3. Algoritma**

Menurut kamus bahasa Indonesia algoritma adalah urutan logis pengambilan putusan untuk pemecahan masalah, dalam pengertian yang lain algoritma merupakan kumpulan perintah untuk menyelesaikan suatu masalah, perintah-perintah ini dapat

diterjemahkan secara bertahap dari awal hingga akhir. Masalah tersebut dapat berupa apa saja dengan catatan untuk setiap masalah ada kriteria kondisi awal yang harus dipenuhi sebelum menjalankan algoritma, algoritma dapat berakhir untuk semua kondisi awal yang memenuhi kriteria.

Algoritma adalah kumpulan instruksi yang dibuat secara jelas untuk menunjukkan langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. Algoritma memegang peranan penting dalam bidang pemrograman.

Dalam merancang sebuah algoritma ada 3 (tiga) komponen yang harus ada yaitu:

1. Komponen masukan (*input*)

Komponen ini biasanya terdiri dari pemilihan variable, jenis variable, tipe variable, konstanta dan parameter (dalam fungsi).

2. Komponen keluaran (*output*)

Komponen ini merupakan tujuan dari perancangan algoritma dan program. Permasalahan yang diselesaikan dalam algoritma dan program harus ditampilkan dalam komponen keluaran., karakteristik keluaran yang baik adalah benar (menjawab) permasalahan dan tampilan yang mudah/ramah (*friendly*).

3. Komponen proses (*processing*)

Komponen ini merupakan bagian utama dan terpenting dalam merancang sebuah algoritma. Dalam bagian ini terdapat logika masalah, logika algoritma, rumusan, metode (rekursi, perbandingan, penggabungan, pengurangan dan lain-lain).

algoritma sering dimanfaatkan untuk menyelesaikan suatu masalah atau untuk proses pengambilan keputusan. Sistem analisis tentunya menggunakan algoritma untuk merancang/membangun suatu sistem.

## **2.4 Algoritma Koloni Semut**

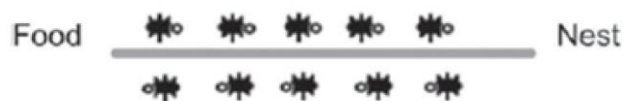
Koloni semut memiliki tingkah laku yang sangat menarik. Walaupun satu ekor semut memiliki kemampuan sederhana, tetapi pola hidup semut – semut tersebut dalam koloninya sangat terstruktur. Dengan kemampuan komunikasi yang sangat terbatas, semut tidak bisa berinteraksi dengan semut yang lain berdasarkan pada aliran informasi yang sangat sederhana untuk mencari makanan. Media komunikasi

yang digunakan oleh semut sebagai aliran informasi adalah jejak feromon. Jejak feromon yang ditinggalkan oleh masing – masing individu semut ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan lintasan dari sarang menuju sumber makanan. Algoritma koloni semut ini didasarkan pada kemampuan koloni semut untuk menemukan jalan terpendek dalam mencari sumber makanan dan menghindari rintangan.

Algoritma koloni semut menggunakan agent sederhana yang disebut dengan ANT secara interaktif menemukan solusi yang optimal dlm permasalahan kombinasi. Algoritma ini bisa diterapkan pada permasalahan kombinasi dengan menentukan komponen solusi yang optimal yang meninggalkan jejak feromon. Jejak feromon dlm permasalahan ini menyatakan intensitas Ant dalam mengunjungi atau menggunakan suatu komponen solusi. Setiap Ant membangun sebuah solusi di awali dengan solusi null kemudian komponen solusi akan di tambahkan satu persatu sampai terbentuk sebuah solusi lengkap.

Setelah solusi terbentuk, Ant meninggalkan jejak feromonnya pada setiap komponen solusi yang digunakan pada solusi yang terbentuk. Oleh karena itu biasanya komponen solusi yang merupakan bagian dari solusi terbaik atau yang sering digunakan dalam iterasi akan memiliki jejak feromon dengan arus yang lebih besar. Hal ini mempengaruhi kecenderungan komponen solusi tersebut untuk digunakan oleh Ant yang lain dalam iterasi selanjutnya.

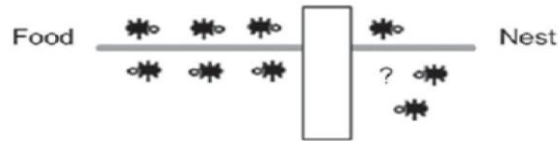
Berikut adalah ilustrasi terhadap apa yang terjadi ketika suatu koloni semut mengikuti suatu alur paling pendek antara suatu sumber makanan dan sarang.



**Gambar 2.1** Alur semut ke sumber makanan dan sarangnya

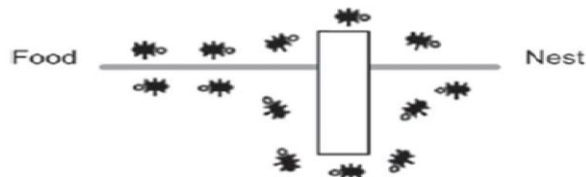
Munculnya suatu rintangan yang terdapat dalam alur lintasan, semut akan secara acak memilih beberapa cara di sekitar itu (kanan, kiri, atas, atau bawah). Bila

terdapat asumsi bahwa satu-satunya cara untuk melewati rintangan tersebut adalah kanan ataupun kiri, maka kira-kira separuh dari jumlah semut akan pergi ke kanan dan yang separuh ke kiri, seperti digambarkan dibawah.



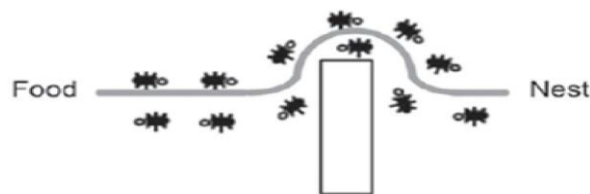
**Gambar 2.2** Alur suatu semut ketika akan melewati rintangan

Semut-semut yang telah menemukan alur lintasan lebih pendek akan menciptakan suatu jalan kecil dengan *pheromone* yang kuat dan jarak tempuh lebih cepat dari yang memilih suatu alur panjang. Hal ini akan menyebabkan semakin banyak semut yang memilih alur yang lebih pendek, sehingga dengan cepat semua semut telah menemukan alur yang paling pendek.



**Gambar 2.3** Alur semut yang melewati dua jalur

Algoritma semut mencoba untuk menerapkan teknik serupa dalam rangka memecahkan permasalahan hidup nyata. Gagasan utamanya adalah menemukan/ membuat simulasi dari semut tiruan (agen gesit yang diilhami oleh perilaku *riil ant*) untuk menghasilkan solusi baru terhadap masalah yang ada. Semut menggunakan informasi yang dikumpulkan untuk mengarahkan pencarian mereka, informasi ini tersedia dan dimodifikasi pada lingkungan tersebut.



**Gambar 2.4** Alur semut yang melewati jalur terpendek.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa aktifitas Ant antara lain :

1. Ant meninggalkan suatu zat di atas tanah yang disebut feromon, dengan demikian membentuk jejak feromon.
2. Ant dalam mencium bau feromon, ketika memilih jalan mereka cenderung memilih jalur yang ditandai dengan kontrasi feromon yang kuat
3. Jejak feromon membuat Ant mampu menemukan jalan kembali ke sumber pangan atau sarangnya. Jejak itu juga dapat digunakan oleh semut lain untuk menemukan lokasi sumber pangan yang ditemukan oleh rekan satu sarangnya.
4. Pergerakan semut tidak terlalu banyak, tergantung keadaannya dan apakah dia melihat makanan pada arah di depannya atau tidak, semut hanya akan melangkah ke depan, belok kiri, belok kanan atau diam.
5. Setiap semut memiliki sebuah memori, yang dinamai *tabu list*, yang berisi semua tempat yang telah dikunjunginya pada setiap tur. *Tabu list* ini mencegah *ants* untuk mengunjungi tempat-tempat yang sebelumnya telah dikunjungi selama tur tersebut berlangsung, yang membuat solusinya menjadi mungkin.

Algoritma semut mempunyai keistimewaan antara lain:

1. Algoritma ini merupakan suatu algoritma alami karena didasarkan pada perilaku *ants* dalam menetapkan alur dari koloni mereka, untuk membawa makanan ke sumber tempat tinggal mereka dan kembali lagi sampai makanan di koloni mereka habis.
2. Sifat *parallel* dan *distributed* karena berhubungan dengan suatu populasi agen yang bergerak secara serempak, dengan bebas dan tanpa adanya penyelia.
3. Bekerja sama karena masing-masing agen memilih suatu alur atas dasar informasi jejak feromon yang diletakkan oleh agen yang lain, dimana sebelumnya telah memilih alur yang sama. Perilaku kerja sama ini juga *autocatalytic* yaitu menyediakan suatu umpan balik positif, karena kemungkinan suatu agen yang memilih suatu alur itu meningkat dengan banyaknya agen-agen yang sebelumnya memilih alur itu.

Dalam algoritma semut, diperlukan beberapa variabel dan langkah - langkah untuk menentukan penjadwalan mata kuliah, yaitu:

❖ Parameter – parameter yang digunakan dalam proses ini :

1. Item Sequence : kumpulan dari mata kuliah tawar yang telah ditempatkan pada sejumlah waktu dan ruang yang tersedia dalam penjadwalan dimana penempatan waktu dan ruang tersebut didasarkan pada constraint yang ada. Item Sequence ini digunakan untuk penentuan jalur terpendek suatu semut.
2.  $\alpha$  ,  $\beta$  : merupakan parameter yang mengontrol bobot relatif antara jejak feromon dan nilai heuristic. Jika  $\alpha = 0$  , maka pencarian akan berdasarkan nilai heuristic semata. Jika  $\beta = 0$  , maka pencarian hanya di tuntun oleh informasi jejak feromon.
3.  $\rho$  adalah sebuah koefisien dimana (  $1 - \rho$  ) menunjukkan tingkat evaporasi feromon.  $\rho$  memiliki nilai yang sama untuk semua iterasi yaitu 0.5 .
4. Zbest adalah besarnya jumlah data item sequence dalam lima hari aktif kuliah ( senin sampai dengan jum'at ). Nilai Zbest akan diperbaharui pada setiap iterasi.
5. Tmax dan Tmin adalah batas maksimum dan minimum dari nilai intensitas elemen matriks feromon. Tmax dan Tmin di peroleh dari Zbest yang dengan persamaan berikut ini :  

$$T_{max} = 1 / ((1 - \rho) Z_{best})$$

$$T_{min} = T_{max} / 5$$
6.  $\tau_{ij} ( t )$  adalah intensitas jejak feromon mata kuliah i diposisi k. untuk iterasi awal  $\tau_{ij}$  adalah input feromon awal.
7. Q adalah constanta jumlah feromon.
8. Semut adalah jumlah proses iterasi.
9. Iterasi
10. Feromon awal. Dimana untuk nilai awal dari feromon adalah  $\tau_{ij}$ .

#### 2.4.1 Iterasi Algoritma Koloni Semut

Suatu iterasi akan menghasilkan suatu solusi jadwal dan urutan sejumlah matakuliah yang ditawarkan. Solusi dari setiap iterasi dioptimalkan lagi dalam iterasi

selanjutnya berdasarkan jejak feromon yang nilainya berubah-ubah tergantung pada solusi yang dihasilkan pada iterasi sebelumnya.

Iterasi algoritma koloni semut terdiri dari 3 bagian penting yaitu pembentukan solusi, penyempurnaan solusi dan update matriks feromon.

#### 2.4.1.1 Pembentukan Solusi

Pada proses pembentukan solusi ditambahkan mata kuliah satu persatu dalam solusi (jadwal) dengan melakukan langkah – langkah berikut :

1. untuk memilih mata kuliah  $i$  yang belum terjadwal yang nantinya di jadwalkan pada posisi  $k$ , persamannya sebagai berikut :

- a. tentukan nilai produk feromon yang dikontrol dalam decision table

$$a_{ij}(t) = [\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta \dots\dots\dots (1)$$

$\eta_{ij}$  adalah nilai heuristik untuk berpindah dari state  $i$  ke state  $j$ .

$$\eta_{ij} = 1/d_{ij}$$

$d_{ij}$  : 1/waktu ( hari dan jam)

- b. tentukan nilai  $T_{ik}$  ( akumulasi dari proses feromon )

$$T_{ij} = \sum a_{ij}(t) \dots\dots\dots (2)$$

- c. hitung nilai  $U$  dengan random number generator dalam banyaknya jumlah semut untuk dibangkitkan.

$$U = \text{Math.random}() \dots\dots\dots (3)$$

Dari random number generator ini akan di hasilkan suatu bilangan random selanjutnya yang disebut dengan  $U$  yang berada dalam range (0,1).

- $U \leq Q$

Maka mata kuliah  $i$  di pilih berdasarkan nilai  $T_{ik}$  terbesar dari nilai  $U$

Jika tidak maka hitung nilai probabilitasnya



$$P_{ij}^k = \frac{a_{ij}(t)}{\sum_{\ell \in N_i^k} a_{i\ell}(t)} \dots\dots\dots (4)$$

$P_{ij}^k$  adalah probabilitas dari mata kuliah  $i$  diposisi  $k$ .

$N_i^k \subseteq N_i$  adalah himpunan tetangga node  $i$  yang masih harus dikunjungi semut  $k$ .

Mata kuliah yang dipilih adalah mata kuliah yang memiliki probabilitas  $P_{ij}^k$  yang terbesar.

Setelah semua mata kuliah dijadwalkan satu persatu, maka akan terbentuk satu solusi berupa jadwal urutan dari semua mata kuliah. Jadwal ini kemudian disempurnakan lagi melalui proses local search.

#### 2.4.1.2 Penyempurnaan Solusi ( Local Search )

Pada proses penyempurnaan solusi dilakukan dengan local search menggunakan metode job-index-based. Proses local search ini dilakukan sebanyak 3 kali. Langkah – langkah proses ini adalah sebagai berikut :

*for i = 1 to n*

*for k = 1 to i*

*if Solusi [ i ]  $\neq$  k then ( Solusi adalah jadwal yang dihasilkan dan proses iterasi pada proses pembentukan solusi )*

- Masukkan  $i$  diposisi  $k$
- Jika waktu penyelesaian keseluruhan matakuliah yang akan dijadwalkan yang baru lebih baik dari keseluruhan waktu  $Q$  maka jadwal ini disimpan sebagai solusi yang baru (  $Q$  )

Setelah local search dilakukan sebanyak tiga kali, nilai Q yang terakhir adalah solusi terbaik sementara yang diperoleh pada iterasi ini.

#### 2.4.1.3 Update Matriks Feromon

Setelah diperoleh solusi terbaik sementara dari proses local search maka dilakukan update matriks feromon berdasarkan solusi terbaik sementara yang dihasilkan. Langkah-langkah yang dilakukan :

- Hitung nilai Zbest, Tmax dan Tmin baru berdasarkan solusi terbaik feromon.
- Untuk setiap  $\tau_{ij}(t)$ 
  - Jika mata kuliah i dijadwalkan pada posisi k, maka  

$$\tau_{ij}(t) \text{ baru} : \rho * \tau_{ij}(t) \text{ lama} + (1 / Zbest)$$
  - Jika tidak, maka  

$$\tau_{ij}(t) \text{ baru} : \rho * \tau_{ij}(t) \text{ lama}$$

jika nilai  $\tau_{ij}(t)$  baru lebih besar dari Tmax maka  $\tau_{ij}(t)$  baru = Tmax. Sedangkan jika nilai  $\tau_{ij}(t)$  baru lebih kecil dari Tmin, maka  $\tau_{ij}(t)$  baru = Tmin.

Setelah proses update matriks feromon maka dilakukan pengecekan terhadap kondisi perulangan. Pengecekan tersebut dilakukan untuk melihat apakah ada constraint yang telah dilanggar atau tidak, dengan kondisi perulangannya sebesar yang diinginkan oleh pengguna. Langkahnya adalah :

- Jumlah iterasi  $\leq$  besarnya iterasi yang di input oleh user.

Jika kondisi perulangan masih terpenuhi maka dilakukan proses iterasi berikutnya dengan menggunakan parameter – parameter yang dihasilkan pada proses update matriks feromon. Dan proses perulangan akan berhenti sesuai keinginan pemakai. Sehingga solusi terbaik sementara akan dihasilkan pada iterasi terakhir dengan semua constraint dasar penjadwalan terpenuhi.