

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Penjadwalan

Aplikasi penjadwalan mata kuliah ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya: Dosen, Ruang, Waktu, dan Mata Kuliah. Dan dalam penjadwalan mata kuliah tersebut terdapat batasan – batasan yang harus di penuhi antara lain :

1. Terdapat sejumlah mata kuliah yang ditawarkan untuk dibuat jadwalnya.
2. Setiap mata kuliah yang di jadwalkan hanya satu kali pada setiap pembuatan penjadwalan.
3. Penjadwalan dibuat untuk menjadwalkan mata kuliah dengan perulangan selama satu minggu.
4. Dalam satu waktu tidak boleh ada dosen yang mengajar di dua tempat.
5. Sebuah ruang tidak boleh di pakai oleh lebih dari satu mata kuliah dalam waktu yang bersamaan.

Pembuatan system penjadwalan di fakultas teknik informatika di tujukan agar mahasiswa dapat mengambil mata kuliah sesuai dengan keinginannya, akan tetapi dalam kenyatannya hal ini sangat sulit dipenuhi karena mata kuliah yang diambil oleh mahasiswa sangat variatif. Oleh karena itu penjadwalan ini lebih ditujukan untuk memenuhi aturan penjadwalan.

3.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Dalam analisis kebutuhan perangkat lunak terdapat 3 hal yang diperhatikan yaitu :

1. Perancangan Data
2. Perancangan Proses
3. Perancangan Antar Muka

3.2.1 Perancangan Data

Data – data yang digunakan dalam perangkat lunak ini dapat dibedakan menjadi analisis kebutuhan input, analisis kebutuhan proses, analisis kebutuhan output.

3.2.1.1 Analisis Kebutuhan Input

Input atau data masukan adalah data – data yang tersimpan pada data base. Entitas – entitas yang di gunakan antara lain:

★ Entitas Dosen

Berisi data – data mengenai dosen yang mengajar. Entitas dosen di perlukan untuk menentukan dosen yang mengajar pada suatu mata kuliah yang ditawarkan.

★ Entitas Mata Kuliah

Berisi data – data mata kuliah yang tersedia pada suatu jurusan. Data mata kuliah ini diperlukan untuk mengetahui jumlah sks sehingga dapat dihitung berapa jumlah jam untuk dosen dapat emngajar. Dengan melakukan query pada table mata kuliah yang ditawarkan dan table mata kuliah maka akan di dapatkan jumlah jam untuk mata kuliah tersebut.

★ Entitas Mata Kuliah yang Ditawarkan

Berisi data – data seluruh mata kuliah yang ditawarkan pada tahun dan semesternya (ganjil / genap). Data mata kuliah yang ditawarkan digunakan untuk mengetahui mata kuliah apa saja yang harus di buat jadwalnya.

★ Entitas Kelas

Berisi data – data kelas yang dimiliki suatu jurusan. Data kelas diperlukan untuk mengetahui berapa banyak tempat pada satu waktu yang bias digunakan. Dan jumlah daya tampungnya.

★ Entitas Waktu

Berisi data – data mengenai hari dan jam yang mungkin untuk di buat jadwalnya. Data waktu diperlukan untuk mengetahui waktu yang tersedia dalam satu minggu untuk dibuat penjadwalannya.

★ Entitas hard_constraint

Berisi data – data mata kuliah yang memesan tempat. Data hard_constraint diperlukan untuk mengetahui mata kuliah apa yang memesan waktu dan ruang.

★ Entitas Hasil_sementara

Berisi data – data mata kuliah yang siap untuk diproses lebih lanjut. Data hasil diperlukan untuk menampung hasil sementara dalam proses algoritma koloni semut tersebut.

★ Entitas Hasil_Fix

Berisi data – data mata kuliah yang sudah dijadwalkan. Data hasil_fix diperlukan untuk menampung jadwal yang sudah dibuat system penjadwalannya.

★ Entitas AKS

Berisi data – data setting untuk algoritma koloni semut. Entitas ini diperlukan untuk mengatur jalannya proses algoritma koloni semut yang digunakan dalam system ini.

3.2.1.2 Analisis Kebutuhan Proses

Untuk mendapatkan hasil penjadwalan yang optimal dengan menggunakan algoritma koloni semut, terdapat beberapa jenis data proses :

1. Item Sequence

Item Sequence adalah kumpulan data mata kuliah ditawarkan yang telah ditempatkan pada sejumlah waktu dan kelas yang tersedia. Yang mana item sequence ini digunakan sebagai acuan dalam melakukan iterasi pada algoritma koloni semut. Untuk iterasi pertama item sequence diperoleh dari data mata kuliah ditawarkan yang telah ditempatkan pada waktu dan kelas tertentu berdasarkan pada hari, jam dan kelas yang kosong dan telah disediakan agar sejumlah mata kuliah yang ditawarkan telah terinisialisasi dengan waktu dan ruang yang tersedia. Untuk oterasi selanjutnya, item sequence diperoleh dari urutan mata kuliah yang terbaik yang dihasilkan pada iterasi sebelumnya dengan inisialisasi parameter lainnya yang digunakan untuk acuan awal dalam pembentukan solusi.

2. Zbest, Tmax dan Tmin

Merupakan besar jumlah data item sequence dalam lima hari aktif kuliah. Tmax dan Tmin merupakan batasan maksimum dan minimum dari nilai intensitas feromon dalam matriks feromon. Tmax dan Tmin diperoleh dari Zbest. Nilai Zbest, Tmax dan Tmin akan di perbaharui pada setiap iterasi.

3. Matriks Feromon

Matriks feromon merupakan matriks yang menyatakan intensitas jejak feromon dari masing – masing komponen solusii. Komponen solusi dalam penjadwalan mata kuliah ini adalah penempatan posisi suatu mata kuliah dalam waktu tertentu.

Untuk data dengan jumlah mata kuliah yang akan dijadwalkan di nyatakan dengan n . Setiap mata kuliah yang akan dijadwalkan memiliki sejumlah n posisi mata kuliah yang akan dijadwalkan dengan kemungkinan dalam urutan waktu yang tersedia. Maka untuk data dengan jumlah wata kuliah yang akan dijadwalkan akan memiliki matriks feromon berupa array dua dimensi dengan ukuran $n \times n$ yang setiap elemennya menyatakan intensitas feromon tiap mata kuliah yang akan dijadwalkan untuk setiap posisi dalam urutan mata kuliah. Matriks feromon disimpan dan diperbaharui pada setiap iterasi.

3.2.1.3 Analisis Kebutuhan Output

Data output yang diperoleh merupakan suatu informasi yang dihasilkan oleh perangkat lunak untuk pengguna. Data tersebut adalah hasil dari proses aplikasi algoritma koloni semut berupa jadwal mata kuliah yang di anggap paling baik setelah proses selesai. Dengan kata lain dalam proses algoritma koloni semut, semut telah menemukan jalur terpendek dengan memiliki jejak feromon yang kuat. Sedangkan dalam penjadwalan mata kuliah, data keluaran ini berisi Data solusi akhir penjadwalan mata kuliah yang terbaik dengan nilai jejak feromon yang kuat yang terdapat dalam tabel hasil_fix.

3.2.2 Perancangan Proses

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka dapat diketahui apa saja yang manjadi masukan sistem, keluaran sistem, metode yang digunakan sistem, serta sistem antar muka (*interface*) yang dibuat, sehingga system yang dibuat nantinya sesuai dengan yang diharapkan. Perancangan proses ini digunakan untuk menggambarkan sejumlah proses terstruktur dalam system berorientasi pada proses

yang terjadi. Secara garis besar terdapat beberapa proses utama dalam aplikasi ini yaitu :

1. Proses setting AKS
2. Proses pemesanan jadwal
3. Proses AKS
4. Proses lihat jadwal

3.2.2.1 Proses Setting AKS

Proses setting AKS merupakan proses mendapatkan parameter – parameter yang dibutuhkan dalam proses algoritma koloni semut untuk permasalahan penjadwalan kuliah. Proses algoritma semut diantaranya proses iterasi AKS membutuhkan parameter alfa,beta,jumlah semut dan jumlah iterasi. Sedangkan dalam proses perhitungan Zbest dibutuhkan parameter rho. Proses Zbest digunakan untuk membangun nilai intensitas feromon. Dan nilai intensitas feromon juga dibutuhkan untuk mendapatkan nilai produk feromon.

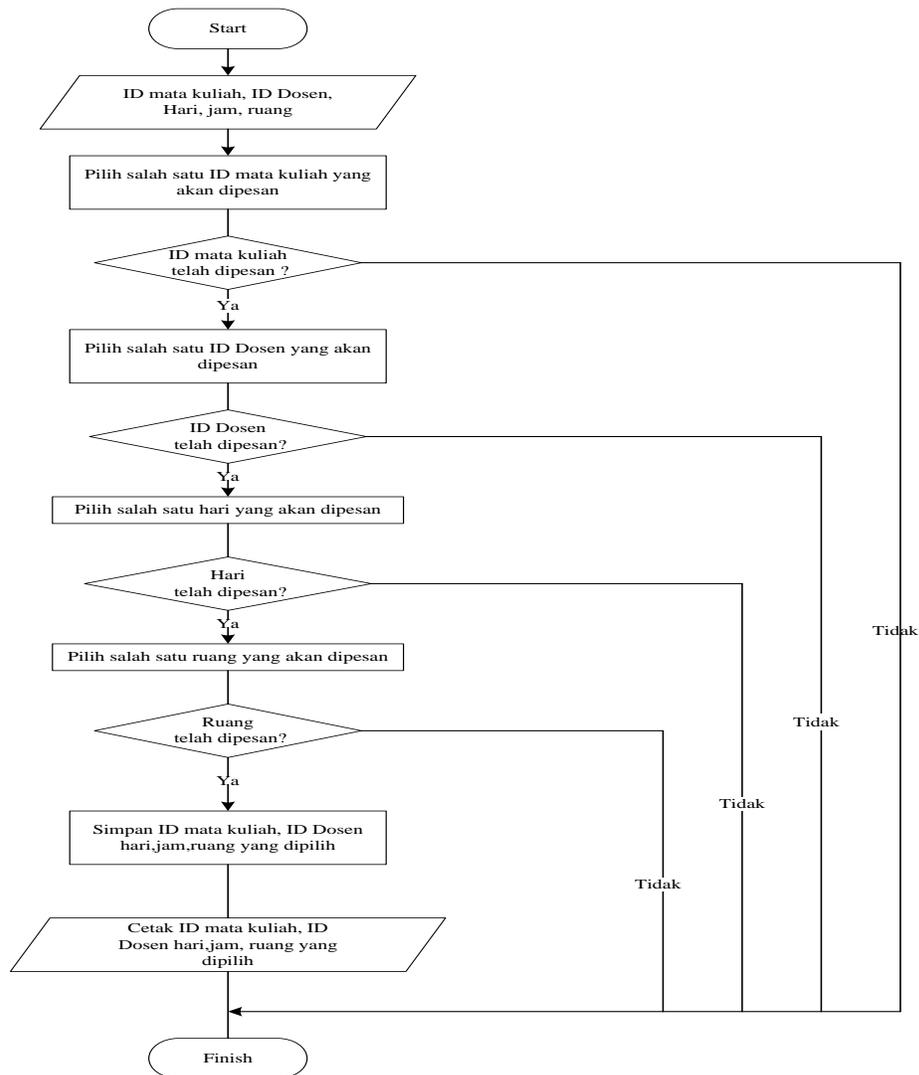
Parameter – parameter dalam interface AKS berupa textfield yang diisi oleh user sesuai dengan permintaan dalam membangun penjadwalan kuliah dengan algoritma koloni semut. Setelah semua field terisi maka proses selanjutnya adalah melakukan penyimpanan semua parameter tersebut dalam database. Dalam interface AKS terdapat nilai default untuk parameter – parameter tersebut, dimana nilai default merupakan nilai inisialisasi yang dapat memberikan hasil penjadwalan yang digunakan.

3.2.2.2 Proses Pemesanan Jadwal

Pada aplikasi ini, data yang diambil berasal dari database. Pengambilan data tersebut digunakan untuk mengambil ID mata kuliah pada tabel mk_tawar. Setelah didapatkan ID mata kuliah tersebut maka dilakukan pengambilan nip dosen yang mengajar pada ID mata kuliah tersebut bersama hari, jam dan kelas.

Dalam flowchart tersebut akan dijelaskan bahwa setelah mendapatkan ID mata kuliah, nip dosen yang mengajar mata kuliah tersebut, hari, jam dan kelas maka komponen – komponen tersebut disimpan dalam database sebagai data pemesan

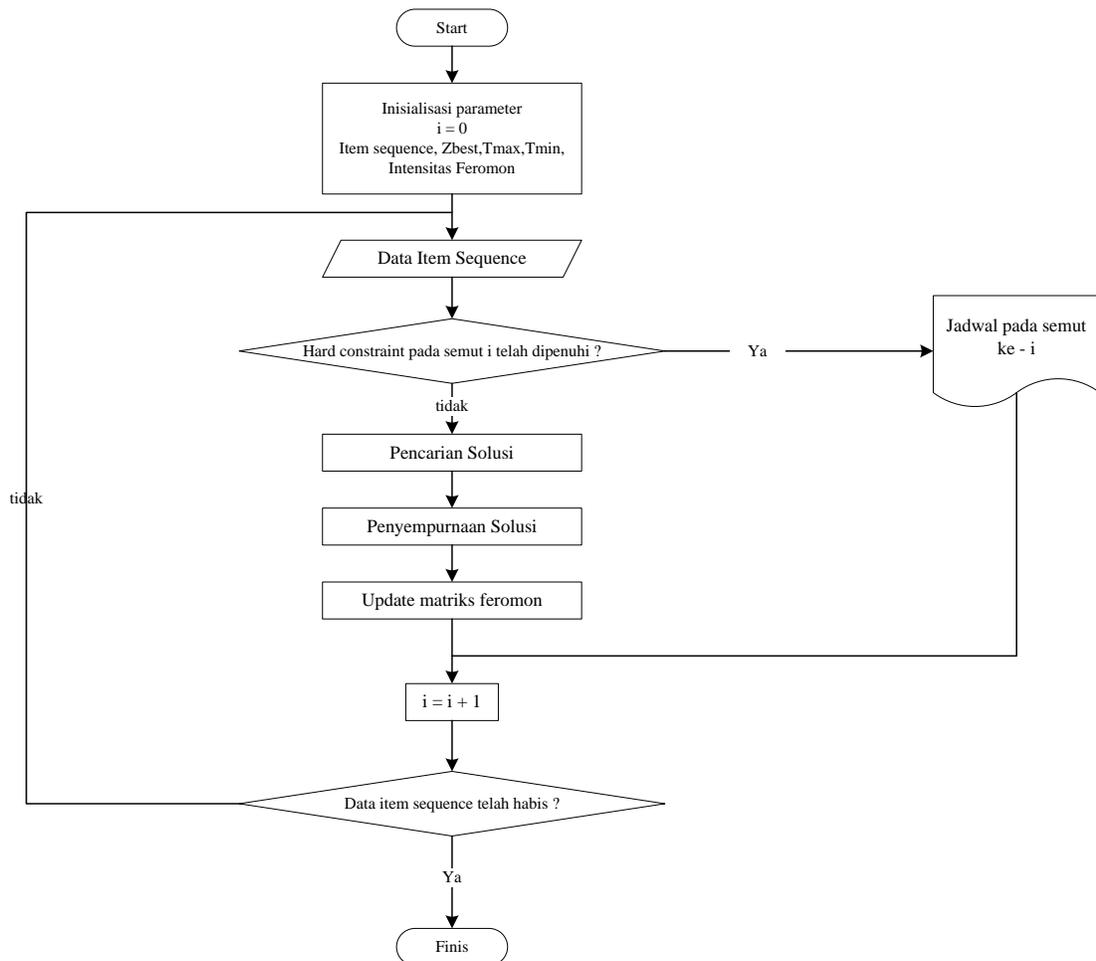
jadwal. Untuk lebih jelas nya flowchart pemesanan jadwal dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Flowchart Pemesanan Jadwal

3.2.2.3 Proses AKS

Dalam proses AKS terdapat beberapa subproses yang harus dilalui untuk mencapai keoptimalan suatu penjadwalan kuliah. Proses AKS merupakan proses inti dari penyelesaian permasalahan penjadwalan kuliah. Untuk itu dapat dijelaskan dengan gambar flowchart berikut :

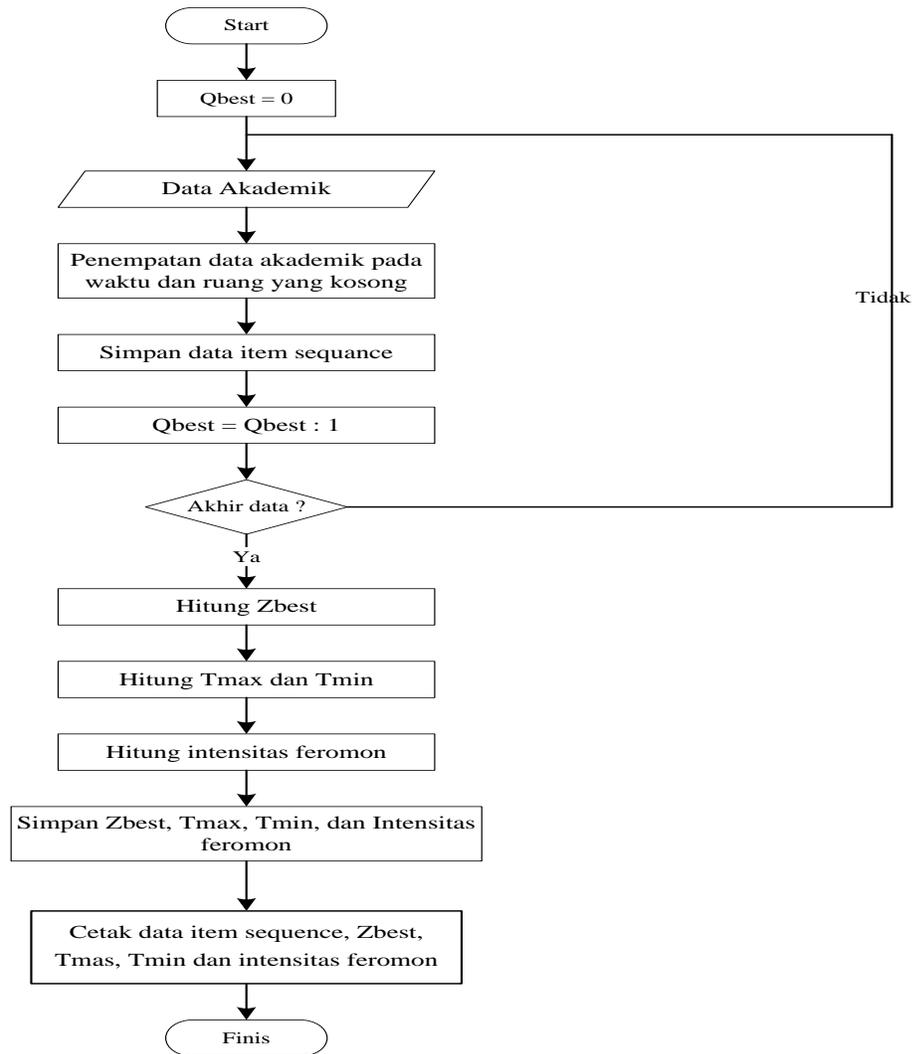


Gambar 3.2 flowchart proses Algoritma Koloni Semut

Dalam Flowchart tersebut dijelaskan bahwa terdapat 4 subproses utama dan 1 terminal kondisi dalam mencapai suatu solusi yang optimal dalam algoritma koloni semut. Dimana setiap subproses dan terminal kondisi diatas dijelaskan sebagai berikut beserta flowchart yang terbentuk :

3.2.2.3.1 Proses Inisialisasi Parameter

Proses inisialisasi parameter adalah proses awal dari algoritma koloni semut yang menginisialisasi semua data masukan untuk dapat diproses lebih lanjut dengan proses selanjutnya. Proses tersebut dapat digambarkan dalam flowchart sebagai berikut :



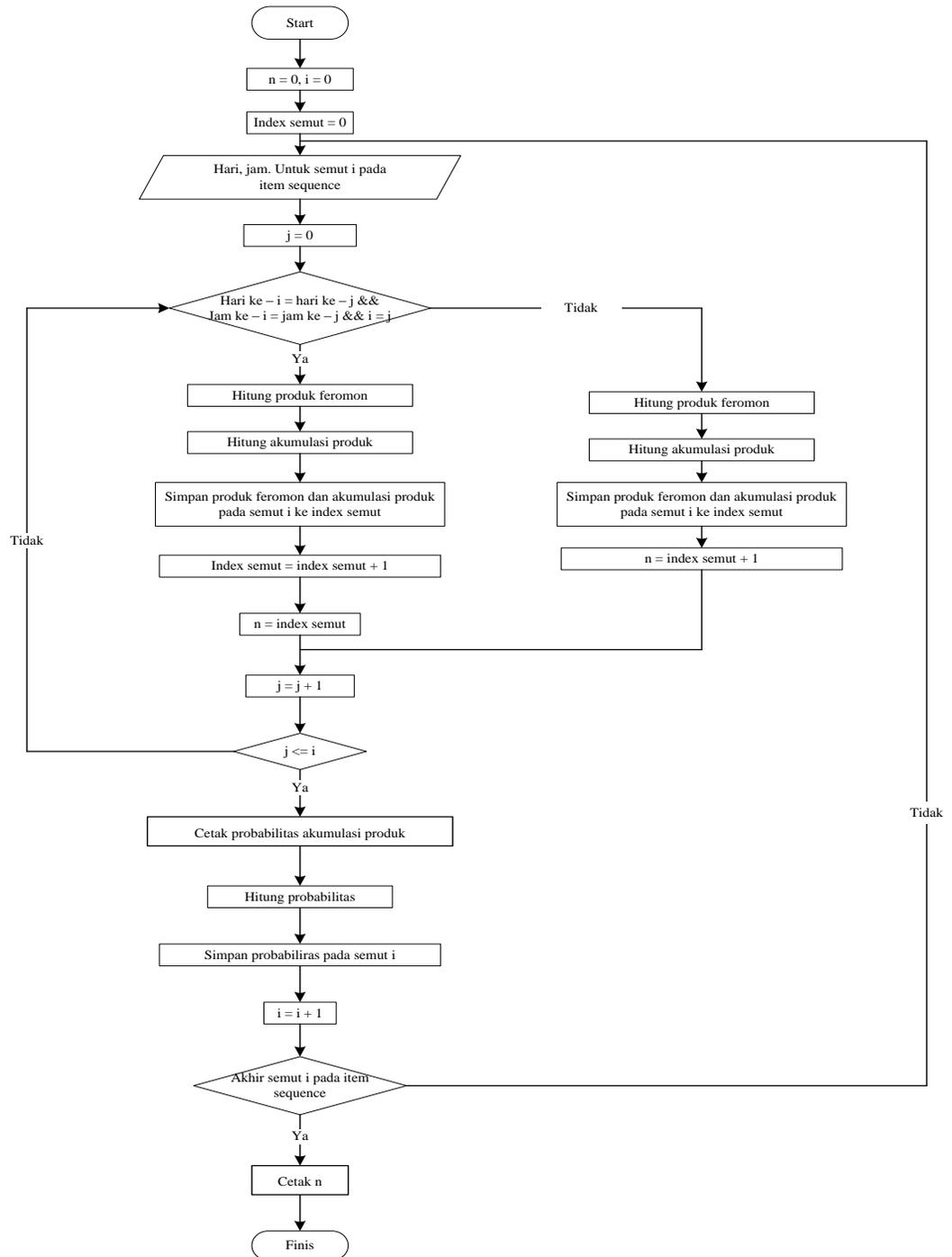
Gambar 3.3 flowchart inisialisasi parameter

Dalam flowchart tersebut menjelaskan bahwa proses pertama dalam inisialisasi parameter adalah proses inisialisasi item sequence. Data dari item sequence diperoleh dari data akademik baik dari matakuliah yang ditawarkan yang belum dipesan maupun data pemesanan jadwal yang dilakukan oleh user, dimana data tersebut ditempatkan pada waktu dan ruang yang tersedia. Proses penempatan tersebut antara lain proses penempatan data berdasarkan daya tampung suatu ruang. Setelah data telah menempati atau telah terinisialisasi dengan waktu dan ruang

tertentu maka data itu disebut data item sequence dan diberi status = 1 pada mata kuliah tawar yang proses waktu dan ruang telah terpenuhi. Kemudian data item sequence diproses lebih lanjut dalam proses pembentukan nilai Zbest, Tmax, Tmin dan intensitas feromon.

Setelah inisialisasi parameter didapatkan maka langkah selanjutnya adalah memproses parameter – parameter tersebut untuk proses selanjutnya yaitu proses iterasi algoritma koloni semut. Dalam proses iterasi algoritma koloni semut diantaranya proses pembentukan solusi, komponen intensitas feromon, alfa, beta diperlukan untuk mendapatkan nilai produk feromon dan ukuran matriks (n). Jika produk feromon terbentuk maka secara tidak langsung akumulasi produk juga terbentuk, untuk itu proses perhitungan produk feromon, akumulasi produk, dan ukuran matriks (n) di tunjukkan dalam flowchart dibawah ini :

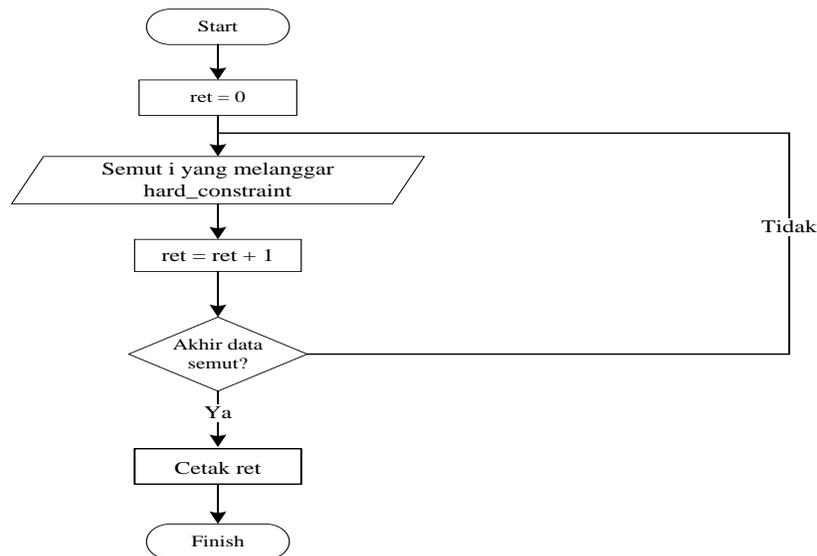
Dalam flowchart pembentukan ukuran matriks feromon, produk feromon dan akumulasi produk serta probabilitas dijelaskan proses pembentukan nilai ukuran matrik (n), produk feromon, akumulasi prosuk dan probabilitas. Dimana setiap semut pada item sequence dihitung nilai produk feromon dan akumulasi serta ukuran matriks (n) diperoleh dari setiap index semut yang terbentuk. Komponen – komponen tersebut disimpan sebagai parameter pendukung dalam proses algoritma koloni semut terutama dalam proses pencarian solusi.



Gambar 3.4 flowchart pembentukan ukuran matriks feromon, produk feromon, akumulasi produk serta probabilitas

3.2.2.3.2 Terminal Kondisi Pemenuhan Hard Constraint

Setelah proses inisialisasi semua parameter yang dibutuhkan dalam proses AKS telah terbentuk maka data item sequence yang telah terinisialisasi waktu dan ruangnya akan dilakukan pengecekan untuk setiap semut yang terbentuk, apakah semut pada data item sequence sebagai data masukan telah terpenuhi oleh sejumlah constraint sehingga memiliki data yang tidak bentrok. Semut dikatakan data bentrok jika terdapat seorang dosen mengajar dalam waktu yang bersamaan. Dan pada iterasi pertama kondisi terdapat setiap semut pada data item sequence maka akan diproses lebih lanjut pada iterasi berikutnya untuk proses algoritma koloni semut, sedangkan pada iterasi berikutnya setelah melakukan proses iterasi algoritma koloni semut, kondisi tersebut terpenuhi maka iterasi tersebut merupakan solusi terakhir yang didapatkan.

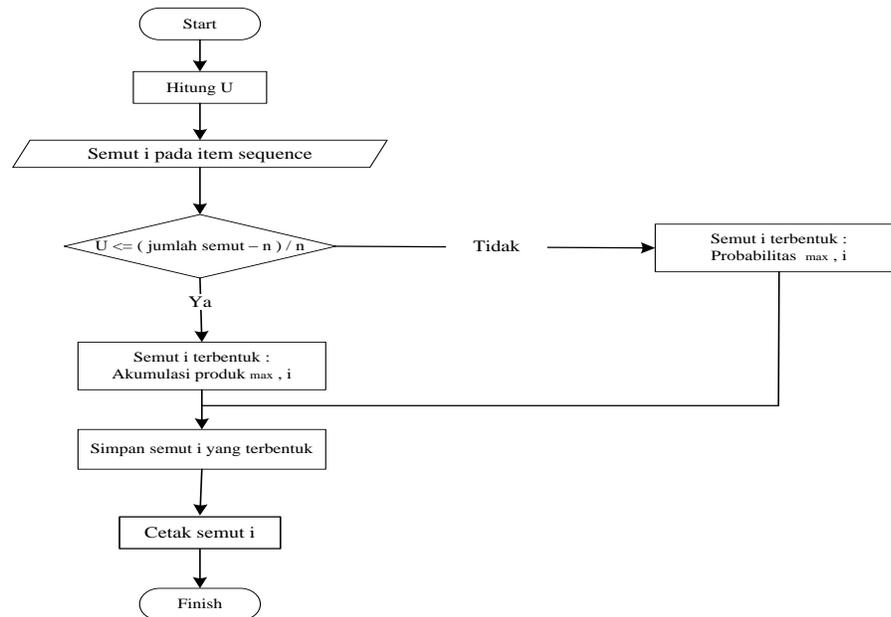


Gambar 3.5 Flowchart terminal kondisi pemenuhan hard_constraint

3.2.2.3.3 Proses Pembentukan Solusi Atau Solusi Sementara

Proses pembentukan solusi atau solusi sementara dilakukan dengan memproses data item sequence atau data masukan yang telah terinisialisasi pada waktu dan ruang tertentu, tetapi di dalam terminal kondisi data tersebut belum memenuhi syarat atau dengan kata lain data tersebut masih terdapat data yang bentrok

sehingga dalam proses pembentukan solusi ini data tersebut di proses berdasarkan produk feromon, akumulasi produk dan probabilitasnya.

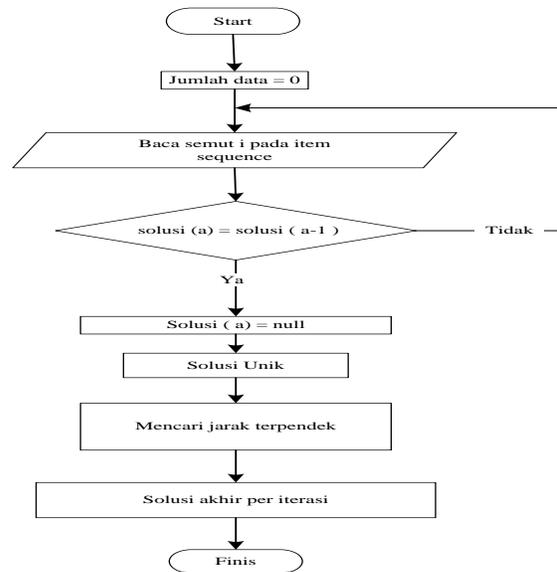


Gambar 3.6 Flowchart solusi sementara

Dalam flowchart tersebut menjelaskan bahwa proses yang pertama dilakukan adalah pengambilan data bersama dengan nilai produk feromon, akumulasi produk, dan probabilitas yang dimiliki. Kemudian data – data tersebut memasuki kondisi perbandingan nilai pembangkit U lebih kecil dari perhitungan jumlah mata kuliah yang terbentuk dengan ukuran matriks feromonnya. Jika kondisi pertama tersebut terpenuhi maka mencari mata kuliah yang memiliki nilai akumulasi lebih besar dari akumulasi produk minimum yang terbentuk dan jika kondisi pertama tidak terpenuhi maka memilih mata kuliah yang memiliki nilai probabilitas terbesar. Data – data mata kuliah yang terpenuhi pada kondisi tersebut akan disimpan dalam data base dan bernilai status 1.

3.2.2.3.4 Proses Penyempurnaan Solusi Atau Local Search

Local search adalah proses penyempurnaan solusi yang didapat dari data solusi sementara yang memiliki nilai status 1.



Gambar 3.7 Flowchart local search

Dalam flowchart tersebut menjelaskan alur proses penyempurnaan solusi yang didapat dari proses pencarian solusi. Dalam penyempurnaan solusi ini, yang pertama dilakukan adalah mencari data mata kuliah dalam solusi sementara yang bernilai status 1 sebagai data yang akan di proses dalam penyempurnaan data solusi. Dalam proses penyempurnaan tersebut, data dilakukan proses penempatan waktu dan ruang yang kembali untuk memastikan bahwa data tersebut layak menempati waktu dan ruang tersebut atau tidak. Dan jika data solusi sementara layak menempati waktu dan ruang yang tersedia maka dilakukan perhitungan jumlah data sementara yang terpenuhi untuk proses penyempurnaan solusi dan data tersebut sebagai data solusi terakhir yang didapat sebagai solusi data terakhir yang layak untuk dijadwalkan.

3.2.2.3.5 Proses Update Matriks Feromon

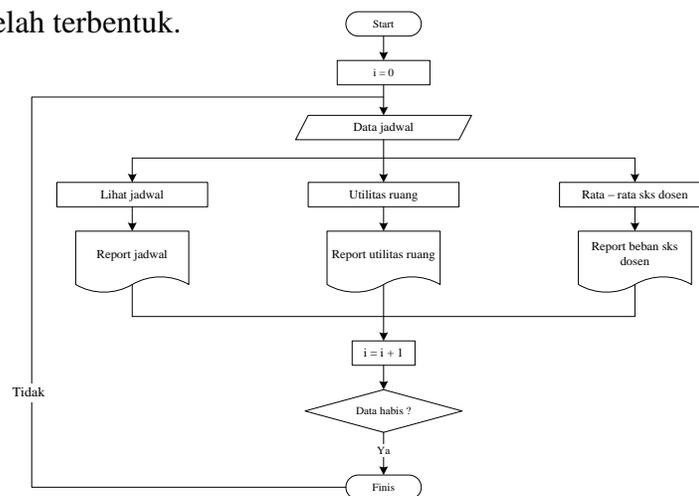
Setelah proses penyempurnaan solusi selesai maka dilakukan proses update matriks feromon untuk melakukan pembaharuan nilai Zbest, Tmas, dan Tmin serta intensitas feromon yang terbentuk pada data solusi terakhir.



Gambar 3.8 Flowchart update matriks feromon

3.2.2.4 Proses Lihat Jadwal

Proses lihat jadwal kuliah ini bertujuan untuk memberikan kenyamanan dan kemudahan pengguna dalam mendapatkan informasi serta menampilkan jadwal kuliah yang telah terbentuk.



Gambar 3.9 Flowchart proses lihat jadwal

1. Report lihat jadwal

Proses ini berfungsi memberikan informasi kepada user tentang data – data mata kuliah dengan waktu dan ruang yang siap di jadwalkan sebagai solusi terakhir yang dapat digunakan user dalam memperoleh informasi jadwal kuliah di jurusan teknik informatika UMG. Informasi jadwal kuliah tersebut tersusun berdasarkan ruang dengan beberapa mata kuliah dengan jam dan dosen yang mengajar.

2. Report utilitas ruang

Proses ini bertujuan untuk memberikan informasi kepada user tentang prosentasi ruang yang aktif. Untuk memperoleh utilitas ruang maka langkah pertama yang dilakukan adalah menghitung prosentase jumlah jam yang aktif setiap hari dengan jumlah seluruh jam setiap ruang. Setelah prosentase ruang setiap hari di dapatkan maka dilakukan perhitungan rata – rata untuk prosentase ruang setiap hari terhadap jumlah hari yang aktif di pakainya ruang tersebut. Kemudian langkah terakhirnya menghitung nilai utilitas ruang yang diperoleh dari nilai total rata – rata prosentase ruang dibagi dengan jumlah ruang yang aktif. Sehingga informasi yang didapat user dari report utilitas ruang adalah informasi prosentase ruang yang aktif dalam setiap harinya, rata – rata prosentase ruang dalam satu minggu serta utilitas atau prosentase rata – rata ruang dalam keseluruhan jumlah ruang.

3. Report beban sks dosen

Proses ini bertujuan untuk memberikan informasi kepada user tentang bebas sks tiap – tiap dosen yang sedang mengajar mulai dari informasi beban sks yang dimiliki dosen dan beban maksimal sks yang dimiliki oleh seorang dosen serta beban rata – rata sks dosen. Untuk mendapatkan nilai beban rata – rata sks dosen diperoleh dari jumlah beban sks tiap dosen yang mengajar dibagi dengan banyaknya data dosen yang mengajar. Sedangkan nilai beban maksimal sks dosen dan beban minimal sks dosen didapatkan demi urutan beban sks dosen mulai dari terkecil sampai terbesar.

3.2.3 Representasi Data Pengontrol Algoritma Koloni Semut

- ★ α (alfa) merupakan field parameter yang mengontrol intensitas feromon pada suatu sisi tipe data berupa interger. Dimana semakin besar nilai alfa maka semakin besar pula pengontrol intensitas feromon dan sebaliknya jika alfa bernilai 0 maka dilakukan pencarian berdasarkan nilai heuristic semata.
- ★ β (beta) merupakan field parameter yang mengontrol nilai heuristic. Dimana nilai heuristic merupakan nilai yang mengikuti sisi intensitas feromon bersama dengan alfa tersebut. Tipe data berupa interger. Semakin besar nilai beta maka semakin besar pula nilai heuristiknya dan sebaliknya jika beta bernilai 0 maka pencarian hanya terjadi pada sisi intensitas feromon saja.
- ★ ρ (rho) merupakan sebuah koefisien dimana $(1 - \rho)$ menunjukkan tingkat evaporasi feromon. Tipe data berupa double. Nilai ini berpengaruh pada setiap iterasi untuk update matriks feromon terutama pada batas maksimal intensitas feromon.
- ★ Jumlah semut merupakan suatu parameter yang digunakan untuk membangkitkan nilai random dalam posisi pencarian solusi atau solusi sementara, sehingga mekanisme evaporasi feromon pada setiap sisi akan dipicu untuk membangkitkan nilai generate random (u). Tipe data interger. Semakin besar jumlah semut maka semakin besar nilai generate randomnya yang terbentuk.
- ★ Jumlah iterasi merupakan banyaknya iterasi yang digunakan dalam proses algoritma koloni smeut untuk menghasilkan suatu solusi terakhir yang siap dijadwalkan. Tipe data interger. Jumlah iterasi minimal yang diinputkan user bernilai dua karena iterasi pertama merupakan iterasi untuk mendapatkan parameter – parameter AKS, sedangkan iterasi selanjutnya digunakan untuk mendapatkan solusi yang optimal berdasarkan jejak feromon yang nilainya berubah-ubah tergantung pada solusi yang dihasilkan pada iterasi sebelumnya.
- ★ Item Sequence merupakan 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.

- ★ Zbest adalah besarnya jumlah data item sequence dalam lima hari aktif kuliah (senin sampai dengan jum'at). Nilai Zbest akan diperbaharui pada setiap iterasi.
- ★ 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 :

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

$$T_{min} = T_{max} / 5$$
- ★ $\tau_{ij}(t)$ adalah intensitas jejak feromon mata kuliah i diposisi k. untuk iterasi awal τ_{ij} adalah inputan feromon awal.

3.2.4 Contoh Proses Perhitungan

Contoh proses perhitungan penjadwalan Mata kuliah menggunakan Algoritma Koloni Semut.

Dalam algoritma semut terdapat beberapa parameter masukkan sebaga inisialisasi awal untuk melakukan proses optimasi. Beberapa parameter tersebut adalah :

Parameter yang bersifat tetap :

- a. Item sequence = kumpulan dari matakuliah tawar.
- b. Q = Konstanta jumlah *pheromone* (nilai antara 0 sampai 1)
- c. α = tetapan pengendali intensitas jejak semut
- d. β = tetapan pengendali visibilitas
- e. η_{ij} = visibilitas antar titik = $1/d_{ij}$
- f. iterasi

- g. Semut = jumlah proses iterasi
- h. ρ = tetapan penguapan jejak semut
- i. pheromone awal = dimana untuk nilai awal pheromone adalah τ_{ij}

Tahap awal dalam proses penjadwalan adalah menentukan Item Sequence

Dimana dalam item sequence / Node terdapat 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 hard constraint yang ada.

Jadwal awal mata kuliah yang ditawarkan dan belum di pesan akan ditampilkan pada tabel 3.1. Tabel tersebut berisi ID Dosen, Nama dosen yang mengajar, ID mata kuliah, Mata Kuliah yang diajarkan beserta kelas nya masing – masing. Tabel Mata kuliah tawar dapat dilampirkan dalam lampiran 3.1.

Berikut ini adalah tabel jadwal mata kuliah yang sudah di pesan oleh beberapa dosen.

Tabel 3.2. Pemesanan Jadwal Mata Kuliah.

NAMA DOSEN	ID Mata Kuliah	MATA KULIAH	kelas	Hari	Jam	Ruang
Any Muanalifah	8620204	Aljabar Linier Dan Matrik	A	4	8	1
Any Muanalifah	8620204	Aljabar Linier Dan Matrik	B	3	8	1
Arnaldo Guzman Moeharam	8620401	Etika Profesi	A	5	8	4
Arnaldo Guzman Moeharam	8620401	Etika Profesi	B	5	8	1
Desy Kurniawati	8620218	Teori Bahasa Dan Automata	A	1	8	4
Desy Kurniawati	8620218	Teori Bahasa Dan Automata	B	2	10	2
Hamim Farhan	8620501	Ilmu Sosial Dan Budaya Dasar	A	3	13	2
Hamim Farhan	8620501	Ilmu Sosial Dan Budaya Dasar	B	5	8	2
Hamim Farhan	8620107	Al Islam Dan Kemuhammadiyah III	A	1	8	1

Lanjutan						
Ilham M. Said	8620307	Analisis Dan Desain Sistem Informasi	A	2	13	2
Ilham M. Said	8620308	Jaringan Nirkabel Dan Komputasi Bergerak	A	3	8	3
Ilmanza Restuadi Kurniawan	8620601	E-Commerce Dan E-Business	A	1	13	2
Islachuddin	8620102	Bahasa Indonesia	A	4	13	1
Islachuddin	8620102	Bahasa Indonesia	B	5	10	3
M. Fakhruddin Mubarak	8620305	Berkas Dan Basis Data	A	1	8	2
M. Fakhruddin Mubarak	8620305	Berkas Dan Basis Data	B	5	10	1
M. Jazuli Ismail	8620304	Jaringan Komputer	A	2	8	4
Misbah	8620105	Al Islam Dan Kemuhammadiyah I	A	1	10	2
Misbah	8620105	Al Islam Dan Kemuhammadiyah I	B	4	8	4
Moch. Nuruddin	8620207	Manajemen Sains	A	4	8	2
Rahma Dwi Wahyuni	8620211	Organisasi Dan Arsitektur Komputer	A	1	10	1

Setelah pemesanan jadwal telah di lakukan maka jadwal tersebut akan dimasukkan ke dalam tabel hard constrain sedangkan mata kuliah yang belum terjadwal akan di lakukan proses perhitungan dengan metode algoritma koloni semut seperti pada tabel berikut :

Tabel 3.3. Jadwal Yang Belum Dipesan

Nama Dosen	ID Matkul	Nama Mata Kuliah	Kelas
Soffiana Agustin	8620301	Algoritma Dan Pemrograman	A
Soffiana Agustin	8620301	Algoritma Dan Pemrograman	B
Soffiana Agustin	8620709	Pengolahan Citra	A
Titit Yuniarti	8620202	Kalkulus II	A
Titit Yuniarti	8620202	Kalkulus II	B
Umi Chotijah	8620203	Matematika Diskrit	A
Umi Chotijah	8620203	Matematika Diskrit	B
Utomo Pujianto	8620214	Pengantar Kecerdasan Buatan	A
Utomo Pujianto	8620214	Pengantar Kecerdasan Buatan	B

Dari tabel di atas maka proses perhitungan pertama yang harus dilakukan adalah menentukan item sequence. Berikut adalah contoh pembentukan item sequence berdasarkan Tabel jadwal yang sudah dipesan maupun yang belum di pesan.

Sebelum dilakukan proses perhitungan, terlebih dahulu dilakukan proses penentuan ketersediaan ruang dan waktu untuk jurusan teknik informatika. Ini dilakukan untuk mengetahui jam dan ruang apa saja yang dapat ditempati oleh jurusan teknik informatika.

Contoh :

Hari : Senin

- Node : - mata kuliah
 - kelas
 - ruang
 - waktu (hari / jam)
 - sks

jumlah Node = Jumlah mata kuliah

Dengan Ketentuan :

- Terdapat 4 ruang

Hari	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at
Nomor	1	2	3	4	5

Tabel di bawah ini di tentukan berdasarkan ruang dan jam yang masih tersedia atau belum di pesan di hari senin.

Tabel 3.4. Tabel Ruang dan Hari yang tersedia

Ruang	Jam	Hari
3	8	Senin
3	10	Senin
4	10	Senin
1	13	Senin
3	13	Senin
4	13	Senin

Contoh mata kuliah yang akan di hitung adalah:

1. Algoritma dan pemrog
2. Matematika Diskrit

Item Sequence / Node

Tabel 3.5. Item Sequence / Node

<p>① AlgoPemrog / A 3 8 3 sks Senin</p>	<p>② AlgoPemrog / A 3 10 3 sks Senin</p>	<p>③ AlgoPemrog / A 4 10 3 sks Senin</p>	<p>④ AlgoPemrog / A 1 13 3 sks Senin</p>	<p>⑤ AlgoPemrog / A 3 13 3 sks Senin</p>	<p>⑥ AlgoPemrog / A 4 13 3 sks Senin</p>
<p>⑦ AlgoPemrog / B 3 8 3 sks Senin</p>	<p>⑧ AlgoPemrog / B 3 10 3 sks Senin</p>	<p>⑨ AlgoPemrog / B 4 10 3 sks Senin</p>	<p>⑩ AlgoPemrog / B 1 13 3 sks Senin</p>	<p>⑪ AlgoPemrog / B 3 13 3 sks Senin</p>	<p>⑫ AlgoPemrog / B 4 13 3 sks Senin</p>
<p>⑬ Matematika Diskrit A 3 8 2 sks Senin</p>	<p>⑭ Matematika Diskrit A 3 10 2 sks Senin</p>	<p>⑮ Matematika Diskrit A 4 10 2 sks Senin</p>	<p>⑯ Matematika Diskrit A 1 13 2 sks Senin</p>	<p>⑰ Matematika Diskrit A 3 13 2 sks Senin</p>	<p>⑱ Matematika Diskrit A 4 13 2 sks Senin</p>

1. Pembentukan Solusi

Untuk memilih mata kuliah I yang belum terjadwal yang nantinya di jadwalkan pada posisi k, persamannya sebagai berikut :

- a. menentukan nilai produk feromon

$$a_{ij}(t) = [\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta \rightarrow \eta_{ij} = 1/d_{ij} \rightarrow d_{ij} = 1/(\text{hari} \times 24) + \text{jam}$$

Tabel 3.6. Produk Feromon

Node	Nama Dosen	Nama Mata Kuliah	Kls	Hari	Jam	Ruang	η_{ij}	α_{ij}
1	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	A	1	8	3	8.0417	64.6684
2	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	A	1	10	3	10.0417	100.8351
3	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	A	1	10	4	10.0417	100.8351
4	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	A	1	13	1	13.0417	170.0851
5	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	A	1	13	3	13.0417	170.0851
6	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	A	1	13	4	13.0417	170.0851
7	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	B	1	8	3	8.0417	64.6684
8	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	B	1	10	3	10.0417	100.8351
9	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	B	1	10	4	10.0417	100.8351
10	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	B	1	13	1	13.0417	170.0851
11	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	B	1	13	3	13.0417	170.0851
12	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	B	1	13	4	13.0417	170.0851
13	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	8	3	8.0417	64.6684
14	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	10	3	10.0417	100.8351
15	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	10	4	10.0417	100.8351
16	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	13	1	13.0417	170.0851
17	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	13	3	13.0417	170.0851
18	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	13	4	13.0417	170.0851

b. tentukan nilai Tik (akumulasi dari proses feromon)

$$T_{ij} = \sum \alpha_{ij} (t)$$

Nilai Akumulasi feromon = 2329.7813

Setelah di temukan nilai akumulasi feromon, maka Tiap nilai α_{ij} di bagi dengan nilai akumulasi sehingga dihasilkan nilai α_{ij} baru.

Contoh :

Node 1 : $64.6684 / 2329.7813 = 0.0278$

Node 2 : $100.8351 / 2329.7813 = 0.0433$

Dan seterusnya sampai semua node mempunyai nilai α_{ij} baru baru. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan node yang mempunyai nilai α_{ij} baru.

Tabel 3.7 Nilai α_{ij} baru

Node	Nama Dosen	Nama Mata Kuliah	Kls	Hari	Jam	Ruang	α_{ij} baru
1	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	A	1	8	3	0.0278
2	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	A	1	10	3	0.0433
3	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	A	1	10	4	0.0433
4	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	A	1	13	1	0.0730
5	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	A	1	13	3	0.0730
6	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	A	1	13	4	0.0730
7	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	B	1	8	3	0.0278
8	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	B	1	10	3	0.0433
9	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	B	1	10	4	0.0433
10	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	B	1	13	1	0.0730
11	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	B	1	13	3	0.0730
12	Soffiana Agustin	Algoritma & Pemrograman	B	1	13	4	0.0730
13	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	8	3	0.0278
14	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	10	3	0.0433
15	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	10	4	0.0433
16	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	13	1	0.0730
17	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	13	3	0.0730
18	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	13	4	0.0730

Setelah ditemukan nilai α_{ij} baru tiap node maka di lakukan pensortiran dari nilai terkecil sampai terbesar dan berdasarkan ID Mata kuliah. Tanpa merubah kepemilikan tiap node. Seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 3.8. Pensortiran node berdasarkan Nilai α_{ij} baru.

Node	Nama Dosen	Nama Mata Kuliah	Kelas	Hari	Jam	Ruang	α_{ij} baru
1	Soffiana Agustin	Algoritma Dan Pemrograman	A	1	8	3	0.0278
7	Soffiana Agustin	Algoritma Dan Pemrograman	B	1	8	3	0.0278
13	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	8	3	0.0278
2	Soffiana Agustin	Algoritma Dan Pemrograman	A	1	10	3	0.0433
3	Soffiana Agustin	Algoritma Dan Pemrograman	A	1	10	4	0.0433
8	Soffiana Agustin	Algoritma Dan Pemrograman	B	1	10	3	0.0433
9	Soffiana Agustin	Algoritma Dan Pemrograman	B	1	10	4	0.0433
14	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	10	3	0.0433
15	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	10	4	0.0433
4	Soffiana Agustin	Algoritma Dan Pemrograman	A	1	13	1	0.0730
5	Soffiana Agustin	Algoritma Dan Pemrograman	A	1	13	3	0.0730
6	Soffiana Agustin	Algoritma Dan Pemrograman	A	1	13	4	0.0730
10	Soffiana Agustin	Algoritma Dan Pemrograman	B	1	13	1	0.0730
11	Soffiana Agustin	Algoritma Dan Pemrograman	B	1	13	3	0.0730

Lanjutan							
12	Soffiana Agustin	Algoritma Dan Pemrograman	B	1	13	4	0.0730
16	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	13	1	0.0730
17	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	13	3	0.0730
18	Umi Chotijah	Matematika Diskrit	A	1	13	4	0.0730

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

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

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

- $U \leq Q$

Flowchart random dapat dilihat dalam gambar 3.6 flowchart solusi sementara.

Dalam proses ini terdapat 2 cara perhitungan. jika Ya aka akan di lakukan proses Explorasi, Jika tidak maka akan dilakukan proses Eksploitasi.

Berikut adalah tabel yang menyatakan nilai tersebut masuk dalam proses eksploitasi atau proses eksplorasi.

Tabel 3.9. perhitungan Bilangan Random

Node	U	Q	Perbandingan
1	0.06	0.10	Eksplorasi
7	0.61	0.10	Eksplorasi
13	0.26	0.10	Eksplorasi
2	0.89	0.10	Eksplorasi
3	0.06	0.10	Eksplorasi
8	0.25	0.10	Eksplorasi
9	0.40	0.10	Eksplorasi
14	0.23	0.10	Eksplorasi
15	0.45	0.10	Eksplorasi
4	0.52	0.10	Eksplorasi
5	0.35	0.10	Eksplorasi
6	0.25	0.10	Eksplorasi

Lanjutan			
10	0.32	0.10	Eksplorasi
11	0.17	0.10	Eksplorasi
12	0.58	0.10	Eksplorasi
16	0.02	0.10	Eksplorasi
17	0.38	0.10	Eksplorasi
18	0.19	0.10	Eksplorasi

Dimana Proses Exploitasi adalah mata kuliah i di pilih berdasarkan nilai T_{ik} terbesar dari nilai U . maka node tersebut yang dimasukkan ke dalam tabu list untuk dijadikan solusi sementara.

Sedangkan Proses Explorasi adalah menghitung nilai probabilitas feromon. Dimana nilai random akan dibandingkan dengan penjumlahan sortiran dan dicari nilai yang mendekati. Jika sudah ditemukan maka node tersebut akan dimasukkan kedalam tabu list dan menjadi solusi sementara.

jika $U \leq Q$ \longrightarrow tidak maka akan dilakukan proses Exploitasi.

Dimana nilai dipilih berdasarkan nilai penjumlahan A_{ij} baru yang terbesar. Jika pada contoh perhitungan di atas maka nilai yang di pilih adalah nilai terbesar paling akhir yang akan di masukkan ke dalam tabu list.

jika $U > Q$ \longrightarrow Ya maka akan dilakukan proses Explorasi

Dimana nilai dipilih berdasarkan perbandingan Dimana nilai random akan dibandingkan dengan penjumlahan sortiran dan dicari nilai yang mendekati nilai random tersebut. Jika sudah di dapat nilai yang paling mendekati maka node tersebut yang akan di pilih untuk dimasukkan ke dalam tabu list.

Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

Nilai Random : 0.61

Tabel 3.10. Penjumlahan nilai A_{ij} baru

Node	α_{ij} baru	Dijumlahkan		
1	0.0278		0.0278	
7	0.0278		0.0555	
13	0.0278		0.0833	
2	0.0433		0.1266	
3	0.0433		0.1698	
8	0.0433		0.2131	
9	0.0433		0.2564	
14	0.0433		0.2997	
15	0.0433		0.3430	
4	0.0730		0.4160	
5	0.0730		0.4890	
6	0.0730		0.5620	
10	0.0730		0.6350	U : 0.61
11	0.0730		0.7080	
12	0.0730		0.7810	
16	0.0730		0.8540	
17	0.0730		0.9270	
18	0.0730		1.0000	

Setelah nilai α_{ij} baru telah dijumlahkan maka di lakukan perbandingan. Nilai random dibandingkan dengan penjumlahan α_{ij} baru , nilai yang mendekati nilai random dan lebih besar maka node tersebut yang akan di masukkan ke dalam tabu list.

Dari contoh diatas maka node yang di masukkan ke dalam tabu list adalah Node 10. Setelah semua node telah dicari nilai nya dan masuk ke dalam tabu list. Dilakukan proses pengulangan sampai tercapai suatu solusi akhir untuk satu semut. Setelah satu semut selesai dilakukan proses pengulangan untuk semut lainnya.

Dimisalkan dalam satu proses ada 2 iterasi dan 3 semut maka pada iterasi pertama akan terbentuk 3 solusi. Dari 3 solusi itu akan dibandingkan yang terbaik dan menjadi 1 solusi sementara. Proses tersebut akan berulang kembali sampai proses iterasi ke 2 dan akan didapatkan 2 solusi sementara. Dari hasil proses tersebut solusi sementara akan dbandingkan sampai didapat 1 solusi akhir.

Setelah proses iterasi berakhir maka akan dilakukan proses Local Search atau proses penyempurnaan solusi. Dimana *if Solusi[i] ≠ k then (Solusi adalah jadwal yang dihasilkan dan proses iterasi pada proses pembentukan solusi)*.

2. 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 : jumlah data yang berhasil di dapat sesuai jadwal yang berhasil terbentuk.
- $T_{max} = 1/((1-p)*Z_{best})$
- $T_{min} = T_{max}/5$
- Untuk setiap $\tau_{ij}(t)$
 - Jika mata kuliah i dijadwalkan pada posisi k, maka
 $\tau_{ij}(t) \text{ baru} : \rho * \tau_{ij}(t) \text{ lama} + (1 / Z_{best})$
 - Jika tidak, maka
 $\tau_{ij}(t) \text{ baru} : \rho * \tau_{ij}(t) \text{ lama}$

Contoh perhitungan Update Matriks Feromon.

Di misalkan Solusi yang telah di temukan adalah Node 1, Node 7, Node 6, Node 5 dan Node 9.

Hitung:

$$Z_{best} = 52.2083$$

$$T_{max} = 1/((1-p)*Z_{best})$$

$$T_{max} = 1/((1-0.5)* 52.2083) = 0.0383$$

$$T_{min} = T_{max}/5$$

$$T_{min} = 0.0383 / 5 = 0.0077$$

jika nilai $\tau_{ij}(t)$ baru lebih besar dari T_{max} maka $\tau_{ij}(t)$ baru = T_{max} . Sedangkan

jika nilai $\tau_{ij}(t)$ baru lebih kecil dari T_{min} , maka $\tau_{ij}(t)$ baru = T_{min} .

Dari rumus tersebut maka dapat dilihat Hasil perhitungan Nilai intensitas feromon pada proses update matriks feromon pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.11. Nilai $\tau_{ij} (t)$ baru setelah proses update feromon

node	pheromon	Nilai $\tau_{ij} (t)$ baru
1	0.26915403	0.038308061
2	0.25	0.038308061
3	0.25	0.038308061
4	0.25	0.038308061
5	0.26915403	0.038308061
6	0.26915403	0.038308061
7	0.26915403	0.038308061
8	0.25	0.038308061
9	0.26915403	0.038308061
10	0.25	0.038308061
11	0.25	0.038308061
12	0.25	0.038308061
13	0.25	0.038308061
14	0.25	0.038308061
15	0.25	0.038308061
16	0.25	0.038308061
17	0.25	0.038308061
18	0.25	0.038308061

Setelah nilai $\tau_{ij} (t)$ baru telah di temukan dari proses update matriks feromon, maka nilai tersebut akan digunakan untuk menghitung proses pembentukan solusi sampai semua mata kuliah yang belum dipesan telah mendapatkan nilai masing – masing. Mata kuliah yang telah dimasukkan ke dalam tabu list dan menjadi solusi sementara tidak di hitung lagi ketika kembali ke proses pembentukan solusi. Proses perhitungan dengan algoritma koloni semut tersebut akan selesai ketika semua mata kuliah yang belum dipesan telah dihitung dan masuk ke dalam tabu list dan menjadi solusi akhir dari proses penjadwalan dengan algoritma koloni semut.

Kemudian setelah semua perhitungan telah selesai dilakukan maka akan tampil jadwal akhir mata kuliah sebagai solusi terakhir dari jadwal perkuliahan dengan algoritma koloni semut.

3.3. Perancangan Antar Muka

Perancangan antar muka aplikasi penjadwalan diperlukan untuk memudahkan untuk memenuhi kebutuhan user. Berikut tampilan antar muka (desain *interface*) untuk aplikasi penjadwalan kuliah.

1. Halaman Data Mata Kuliah

The screenshot shows a window titled "Master Data Mata Kuliah". Inside the window, there are several input fields and buttons. On the left side, there are five input fields labeled "ID Mata Kuliah", "Nama Matkul", "Jumlah sks", "Pilihan Kelas", and "Pilihan Kelas". To the right of these fields is a large empty rectangular area. Below the second "Pilihan Kelas" field, there is a small dropdown arrow icon and a "Browse" button. At the bottom of the window, there are two buttons labeled "Save" and "Exit".

Gambar 3.10 Desain Interface Data Mata Kuiah

Interface untuk menginputkan data mata kuliah seperti pada gambar 3.10 Admin akan menginputkan data mata kuliah di jurusan sesuai dengan kurikulum yang ada/berlaku.

2. Halaman Data Dosen

The screenshot shows a window titled "Master Data Dosen". Inside the window, there are several input fields and buttons. On the left side, there are four input fields labeled "NIP Dosen", "Nama Dosen", "Alamat", and "HP". To the right of these fields is a large empty rectangular area. At the bottom of the window, there are two buttons labeled "Save" and "Exit".

Gambar 3.11 Desain Interface Data Dosen

Interface untuk menginputkan data Dosen seperti pada gambar 3.11 Admin akan menginputkan Dosen yang mengajar di fakultas Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik.

3. Halaman Data Ketersediaan Ruang

Gambar 3.12 Desain Interface Data Ketersediaan Ruang

Pada halaman untuk menginputkan data ruangan seperti pada Gambar 3.12 Admin akan menginputkan ruangan yang akan dipakai untuk proses belajar mengajar di lingkungan Jurusan Teknik Informatika.

4. Halaman Untuk pemesanan Jadwal

Gambar 3.13 Desain Interface Pemesanan Jadwal

Pada halaman untuk memesan jadwal mata kuliah terdapat pilihan tanggal, jam, ruang, dan mata kuliah yang akan di pesan. Button save untuk menampilkan data jadwal yang sudah di pesan. Seperti pada gambar 3.13.

5. Halaman Proses Penjadwalan dengan AKS

Proses Penjadwalan AKS

Data Mata Kuliah

No.	Nama Mata Kuliah	sks	Kelas
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			

Tampilan Proses AKS

Parameter Proses

Jumlah Semut	<input type="text"/>	Iterasi	<input type="text"/>
Nilai Alpha	<input type="text"/>	Nilai Beta	<input type="text"/>
Nilai Q	<input type="text"/>	Nilai Rho	<input type="text"/>
Nilai Pheromon	<input type="text"/>		
Bulan	<input type="text"/>		

Gambar 3.14 Desain Interface proses penjadwalan dengan aks