

# Kombinasi Logika Fuzzy dan Algoritma Genetika untuk Masalah Penjadwalan Perkuliahan

Dwiprima Elvanny Myori<sup>1</sup>, Hastuti<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Elektro FT Universitas Negeri Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 Telp/Fax (0751)7055644, 445998

elvannymyori@gmail.com<sup>1</sup>, hastuti03@gmail.com<sup>2</sup>

**Abstrak**– Dalam melakukan penyusunan jadwal perkuliahan diperlukan pemikiran yang cukup rumit untuk dapat memetakan sejumlah komponen jadwal perkuliahan (mata kuliah, dosen, mahasiswa, ruang dan waktu) ke dalam timeslot (matriks ruang dan waktu) dengan mempertimbangkan semua batasan yang ada. Penyusunan jadwal perkuliahan secara manual membutuhkan waktu yang cukup lama dan memungkinkan terjadinya pelanggaran constraint akibat human error. Pelanggaran constraint dalam penjadwalan menjadikan jadwal tidak valid dan harus dilakukan penjadwalan ulang. Jika permasalahan ini selalu berulang setiap menghadapi semester baru, maka sepatutnya permasalahan ini mendapat prioritas untuk dicari solusinya demi peningkatan mutu sistem akademik di perguruan tinggi. Pada paper ini, akan menggunakan logika fuzzy yang dikombinasikan dengan algoritma genetika untuk memperoleh hasil jadwal perkuliahan yang optimal. Pada penelitian terdahulu sudah sering digunakan algoritma genetika untuk penyelesaian permasalahan penjadwalan ini, namun algoritma genetika ini masih memiliki kelemahan dalam hal konvergensi yang terlalu cepat sehingga tidak ada jaminan bahwa solusi yang dihasilkan adalah solusi yang optimal. Pemasalahan yang timbul seringkali mengandung ketidakpastian, oleh karena itu logika fuzzy merupakan salah satu metode untuk melakukan analisa sistem yang mengandung ketidakpastian. Logika fuzzy ini dikombinasikan dengan algoritma genetika untuk mendapatkan solusi yang optimal. Aturan logika fuzzy yang diterapkan pada algoritma genetika, yaitu pada crossover dan mutasi, membuat algoritma genetika yang diterapkan menjadi lebih praktis. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data dari jadwal perkuliahan yang dibatasi hanya untuk mata kuliah teori pada jurusan Teknik Elektro FT UNP semester ganjil tahun akademik 2018/2019.

**Kata kunci:** jadwal perkuliahan, logika fuzzy, algoritma genetika

## 1. Pendahuluan

Aktivitas perkuliahan merupakan gabungan dari kelompok mahasiswa, dosen yang mengajar, mata kuliah yang diajarkan. Permasalahan yang sebenarnya dihadapi dalam kasus ini adalah permasalahan penempatan beberapa aktivitas perkuliahan yang ada ke dalam dimensi slot waktu dan ruangan yang telah ditentukan sehingga diperoleh solusi yang paling optimal. Hal tersebut tidaklah mudah, dikarenakan adanya keterkaitan antara syarat-syarat yang harus dipenuhi. Misalnya adalah tidak boleh adanya jadwal kuliah yang beririsan dengan dengan jadwal kuliah yang memiliki semester yang sama, sehingga mahasiswa dapat mengambil semua mata kuliah dalam satu semester, kemudian distribusi jadwal perkuliahan juga diharapkan dapat merata tiap harinya untuk setiap kelas.

Permasalahan-permasalahan seperti itu lebih sering disebut dengan *University Course Timetabling Problems* (UCTP), yaitu permasalahan yang timbul akibat proses penyusunan jadwal perkuliahan pada suatu universitas. Permasalahan utama yang sering timbul ialah

terjadinya tumpang tindih alokasi waktu penggunaan ruang dan alokasi waktu dosen pengajar matakuliah. Maka jadwal akan dikatakan baik apabila terbebas dari masalah-masalah tersebut. Masalah dari penyusunan jadwal perkuliahan itu sendiri memiliki banyak sekali variasi sesuai dengan kebijakan lembaga perguruan tinggi tempat jadwal kuliah tersebut akan digunakan.

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Logika fuzzy dikatakan sebagai logika baru yang lama, sebab ilmu tentang logika fuzzy modern dan metodis baru ditemukan beberapa tahun yang lalu, padahal sebenarnya konsep tentang logika fuzzy itu sendiri sudah ada pada diri kita sejak lama. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy, dimana peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangat penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan (*membership function*) menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy tersebut.

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Beberapa contoh yang dapat diambil antara lain [9] :

1. Manajer perdagangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada akhir minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari.
2. Seorang pegawai melakukan tugasnya dengan kinerja yang sangat baik, kemudian atasan akan memberikan *reward* yang sesuai dengan kinerja pegawai tersebut.

Algoritma genetika merupakan teknik pencarian nilai optimum secara *stochastic* berdasarkan mekanisme seleksi alam. Metodenya sangat berbeda dengan kebanyakan algoritma optimasi lainnya, yaitu mempunyai ciri-cirinya sebagai berikut :

- a. Menggunakan hasil pengkodean dari parameter, bukan parameter itu sendiri.
- b. Bekerja pada populasi bukan pada sesuatu yang unik.
- c. Menggunakan nilai satu-satunya pada fungsi dalam prosesnya. Tidak menggunakan fungsi luar atau pengetahuan luar lainnya.
- d. Menggunakan fungsi transisi probabilitas, bukan sesuatu yang pasti

Algoritma genetika digunakan untuk menyelesaikan permasalahan searching dan optimasi yang mempunyai kompleksitas tinggi yang banyak terjadi dalam *dynamic programming* seperti *Travelling Salesman Problem*, *Knapsack Problem* dan *University Course Timetabling Problem*. Algoritma genetika dapat menghindari keadaan lokal optimum yang baik. Adapun ciri-ciri permasalahan yang membutuhkan algoritma genetika yaitu :

- a. Mempunyai fungsi tujuan optimalisasi non linear dengan banyak kendala yang juga non linear.
- b. Mempunyai kemungkinan solusi yang jumlahnya tak berhingga.
- c. Membutuhkan solusi *real time* yang dalam arti solusi bisa didapatkan dengan cepat, sehingga dapat diimplementasikan untuk permasalahan yang mempunyai perubahan yang cepat.
- d. Mempunyai multi-objective dan multi-criteria, sehingga diperlukan solusi yang optimal.

Pada algoritma genetika terdapat beberapa tahap penyelesaian, antara lain:

1. Pengkodean

Langkah pertama pada algoritma genetika adalah menerjemahkan / merepresentasikan masalah riil menjadi terminologi biologi. Cara untuk merepresentasikan masalah ke dalam bentuk kromosom disebut pengkodean. Terdapat beberapa cara pengkodean seperti pengkodean biner, permutasi, nilai, dan pohon. Pemilihannya berdasarkan masalah yang dihadapi.

2. Seleksi

Proses seleksi bertanggung jawab untuk melakukan pemilihan terhadap individu yang hendak diikuti dalam proses reproduksi. Langkah pertama yang dilakukan dalam seleksi ini adalah pencarian nilai fitness. Seleksi mempunyai tujuan

untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang mempunyai nilai *fitness* terbaik. Beberapa metode seleksi antara lain; roda *roulette*(*roulette wheel*), rangking, dan turnamen.

3. Perkawinan silang

Proses perkawinan silang (*crossover*) berfungsi untuk menghasilkan keturunan dari dua buah kromosom induk yang terpilih. Kromosom anak yang dihasilkan merupakan kombinasi gen-gen yang dimiliki oleh kromosom induk.

4. Mutasi

Setelah melalui proses perkawinan silang, pada *offspring* dapat dilakukan proses mutasi. Mutasi dilakukan dengan cara melakukan perubahan pada sebuah gen atau lebih dari sebuah individu. Tujuan dari mutasi adalah agar individu-individu yang ada dalam populasi semakin bervariasi. Mutasi akan sangat berperan jika pada populasi awal hanya ada sedikit solusi yang mungkin terpilih. Sehingga, operasi itu sangat berguna dalam mempertahankan keanekaragaman individu dalam populasi meskipun dengan mutasi tidak dapat diketahui apa yang terjadi pada individu baru.

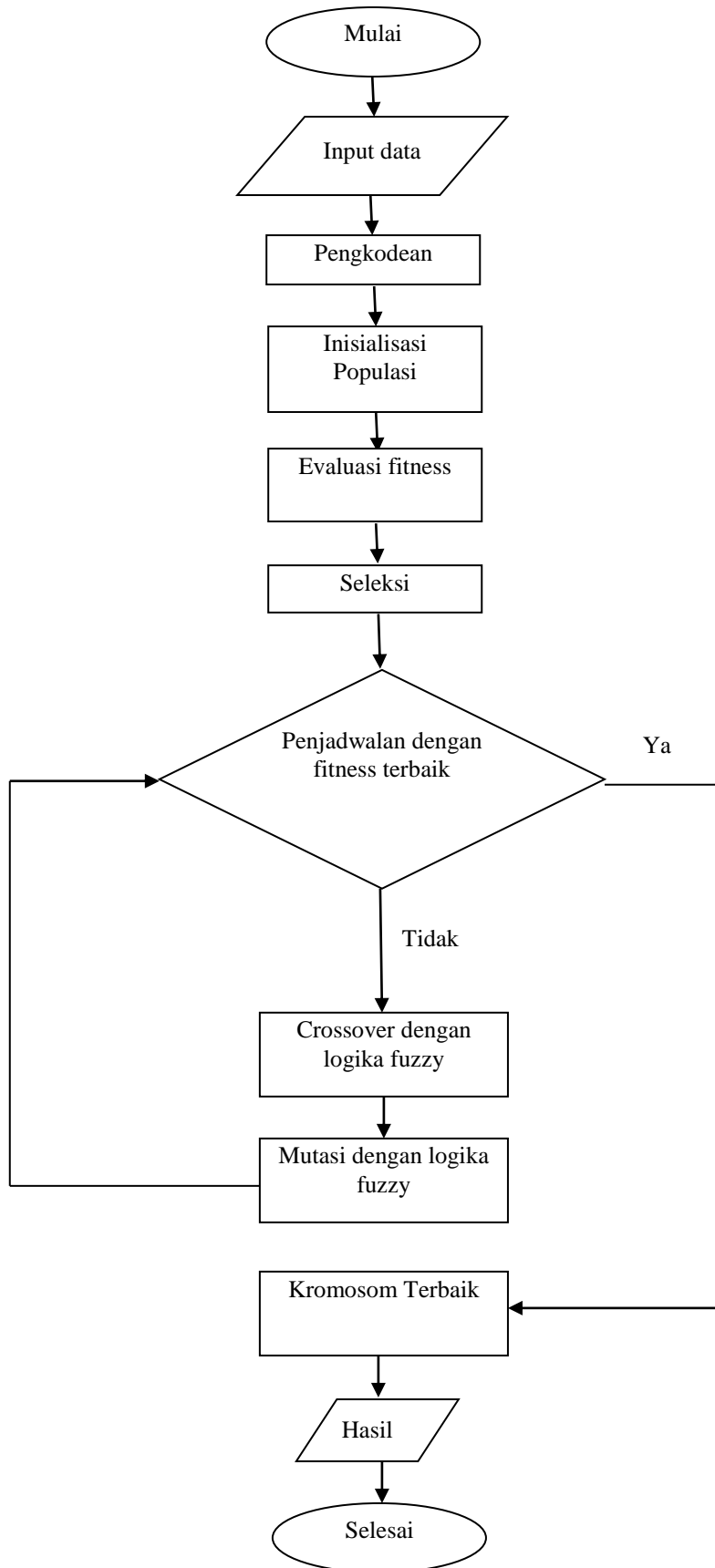
## 2. Metode Penelitian

Diasumsikan untuk variabel input adalah nama mata kuliah, nama dosen, kelas, waktu dan untuk variabel output adalah pembagian jadwal. Variabel nama mata kuliah adalah daftar mata kuliah yang ditawarkan pada semester tersebut, variabel nama dosen adalah variabel nama-nama dosen yang mengajar pada semester tersebut, variabel kelas adalah daftar kelas yang tersedia untuk pelaksanaan kuliah teori. Sedangkan variabel pembagian jadwal adalah keluaran yang menentukan pembagian jadwal perkuliahan yang sesuai dengan batasan-batasan yang diberikan.

Pada penelitian ini menggunakan logika fuzzy yang dikombinasikan dengan algoritma genetika yang memiliki beberapa tahap dalam prosesnya, yaitu:

1. Tahap awal adalah menentukan variabel masukan.
2. Tahap kedua pengkodean data dari variabel masukan.
3. Tahap ketiga adalah menentukan populasi awal dan jumlah kromosom. Populasi tersebut terdiri dari beberapa kromosom yang mewakili solusi yang diinginkan (solusi awal).
4. Tahap yang keempat adalah melakukan pemilihan terhadap individu yang hendak diikuti dalam proses reproduksi dengan memilih individu yang memiliki nilai *fitness* terbaik.
5. Tahap yang kelima, *crossover* yaitu proses perkawinan silang yang berfungsi untuk menghasilkan keturunan dari dua buah kromosom induk yang terpilih. Kromosom anak yang dihasilkan merupakan kombinasi gen-gen yang dimiliki oleh kromosom induk. Pada tahap ini digunakan logika fuzzy untuk pengambilan keputusan dalam menentukan kromosom induk yang akan dipilih.
6. Tahap yang keenam adalah mutasi yang dikombinasikan dengan logika fuzzy. Mutasi ini bertujuan adalah agar individu-individu yang ada dalam populasi semakin bervariasi.
7. Tahap ketujuh adalah evaluasi terhadap kromosom baru yang diperoleh, sehingga terpilih kromosom terbaik.
8. Tahap yang terakhir yaitu kromosom terbaik dinyatakan sebagai jadwal perkuliahan.

Berikut *flowchart* yang berfungsi merepresentasikan alur proses yang akan dilakukan pada sistem.



Gambar 1. Flowchart Sistem Penyusunan Jadwal Perkuliahan

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Pengumpulan Data

Data yang diperoleh berupa data sekunder yang merupakan dokumen penawaran jadwal perkuliahan yang dikumpulkan dari jurusan sebagai variabel masukan untuk jadwal perkuliahan. Dokumen penawaran tersebut berisi mengenai daftar mata kuliah teori yang ditawarkan pada tahun ajaran tersebut beserta dengan daftar nama dosen dan daftar ruang kelas (khusus teori). Penelitian ini menggunakan data dosen, mata kuliah dan ruang kelas pada jurusan Teknik Elektro FT UNP tahun akademik 2018/2019 semester ganjil. Penelitian ini diasumsikan bahwa hari kuliah adalah Senin sampai dengan Jumat, dengan waktu kuliah mulai pukul 07.00 sampai dengan 18.30.

#### 3.2. Penentuan Masalah

Pada permasalahan penyusunan jadwal perkuliahan seringkali menemui beberapa masalah yang sebaiknya dihindari agar tidak terjadi banyak perbaikan dalam prosesnya. Permasalahan tersebut dibagi menjadi dua kendala, yaitu kendala yang harus dihindari (*hard constraint*) dan kendala yang masih bisa terjadi selama masih dalam batas toleransi (*soft constraint*).

*Hard constraint* yang harus dihindari dalam proses penyusunan jadwal perkuliahan adalah sebagai berikut :

- a. Dosen hanya dapat mengajarkan satu mata kuliah untuk satu lokasi dan waktu.
- b. Kelas hanya dapat digunakan untuk satu mata kuliah pada waktu yang sama.
- c. Hari aktif perkuliahan adalah Senin sampai Jumat.
- d. Mata kuliah dengan bobot 3 sks dan 4 sks dijadwalkan dengan satu kali pertemuan/minggu.

Sedangkan untuk kendala yang masih boleh terjadi selama masih dalam batas toleransi pada penyusunan jadwal perkuliahan (*soft constraint*) adalah sebagai berikut:

- a. Dosen dapat meminta waktu mengajar tertentu yang diinginkan.
- b. Dosen memiliki batas minimum dan maksimum SKS beban mengajar.
- c. Benturan hari dan jam perkuliahan suatu mata kuliah dalam kelompok jadwal yang sama.

#### 3.3. Penerapan Logika Fuzzy dan Algoritma Genetika pada Penyusunan Jadwal Perkuliahan

Proses penjadwalan pada penelitian ini dibentuk dengan menggunakan algoritma genetika yang dioptimasi dengan menambahkan aturan logika fuzzy yang ditambahkan pada operator genetika yaitu pada *crossover* dan mutasi. Hal ini dilakukan dengan tujuan mempercepat proses untuk mendapatkan parameter dan mendapatkan hasil maksimal. Langkah pertama yang dilakukan yaitu pembentukan 6 kromosom yang terdiri dari kode dosen, kode mata kuliah, kode waktu dan kode ruangan, maka kromosom yang dapat dibentuk adalah sebagai berikut :

Kromosom[1] = SY10	SN	J1J2	E67
Kromosom[2] = AH14	SN	J1J2	E67
Kromosom[3] = TA31	SN	J5J6	E67
Kromosom[4] = HE31	SN	J7J8	E67
Kromosom[5] = MM29	SN	J7J8	E67
Kromosom[6] = HT47	SN	J9J10	E67

Dari kromosom yang telah dibentuk di atas dilakukan evaluasi untuk masing-masing kromosom tersebut. Pada kasus ini akan dievaluasi benturan antara

dosen, waktu dan ruang, maka fungsi objektif yang dapat digunakan agar memperoleh solusi adalah fungsi objektif = banyaknya pelanggaran *constraint* yang terjadi antara satu kromosom dengan kromosom lainnya.

$$Fungsi\ objektif(Kromosom[1]) = 2$$

$$Fungsi\ objektif(Kromosom[2]) = 2$$

$$Fungsi\ objektif(Kromosom[3]) = 1$$

$$Fungsi\ objektif(Kromosom[4]) = 2$$

$$Fungsi\ objektif(Kromosom[5]) = 2$$

$$Fungsi\ objektif(Kromosom[6]) = 1$$

Diperoleh rata-rata fungsi objektif yaitu 1.67. Setelah dievaluasi maka dilakukan proses seleksi yang dilakukan dengan cara membuat kromosom yang mempunyai fungsi objektif kecil mempunyai kemungkinan terpilih yang besar, dengan kata lain memiliki nilai probabilitas tinggi. digunakan untuk memilih individu yang akan dipilih untuk proses *crossover* dan mutasi. Metode seleksi yang digunakan yaitu metode seleksi roda *roulette*. Langkah pertama dari metode seleksi roda *roulette* adalah menghitung nilai *fitness* dengan fungsinya sebagai berikut

$$f_i = \frac{1}{1 + fungsi\ objektif\ (kromosom[i])} \dots \dots \dots (1)$$

Dari rumusan fungsi di atas diperoleh total nilai *fitness* untuk masing-masing kromosom adalah 2.33. Sehingga diperoleh probabilitas setiap kromosom dengan menggunakan rumus

$$P[i] = \frac{fitness[i]}{total\ fitness} \dots \dots \dots (2)$$

maka probabilitas untuk kromosom[1], kromosom[2], kromosom[4] dan kromosom[5] adalah 0.142, sedangkan probabilitas untuk kromosom[3] dan kromosom[6] adalah 0.215. Nilai kumulatif probabilitasnya yaitu sebagai berikut

$$C[1] = 0.142$$

$$C[2] = 0.142 + 0.142 = 0.284$$

$$C[3] = 0.142 + 0.142 + 0.215 = 0.499$$

$$C[4] = 0.142 + 0.142 + 0.215 + 0.142 = 0.641$$

$$C[5] = 0.142 + 0.142 + 0.215 + 0.142 + 0.142 = 0.783$$

$$C[6] = 0.142 + 0.142 + 0.215 + 0.142 + 0.142 + 0.215 = 0.998$$

Setelah dihitung nilai kumulatif probabilitas dari masing-masing kromosom maka selanjutnya adalah membangkitkan bilangan acak *R* dalam *range* [0 – 1]. Jika  $R[k] < C[1]$  maka pilih kromosom 1 sebagai induk, selain itu jika  $C[k - 1] < R < C[k]$  maka pilih kromosom ke-*k* sebagai induk.

$$R[1] = 0.418$$

$$R[2] = 0.131$$

$$R[3] = 0.622$$

$$R[4] = 0.773$$

$$R[5] = 0.524$$

$$R[6] = 0.228$$

Setelah membandingkan bilangan acak  $R$  dengan nilai probabilitas kumulatif maka diperoleh kromosom baru hasil seleksi.

Kromosom[1] =>Kromosom[3]  
 Kromosom[2] =>Kromosom[1]  
 Kromosom[3] =>Kromosom[4]  
 Kromosom[4] =>Kromosom[5]  
 Kromosom[5] =>Kromosom[4]  
 Kromosom[6] =>Kromosom[2]

Berikut kromosom baru hasil proses seleksi yaitu.

Kromosom[1] = TA31      SN      J5J6      E67  
 Kromosom[2] = SY10      SN      J1J2      E67  
 Kromosom[3] = HE31      SN      J7J8      E67  
 Kromosom[4] = MM29      SN      J7J8      E67  
 Kromosom[5] = HE31      SN      J7J8      E67  
 Kromosom[6] = AH14      SN      J1J2      E67

Setelah melakukan proses seleksi maka proses selanjutnya adalah proses *crossover* dan mutasi. Parameter pada algoritma genetika yang harus ditentukan yaitu probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi. Untuk memperoleh nilai tersebut dua buah masukan yaitu jumlah populasi dan jumlah generasi. Logika fuzzy digunakan sebagai aturan untuk menentukan probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi seperti pada tabel berikut.

Tabel 4. Aturan untuk Nilai Probabilitas *Crossover*

Generasi	Ukuran Populasi		
	Kecil	Sedang	Besar
Pendek	Sedang	Kecil	Kecil
Sedang	Besar	Besar	Sedang
Panjang	Sangat Besar	Sangat Besar	Besar

Tabel 5. Aturan untuk Nilai Probabilitas Mutasi

Generasi	Ukuran Populasi		
	Kecil	Sedang	Besar
Pendek	Besar	Sedang	Kecil
Sedang	Sedang	Kecil	Sangat Kecil
Panjang	Kecil	Sangat Kecil	Sangat Kecil

Aturan-aturan tersebut akan diimplementasikan ke dalam sistem inferensi fuzzy. Perlu diperhatikan bahwa sistem inferensi fuzzy dapat memperoleh hasil maka diperlukan semesta pembicaraan dan domain yang memberikan nilai batas untuk setiap himpunan yang ada pada setiap variabel. Dengan menerapkan aturan tersebut di atas diperoleh nilai probabilitas *crossover* 0.715 dan nilai probabilitas mutasi 0.196.

Langkah selanjutnya membangkitkan bilangan acak  $R$  dalam range  $[0 - 1]$  dengan Probabilitas Crossover 0.715.

$$R[1] = 0.478$$

$$R[2] = 0.849$$

$$R[3] = 0.491$$

$$R[4] = 0.927$$

$$R[5] = 0.740$$

$$R[6] = 0.171$$

Kemudian bandingkan  $R[i]$  dengan probabilitas *crossover* dimana probabilitas crossover yang diperoleh. Jika  $R[i] < \text{probabilitas crossover}$  maka kromosom $[i]$  tersebut di-*crossover*. Dari bilangan random yang telah dibangkitkan, diperoleh kromosom[1], kromosom[3] dan kromosom[6]. Diperoleh populasi kromosom setelah mengalami proses *crossover* sebagai berikut.

Kromosom[1] = AH14	SN	J1J2	E67
Kromosom[2] = SY10	SN	J1J2	E67
Kromosom[3] = HT47	SN	J9J10	E67
Kromosom[4] = MM29	SN	J7J8	E67
Kromosom[5] = HE31	SN	J7J8	E67
Kromosom[6] = TA31	SN	J5J6	E67

Setelah proses *crossover* kemudian dilakukan proses mutasi dengan menghitung panjang total gen terlebih dulu, yaitu jumlah gen dalam kromosom \* jumlah populasi, diperoleh

$$\text{panjang total gen} = 4 * 6 = 24$$

Nilai probabilitas mutasi yang telah diperoleh sebelumnya dengan menggunakan system inferensi fuzzy yaitu 0.196, sehingga jumlah gen yang akan mengalami mutasi adalah

$$\text{jumlah mutasi} = 0.196 * 24 = 4.704 \approx 5$$

Untuk memilih posisi gen yang mengalami mutasi dilakukan dengan cara membangkitkan bilangan acak antara 1 sampai 24. Setelah dibangkitkan bilangan acak diperoleh gen yang terpilih yaitu gen 20, gen 23, gen 7, gen 24, gen 22. Berikut hasil mutasi yang diperoleh

Kromosom[1] = AH14	SN	J1J2	E67
Kromosom[2] = SY10	SN	J5J6	E67
Kromosom[3] = HT47	SN	J9J10	E67
Kromosom[4] = MM29	SN	J7J8	E67
Kromosom[5] = HE31	SN	J7J8	E68
Kromosom[6] = TA31	RB	J3J4	E68

Setelah diperoleh kromosom baru, kemudian dicari kembali nilai *fitness* setelah 1 generasi dan begitu seterusnya hingga kondisi penghentian algoritma telah terpenuhi. Hal tersebut menandakan bahwa pada penjadwalan sudah tidak terdapat benturan maka proses penggenerasian menggunakan algoritma genetika dan logika fuzzy dapat dihentikan.

#### 4. Kesimpulan

Pada penyusunan jadwal perkuliahan, peran sistem inferensi fuzzy pada algoritma genetika sangat membantu dan dapat meminimalisir iterasi yang dilakukan pada saat *crossover* dan mutasi, serta dapat meningkatkan kinerja dari algoritma tersebut. Sistem inferensi fuzzy diterapkan pada saat menentukan nilai parameter



pada algoritma genetika yaitu probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi. Sistem ini dapat menyelesaikan permasalahan benturan pada sistem penyusunan jadwal perkuliahan dengan cara mengubah jadwal perkuliahan ke dalam bentuk kromosom. Kemudian diperiksa apakah terdapat kromosom yang sama atau tidak, jika terdapat kromosom yang sama maka pada penjadwalan tersebut terdapat benturan. Kemudian kromosom tersebut akan melalui proses algoritma genetika, yaitu perhitungan nilai *fitness*, seleksi, *crossover*, dan mutasi, dimana penentuan probabilitas *crossover* dan mutasi diperoleh dengan sistem inferensi fuzzy.

### Daftar Pustaka

- [1] Arindam Chaudhuri and Kajal De. Fuzzy Genetic Heuristic for University Course Timetable Problem. Int. J. Advance. Soft Comput. Appl. 2010. Vol. 2, No. 1, March 2010 ISSN 2074-8523
- [2] El-Ghazali Talbi. 2009. Metaheuristics Design Implementation. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Herny Wulandari Pangestu, Kartika Yulianti, Rini Marwati. Implementasi Algoritma Fuzzy Evolusi pada Penjadwalan Perkuliahan. 2016. Eurekamatika Vol. 4 No.1
- [4] I. P. E. Pratiwi. 2005. Analisis Kepuasan Konsumen Berdasarkan Tingkat Pelayanan dan Harga Kamar Menggunakan Aplikasi Fuzzy dengan Matlab 3.5. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, pp. 66 – 77.
- [5] Luqman Abdul Malik dan Elkaf Rahmawan Pramudya. Implementasi Algoritma Fuzzy Evolusi untuk Pengaturan Jadwal Laboratorium Komputer di Sekolah. 2017. Vol.10 No.2 – Agustus 2017. ISSN : 1978 -8282
- [6] Nia Kurnia Mawaddah dan Wayan Firdaus M. 2006. Optimasi Penjadwalan Ujian Menggunakan Algoritma Genetika. Jurnal Cursor, vol 2, no 2, pp. 1 – 8.
- [7] Setyoningsih Wibowo. 2015. Penerapan Logika Fuzzy dalam Penjadwalan Waktu Kuliah. Jurnal Informatika UPGRIS, vol 1, pp. 59 – 77.
- [8] Sri Kusumadewi, dkk. 2006. Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM). Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [9] Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo. 2010. Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [10] Syadid, M. 2005. Penjadwalan Perkuliahan Menggunakan Algoritma Genetika. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- [11] Syaiful Muzid. 2008. Pemanfaatan Algoritma Fuzzy Evolusi untuk Penyelesaian Kasus Travelling Salesman Problem. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, ISSN 1907-5022.
- [12] Wiga Ayu Puspaningrum, Arif Djunaidy, dan Retno Aulia Vinarti .Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika di Jurusan Sistem Informasi ITS. 2013. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 1. ISSN: 2337-3539
- [13] Xiang Li, dkk. A green train scheduling model and fuzzy multi-objective optimization algorithm. 2013. Elsevier, Applied Mathematical Modelling, vol 37, pp. 2063 – 2073.
- [14] Yaron Klein dan Gideon Langholz. Multi-criteria Scheduling Optimization using Fuzzy Logic. 1998. San Diego : IEEE.