

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 Analisis Masalah

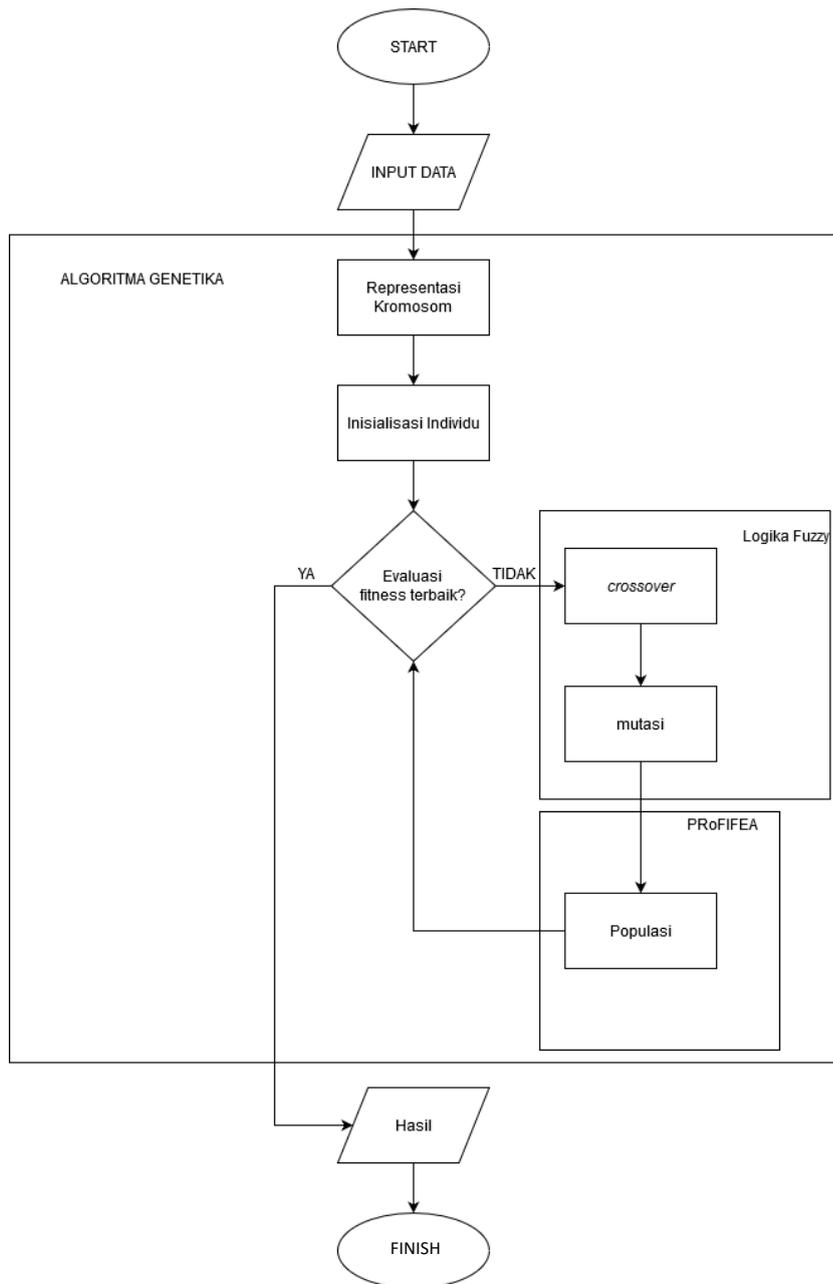
Pada sub bab ini akan menjelaskan tentang analisis masalah yang terjadi pada penjadwalan mata kuliah. Penjadwalan merupakan hal salah satu hal yang terpenting dalam kegiatan perkuliahan. Permasalahan pada proses penjadwalan sangat kompleks. Banyak sekali hal yang harus diperhatikan dalam proses pembuatan jadwal. Terdapat batasan – batasan yang harus diperhatikan dalam pembuatan jadwal yaitu dosen, mata kuliah, waktu dan ruangan. Pada penelitian ini proses pembuatan jadwal menggunakan algoritma genetika dengan *population resizing on fitness improvement genetic algorithm*.

Algoritma *fuzzy evolusi* adalah gabungan antara algoritma genetika dan logika *fuzzy*. Algoritma genetika adalah algoritma yang memanfaatkan proses seleksi alamiah yang dikenal dengan proses evolusi [1]. Dalam proses evolusi, individu secara terus-menerus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungan hidupnya. Proses algoritma genetika akan terus mencari sampai mendapatkan nilai *fitness* terbaik. Namun pada algoritma genetika memungkinkan terjadi solusi yang kurang optimal karena pencarian akan berhenti pada lokal optimum. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Ferawaty [1] tentang optimasi penjadwalan mata kuliah menggunakan algoritma genetika. Menggunakan algoritma genetika murni, atau tidak digabungkan dengan algoritma lainnya. Melakukan iterasi maksimum sebanyak 10000 kali dengan hasil kendala *hard constrain* sebanyak 0 dan *soft constrain* sebanyak 8. Pada penelitian tersebut, probabilitas mutasi tidak ditentukan. Dikatakan bahwa probabilitas mutasi yang semakin besar cenderung memberikan hasil yang lebih baik. Namun dari hasil yang didapat, sebenarnya probabilitas mutasi yang lebih besar belum tentu bisa menjamin hasil yang lebih baik [1]. Maka dari itu algoritma genetika akan digabungkan dengan logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* berguna untuk meningkatkan probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi yang dapat menyesuaikan diri

terhadap pencarian solusi dan mampu menghasilkan solusi optimal yang memiliki nilai *fitness* dengan tingkat akurasi yang baik [2]. Terdapat tiga jenis metode logika *fuzzy* yaitu tsukamoto, sugeno dan mamdani. Penelitian yang dilakukan oleh Laras Purwati Ayuningsih dkk [19], dalam menyelesaikan kasus pendaftaran mahasiswa baru menggunakan logika *fuzzy* tsukamoto, logika *fuzzy* sugeno dan logika *fuzzy* mamdani. Ketiga metode tersebut dibandingkan untuk melihat hasil yang terbaik. Hasil dari penelitian yang telah dihitung bahwa metode fuzzy Mamdani mempunyai tingkat error yang lebih kecil sebesar 19,76 % dibandingkan dengan metode Tsukamoto sebesar 39,03 % dan Sugeno sebesar 86,41 % pada prediksi jumlah pendaftar mahasiswa baru. Tingkat keakuratan logika *fuzzy* mamdani lebih baik daripada logika *fuzzy* tsukamoto atau logika *fuzzy* sugeno. Maka dalam penentuan probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi menggunakan logika *fuzzy* mamdani. Setelah didapatkan hasil dari kromosom yang telah diproses pada tahap *crossover* dan mutasi.

Pada proses pembangkitan populasi baru akan menggunakan metode PROFIFEA untuk menentukan ukuran populasi yang akan muncul pada algoritma genetika. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Wiktasari menggunakan algoritma *simulated annealing* untuk penentuan populasi baru pada algoritma genetika. Proses yang dilakukan dalam memilih individu terbaik dengan menggunakan *simulated annealing* belum tentu mendapatkan nilai *fitness* terbaik karena pengaruh dari sifat stochastic pada algoritma itu sendiri dan hanya menyimpan satu solusi terbaik saja [9]. Sehingga bisa saja individu yang buka solusi terbaik tidak masuk pada generasi selanjutnya dan bisa saja hilang dari populasi. Sedangkan penelitian yang dilakukan M. Syaiful [2] PROFIFEA memilih individu yang akan dijadikan populasi baru menggunakan perhitungan dengan melihat kondisi nilai *fitness* terbaru agar tidak terjadi kesamaan nilai pada populasi sebelumnya. Dan mengambil kembali individu sebelumnya yang bisa saja mejadi solusi terbaik untuk generasi selanjutnya.

Berikut adalah diagram alir PROFIFEA untuk penjadwalan mata kuliah yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 .



Gambar 3.1 Diagram alir PROFIFEA untuk penjadwalan.

Gambar 3.1 menjelaskan alur PROFIFEA untuk penjadwalan mata kuliah. Proses pertama adalah memasukkan data. Lalu data akan diproses menggunakan algoritma genetika. Pada tahap *crossover* dan mutasi akan menggunakan parameter logika *fuzzy* sebagai nilai probabilitas *crossover* dan mutasi. Kemudian pada tahap pembentukan populasi baru menggunakan PROFIFEA sebagai penentu ukuran populasi yang akan dibangkitkan.

3.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan diperlukan untuk mendapatkan informasi, model ataupun spesifikasi mengenai sistem yang akan dibangun. Informasi yang diperoleh nantinya akan dijadikan sebagai acuan dalam membangun dan implementasi sistem. Sistem tentunya membutuhkan perangkat keras maupun perangkat lunak dalam mendukung performa kerja sistem. Berikut merupakan kebutuhan nonfungsional untuk membangun dan mengimplementasikan algoritma genetika untuk penjadwalan mata kuliah, diantaranya :

1. Perangkat keras : Laptop (Samsung Electronics (450R 4V) Intel core i3, 2.50 GHz) RAM 8GB)
2. Perangkat lunak
 - a. Sistem operasi (Windows 10)
 - b. Editor tool (PyCharm)
 - c. Bahasa Pemrograman (Python 3)
 - d. Basis data (SQLite3)
 - e. *Framework* (Django) sebagai input data.

3.3 Representasi Kromosom

Representasi kromosom adalah tahapan awal algoritma genetika untuk mengkodekan gen dari kumpulan individu. Pada penelitian ini, disiapkan sebuah kumpulan data jadwal mata kuliah semester ganjil tahun ajaran 2019/2020 yang didapat dari akademik ITERA. Untuk data jadwal mata kuliah hanya menggunakan data jadwal mata kuliah program studi teknik informatika. Kumpulan individu diambil dari data jadwal mata kuliah 2019/2020. Data memiliki 61 kelas mata kuliah dengan 25 dosen pengampu, 5 jumlah ruangan dan 20 waktu kuliah yang tersedia. Kromosom dipresentasikan menggunakan daftar aturan .Representasi mata kuliah dibedakan dengan kode daftar aturan untuk membedakan mata kuliah mana yang dapat diambil disemester depan atau mata kuliah yang diulang. Setelah data sampel didapat, maka data sampel akan digunakan untuk perhitungan PROFIFEA pada penjadwalan mata kuliah. Data sampel akan merepresentasi kromosom dari data sampel jadwal kelas mata kuliah program studi 2019/2020. Berikut merupakan data kelas mata kuliah yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kelas mata kuliah

Kode Mata Kuliah	Nama Mata Kuliah	Program Studi	SKS
MK1	Sistem Informasi A	IF	3
MK2	Algoritma Struktur Data A	IF	3
MK3	Manajemen Basis Data A	IF	3
MK4	Pengenalan Lingkungan A	TL	3
MK5	Pemrograman Web A	IF	2

Dilihat dari Tabel 3.1 menjelaskan bahwa representasi kromosom menggunakan daftar aturan. Kode dari salah satu data pada tabel adalah MK1, IF menjelaskan program studi, 3 adalah SKS, dan 1 adalah urutan mata kuliah. Kode akan digunakan untuk menjadi parameter pada fungsi evaluasi yang akan dibandingkan dengan parameter lainnya.

Selanjutnya adalah representasi kromosom dosen dengan menggunakan data sampel sebanyak 5 dosen. Data sampel dosen dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Dosen mata kuliah

Kode Dosen	Nama Dosen	Program Studi
D1	Raidah Hanifah, S.T., M.T.,	Teknik Informatika
D2	Amirul Iqbal, S.Kom., M.Eng.	Teknik Informatika
D3	Andika Setiawan, S.Kom., M.Cs.	Teknik Informatika
D4	Yuni Lisafitri, S.P,M.Si.Hafiz Budi	Teknik Lingkungan
D5	Ahmad Luky Ramdani, S.Komp., M.Kom.	Teknik Informatika

Tabel 3.2 Menjelaskan bahwa representasi dosen mata kuliah akan diberi kode dengan program studi yang dipegang oleh dosen. Sebagai contoh D1 adalah dosen Teknik Informatika urutan ke 1. Kode ini akan digunakan untuk parameter pada fungsi objektif yang akan disandingkan dengan kode mata kuliah.

Selanjutnya adalah data waktu yang tersedia. Data waktu diambil sebanyak 5 data sampel. Waktu yang tersedia terbagi menjadi 2 yaitu 2 SKS dan 3 SKS. Karena

waktu yang diberikan 2 SKS adalah 100 menit, sedangkan 3 SKS adalah 150 menit. Untuk lebih jelasnya waktu yang tersedia dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Sebaran waktu yang disediakan

Kode Waktu	Pilihan	Waktu	sks
W1	S1	Senin 07:00 – 08:40	2
W2	S1	Senin 07:00 – 09:30	3
W3	S2	Senin 09:00 – 11:30	3
W4	E1	Selasa 07:00 – 08:40	2
W5	E2	Selasa 09:00 – 11:30	3

Dilihat dari Tabel 3.3 waktu yang tersedia dapat dijelaskan bahwa representasi kromosom waktu dibedakan dengan menguraikan kode W adalah kode hari, pilihan adalah kode untuk membedakan SKS dan untuk menyesuaikan dengan mata kuliah yang memiliki bobot 2 SKS atau 3 SKS.

Selanjutnya representasi ruang. Menggunakan data sampel yaitu sebanyak 5 ruangan. Data ruang dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Daftar ruangan

Kode Ruang	Kapasitas
D102	80
D104	80
D306	35
E001	50
E103	80

Dilihat dari Tabel 3.4 dijelaskan bahwa representasi kode ruang diberi kode nama ruang. D102 sampai E103 adalah urutan untuk ruang yang tersedia.

Setelah semua data riil direpresentasikan kedalam bentuk kromosom. lalu dilanjutkan dengan pembangkitan populasi awal atau inisialisasi individu.

3.4 Inisialisasi Individu

Setelah tahap pada teknik pengkodean atau representasi kromosom telah selesai, akan dilakukan proses pembangkitan populasi awal. Membangkitkan populasi awal adalah proses membangkitkan sejumlah individu secara acak. Pembentukan kromosom yang digunakan adalah menggunakan representasi kromosom yang telah di bentuk dalam susunan gen yang terdiri atas empat nilai atau allele, susunan gen tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Nilai pertama adalah kode mata kuliah.
2. Nilai kedua adalah kode dosen yang mengikuti mata kuliah.
3. Nilai ketiga adalah kode waktu.
4. Nilai keempat adalah kode ruangan.

Dalam satu populasi yang terbentuk dari kromosom berjumlah sesuai dengan jumlah kuliah yang akan dijadwalkan dan masing-masing. Teknik ini melibatkan pembangkitan secara acak untuk setiap gen sesuai dengan representasi kromosom yang digunakan. Setiap kromosom berisi kode mata kuliah, nama dosen, waktu dan ruangan yang dibangkitkan secara acak. Berikut adalah pembangkitan populasi individu secara acak :

Kromosom [1]: MK1D4W1D102

Kromosom [2]: MK2D1W2D102

Kromosom [3]: MK3D3W3E103

Pembangkitan individu dibentuk dengan pergabungan gen - gen. Salah satunya adalah kromosom 1, kromosom 1 dibangkitkan secara acak yang terdiri dari mata kuliah yang direpresentasikan dengan kode MK1 yang dipasangkan dengan kode dosen D4, kode waktu yang direpresentasikan dengan W1, dan menempati kode ruangan yang direpresentasikan dengan D102. Setelah semua individu telah dibangkitkan selanjutnya setiap kromosom akan diseleksi menggunakan fungsi evaluasi.

3.5 Fungsi Evaluasi

Permasalahan yang akan diselesaikan adalah permasalahan mengenai ketentuan yang dilanggar antara gen mata kuliah, dosen, ruang pada waktu yang

bersamaan. Parameter yang tidak cocok dapat dilihat pada bagian gen. Maka fungsi objektif yang digunakan agar memperoleh solusi adalah fungsi_objektif = banyaknya ketentuan yang dilanggar antara mata kuliah, dosen, ruang dan waktu antara satu kromosom dengan kromosom lainnya. Jika kromosom yang melanggar pada setiap gen dengan kromosom lainnya maka akan dihitung 1. Untuk lebih jelasnya berikut adalah ketentuan yang tidak boleh dilanggar dalam menggunakan fungsi objektif :

1. Kelas mata kuliah tidak dapat menempati ruang dan waktu yang sama.
2. Jumlah mahasiswa tidak boleh lebih dari kapasitas ruangan.
3. Kelas mata kuliah harus memiliki waktu dengan SKS yang sama.
4. Dosen tidak dapat mengajar pada waktu dan tempat yang sama.
5. Dosen tidak dapat mengajar pada waktu yang bersamaan.

Aturan pada fungsi objektif yang direpresentasikan akan digunakan kepada kromosom yang telah dibentuk. Berikut adalah perhitungan nilai *fitness* :

$$Fitness[1]: \frac{1}{1 + (1 + 1 + 0 + 0 + 0)} = 0,33$$

$$Fitness[2]: \frac{1}{1 + (1 + 0 + 0 + 0 + 0)} = 0,5$$

Dari fungsi evaluasi yang telah dilakukan, kromosom 1 melanggar ketentuan. Dimana kromosom 1 adalah mata kuliah dengan bobot 2 SKS tapi berpasangan dengan waktu dengan bobot 3 SKS dan memiliki kesamaan ruang pada jam yang sama dengan kromosom 3. Maka fungsi objektif akan menghitung persamaan tersebut. Setelah fungsi objektif telah ditetapkan maka proses selanjutnya adalah seleksi.

3.6 Seleksi

Seleksi digunakan untuk memilih individu-individu mana saja yang akan dipilih pada proses *crossover* dan mutasi. Metode yang dipilih untuk menyelesaikan permasalahan benturan pada penjadwalan adalah metode seleksi menggunakan turnamen. Metode ini akan mengambil dua individu secara acak dan kemudian

menyeleksi salah satu individu yang memiliki nilai fitness paling tinggi untuk dijadikan individu yang akan dipakai pada proses selanjutnya[22]. Parameter yang digunakan pada metode ini adalah ukuran tour yang bernilai antara 2 sampai N (N adalah jumlah individu). Kemudian individu – individu yang terbaik dalam kelompok akan diseleksi sebagai induk. Setelah populasi telah diseleksi menggunakan metode turnamen berikutnya adalah tahap crossover dan mutasi, namun tidak ada aturan baku dalam algoritma genetika untuk menentukan probabilitas *crossover* dan mutasi. Maka dari itu proses selanjutnya adalah menentukan probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi menggunakan algoritma logika *fuzzy*.

3.7 Penentuan Parameter menggunakan Logika Fuzzy

Penentuan parameter dilakukan karena tidak adanya aturan baku mengenai jumlah populasi dan jumlah generasi menyebabkan perhitungan pada algoritma genetika haruslah dilakukan dalam beberapa kali percobaan hingga didapatkan hasil yang diharapkan [6]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan suatu sistem yang dapat menghilangkan kesamaran dalam penentuan jumlah populasi dan jumlah generasi yaitu menggunakan logika *Fuzzy* mamdani. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan oleh H. W. Pangestu dkk [6], diperoleh jumlah populasi 100 dan jumlah generasi 200 yang akan menghasilkan jadwal tanpa adanya benturan dalam satu kali proses. Jumlah populasi dan jumlah generasi tersebut akan dimasukkan kedalam tahapan proses yang ada pada sistem inferensi *fuzzy* mamdani [20].

3.7.1 Pembentukan Himpunan Fuzzy

Tahap pertama pada sistem inferensi *fuzzy* mamdani adalah pembentukan himpunan *fuzzy*. pembentukan himpunan menggunakan dua buah masukan yaitu jumlah populasi yang digunakan dan jumlah generasi yang akan diproses yang menghasilkan dua buah keluaran yaitu nilai untuk probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi. Nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi dihasilkan akan digunakan pada tahapan yang ada pada algoritma genetika yaitu tahap *crossover* dan tahap mutasi.

3.7.2 Fungsi Implikasi

Tahap kedua dari sistem inferensi *fuzzy* mamdani adalah penerapan fungsi implikasi. Fungsi implikasi merupakan struktur logika yang terdiri atas kumpulan premis dan satu konklusi. Fungsi implikasi berguna untuk mengetahui hubungan antara premis-premis dan konklusinya [20]. Dalam menentukan nilai probabilitas terdapat aturan yang ditentukan pada sistem inferensi *fuzzy* mamdani yang dapat dilihat pada Tabel 3.5 untuk probabilitas *crossover*.

Tabel 3.5 Aturan sistem inferensi *fuzzy* mamdani untuk probabilitas *crossover*.

PC	Population Size		
Generation	Small	Medium	Large
Short	Medium	Medium	Small
Medium	Large	Large	Medium
Long	Very Large	Very Large	Large

Dengan aturan pada Table 3.5 dijelaskan bahwa, aturan *fuzzy* yang digunakan dari masukan jumlah populasi yang digunakan serta jumlah maksimum generasi. Dari dua masukan tersebut akan menghasilkan nilai untuk probabilitas *crossover*. Aturan sistem inferensi *fuzzy* mamdani juga memberi keluaran pada probabilitas mutasi. Berikut adalah aturan sistem inferensi *fuzzy* mamdani dapat dilihat pada tabel 3.6 untuk nilai probabilitas mutasi.

Tabel 3.6 Aturan sistem inferensi *fuzzy* mamdani untuk probabilitas mutasi.

PM	Population Size		
Generation	Small	Medium	Large
Short	Large	Medium	Small
Medium	Medium	Small	Very Small
Long	Small	Very Small	Very Small

Dengan aturan pada Table 3.6 dijelaskan bahwa, jumlah populasi dan maksimum generasi yang dimasukkan akan diproses dan menghasilkan nilai probabilitas mutasi yang mana akan dipakai dalam iterasi pada proses algoritma genetika. Dalam algoritma *fuzzy* evolusi, aturan-aturan sistem *fuzzy* yang telah

ditentukan harus sudah diimplementasikan terlebih dahulu sebelum proses iterasi dilakukan.

Berikut adalah fungsi aturan logika *fuzzy* untuk menentukan probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi.

Berikut adalah aturan logika *Fuzzy* yang digunakan untuk menentukan probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi :

- R1. IF (Populasi is SMALL) AND (Generasi is SHORT) THEN (ProbCrossover is MEDIUM) AND (ProbMutasi is LARGE).
- R2. IF (Populasi is MEDIUM) AND (Generasi is SHORT) THEN (ProbCrossover is SMALL) AND (ProbMutasi is MEDIUM).
- R3. IF (Populasi is LARGE) AND (Generasi is SHORT) THEN (ProbCrossover is SMALL) AND (ProbMutasi is SMALL).
- R4. IF (Populasi is SMALL) AND (Generasi is MEDIUM) THEN (ProbCrossover is LARGE) AND (ProbMutasi is MEDIUM).
- R5. IF (Populasi is MEDIUM) AND (Generasi is MEDIUM) THEN (ProbCrossover is LARGE) AND (ProbMutasi is SMALL).
- R6. IF (Populasi is LARGE) AND (Generasi is MEDIUM) THEN (ProbCrossover is MEDIUM) AND (ProbMutasi is VERYSMALL).
- R7. IF (Populasi is SMALL) AND (Generasi is LONG) THEN (ProbCrossover is VERYLARGE) AND (ProbMutasi is SMALL).
- R8. IF (Populasi is MEDIUM) AND (Generasi is LONG) THEN (ProbCrossover is VERYLARGE) AND (ProbMutasi is VERYSMALL).
- R9. IF (Populasi is LARGE) AND (Generasi is LONG) THEN (ProbCrossover is LARGE) AND (ProbMutasi is VERYSMALL).

3.7.3 Komposisi aturan

Tahap ketiga dari sistem inferensi *fuzzy* mamdani menghasilkan aplikasi fungsi implikasi dari tiap aturan, digunakan metode Max (Maximum) pada persamaan 2.3 untuk melakukan komposisi antar semua aturan. Hasil akan terbagi menjadi daerah - daerah yang akan dicari nilainya. Nilai tersebut akan digunakan pada fungsi keanggotaan untuk menentukan hasil komposisi.

3.7.4 Penegasan

Metode penegasan yang digunakan adalah metode *centroid*. Metode *centroid* akan menghitung momen yang dihasilkan pada tahap komposisi aturan pada setiap daerah menggunakan persamaan 2.4. ketika luas pada setiap daerah didapatkan maka akan menghasilkan sebuah titik pusat. Titik pusat ini akan menjadi nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi yang akan digunakan pada tahapan algoritma genetika.

3.8 Crossover

Kromosom yang telah diperoleh dari proses seleksi selanjutnya akan direkombinasi (*crossover*). Karena pada permasalahan benturan jadwal perkuliahan antara dosen dan waktu, gen yang harus direkombinasi (*crossover*) adalah gen waktu atau ruang maka dipilih metode *crossover* satu titik. Pada metode ini, langkah pertama yang harus dilakukan adalah membangkitkan bilangan acak R dalam kisaran [0, 1]. Kemudian bandingkan dengan probabilitas *crossover* yang diperoleh dari sistem inferensi *fuzzy*. Apabila bilangan acak kurang dari probabilitas *crossover* maka kromosom tersebut akan diproses pada *crossover*. Berikut adalah proses *crossover* antara kromosom 1 dan kromosom 2 :

$$\begin{aligned} \text{Kromosom}[1] &= \text{Kromosom}[1] \text{ X } \text{Kromosom}[2] \\ &= \text{MK1D4W31D102 X MK2D2W4E103} \\ &= \text{MK1D4W4E103} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan kromosom baru setelah proses *crossover*. Kromosom tersebut akan dilanjutkan dengan proses mutasi.

3.9 Mutasi

Selanjutnya akan dilakukan proses mutasi. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghitung panjang total gen. Panjang total gen = jumlah gen dalam 1 kromosom * jumlah kromosom. Setelah didapatkan jumlah gen yang akan dimutasi, maka jumlah gen akan dikali dengan nilai probabilitas mutasi yang didapat dari sistem *Fuzzy*. Kemudian jumlah gen yang didapat akan dimutasi, proses pemilihan gen yang akan dimutasi dilakukan secara acak. Berikut adalah contoh proses mutasi pada kromosom 1 :

Kromosom[1] = MK1D4W4E103
 = E103 dimutasi dengan D104
 = MK1D4W4D104

Gen E103 pada kromosom 1 dimutasi dengan mengganti gen secara acak. Setelah proses mutasi selesai kemudian dilakukan pembangkitan populasi baru. Pembangkitan populasi baru akan dilakukan menggunakan PROFIFEA.

3.10 Pembangkitan Populasi Baru menggunakan PROFIFEA

Proses selanjutnya adalah pembangkitan populasi menggunakan metode PROFIFEA. Langkah pertama adalah mengikuti aturan dari metode PROFIGA. Terdapat 3 aturan yang nantinya akan dipakai pada pembangkitan populasi. Berikut adalah ketiga aturan dari metode PROFIGA yang digunakan untuk membangkitkan populasi baru:

1. Nilai *fitness* meningkat dengan menggunakan persamaan 2.5.
2. Nilai *fitness* terbaik menurun dengan menggunakan persamaan 2.6.
3. Nilai *fitness* terbaik tetap sama dengan menggunakan persamaan 2.7.

Setelah proses dengan metode PROFIGA selesai. Dilanjutkan dengan proses menggunakan PROFIFEA. Terdapat 2 aturan pada metode PROFIFEA yaitu Jika ukuran populasi baru bertambah maka akan dibangkitkan individu baru secara acak sesuai tipe kromosom yang digunakan sejumlah banyaknya penambahan ukuran populasi dan yang kedua adalah jika ukuran populasi baru menyusut maka populasi baru dibentuk dengan rumus yang telah ditetapkan pada proses menggunakan persamaan PROFIFEA.

Populasi baru yang sudah terbentuk dengan menggunakan metode PROFIFEA akan dilakukan proses seleksi kembali untuk mengetahui nilai *fitness* yang terbaik. Jika masih terdapat aturan yang dilanggar pada fungsi evaluasi maka proses akan terus dilanjutkan pada operator *crossover* dan mutasi sampai mendapatkan *fitness* yang terbaik tanpa adanya aturan yang dilanggar.