

Optimasi Penjadwalan Perkuliahan dengan Menggunakan Pendekatan Metode Hybrid Algoritma Genetika Adaptif dan Algoritma Koloni Lebah Buatan

Choiryaldi Setya Pratama #1, Fhira Nhita #2, Annisa Aditsania #3

Computational Science, Telkom University
Jl. Telekomunikasi No. 01, Bandung, Indonesia

¹ choiryaldisp8@gmail.com

² fhiranhita@telkomuniversity.ac.id

³ aaditsania@telkomuniversity.ac.id

Abstract

Lectures timetabling is one of problems that often faced on every universities. Each universities have their own policy on forming lecture timetables, and each universities consider different problems. In the case of scheduling optimization, the most popular method used is the heuristic methods such as genetic algorithms. On this research discussing about implementation of hybrid adaptive genetic algorithm with artificial bee colony algorithm method to solve the lectures timetabling problems in Telkom University Bandung. The data that used on this research is first year student's courses data as well lecturers lecturing timetable for first year's courses in Telkom University Bandung's Faculty of Engineering. Based on testing, from the implementation of hybrid genetic algorithm with artificial bee colony algorithm method resulted fitness value and reached solution (timetable without conflict) of 0.0021 and 87.67%, respectively. Those results are better than using genetic algorithm method resulted fitness value and optimal solution of 0.0013 and 76.67%, respectively.

Keywords: adaptive genetic algorithm, artificial bee colony algorithm, timetable, hybrid.

Abstrak

Penjadwalan perkuliahan merupakan suatu permasalahan yang sering dihadapi oleh setiap perguruan tinggi. Setiap perguruan tinggi memiliki kebijakan tersendiri dalam penyusunan jadwal perkuliahan, dan mungkin masing-masing perguruan tinggi mempertimbangkan kendala-kendala yang berbeda. Pada kasus optimasi penjadwalan, metode yang paling populer digunakan adalah metode pencarian heuristic seperti algoritma genetika. Pada penelitian ini membahas tentang implementasi metode hibridisasi algoritma genetika adaptif dengan algoritma koloni lebah buatan untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan perkuliahan di perguruan tinggi Universitas Telkom Bandung. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data mahasiswa dan matakuliah pada tingkat satu serta data dosen yang mengajar terkait matakuliah tingkat satu Fakultas Teknik di perguruan tinggi Universitas Telkom Bandung. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, pada penerapan metode hibridisasi algoritma genetika adaptif dan algoritma koloni lebah buatan diperoleh

nilai fitness dan solusi tercapai (perkuliahan tanpa bentrokan) yang paling optimal masing-masing sebesar 0.0021 dan 87.67%. Hasil tersebut lebih baik dibandingkan menggunakan algoritma genetika dengan nilai fitness dan solusi tercapai yang paling optimal masing-masing sebesar 0.0013 dan 76.67%.

Kata Kunci: algoritma genetika adaptif, algoritma koloni lebah buatan, penjadwalan perkuliahan, hibridisasi.

I. PENDAHULUAN

Penjadwalan merupakan suatu cara untuk mengalokasikan sebuah rangkaian kegiatan atau schedule agar dapat berjalan dengan baik dengan waktu yang efisien dan optimal. Penjadwalan masih menjadi sebuah permasalahan serius yang dihadapi oleh universitas pada saat merencanakan pembagian kelas, waktu, maupun matakuliah yang akan berlangsung dengan memperhatikan batasan dan syarat tertentu. Permasalahan pada penjadwalan terletak pada lebih banyaknya mata kuliah dibandingkan jumlah ruangan yang tersedia, kesesuaian kapasitas ruangan dengan jumlah mahasiswa serta harus menyesuaikan jadwal yang dapat dihadiri oleh dosen pada hari dan jam tertentu. Penjadwalan perkuliahan diharapkan dapat merata tiap harinya untuk setiap kelas. Batasan atau syarat yang diberlakukan pada saat penjadwalan disebut kendala atau juga disebut constrain. Pada penelitian ini, constrain yang di berlakukan pada permasalahan yang diangkat yaitu; tidak ada kelas mahasiswa yang menghadiri lebih dari satu matakuliah yang berlangsung pada waktu yang bersamaan, tidak ada dosen yang menghadiri matakuliah yang berbeda pada waktu yang bersamaan, tidak ada ruangan yang dihadiri lebih dari satu matakuliah dalam waktu yang bersamaan dan menyesuaikan jadwal matakuliah dengan hari dan jam yang dapat dihadiri oleh dosen.

Terdapat beberapa metode heuristic yang dapat diimplementasikan pada saat proses penjadwalan, akan tetapi belum cukup efektif karena metode tersebut merupakan metode pencarian heuristic yang secara perbandingan dengan penelitian belakangan ini, teknik tersebut masih belum optimal. Dalam dua dekade kebelakang terdapat pengembangan dari metode heuristic yang lebih canggih, yaitu metode pencarian meta-heuristic. Metode meta-heuristic dapat dibagi menjadi dua tipe yaitu dengan pendekatan satu solusi dan pendekatan populasi[1]. Pendekatan meta-heuristic hybrid terbukti lebih efektif dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan di perguruan tinggi. Pada penelitian ini, penulis akan melakukan hibridisasi dua metode yaitu algoritma genetika adaptif dan algoritma koloni lebah buatan.

Tujuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi terbaik dan optimal dalam meminimalkan jumlah bentrokan jadwal matakuliah pada saat penjadwalan perkuliahan tingkat satu Fakultas Teknik di Universitas Telkom.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah pendekatan metode hibridisasi algoritma genetika adaptif dengan algoritma koloni lebah buatan (AGA-AKL). Data yang digunakan pada proses penjadwalan menggunakan metode AGA-AKL adalah

sebagian dari data perkuliahan di Universitas Telkom Bandung pada tingkat satu tahun ajaran 2014/2015. Data terdiri dari beberapa atribut yaitu; kelas mahasiswa, matakuliah dan dosen. Sample data yang akan digunakan dijelaskan pada tabel (I) dan tabel (II).

TABLE I
DATA Sample JADWAL KULIAH

| Matakuliah | Kelas | Kode dosen |
|----------------------------|------------|------------|
| Kalkulus I | CS-39-GAB1 | DMA |
| Kalkulus II | CS-39-01 | FDA |
| Fisika I | DU1013T1 | IKE |
| Fisika II | EL-39-02 | KBA |
| Bahasa Inggris I | SI-39-01 | RFN |
| Bahasa Inggris II | CS-39-04 | PRE |
| Bahasa Indonesia | DI-39-05 | MWR |
| Pendidikan Agama dan Etika | SK-39-03 | THD |

TABLE II
DATA SKS MATAKULIAH DAN JUMLAH PERTEMUAN DALAM SATU MINGGU

| Matakuliah | SKS | Jumlah Pertemuan |
|----------------------------|-----|------------------|
| Kalkulus I | 4 | 3 |
| Kalkulus II | 4 | 3 |
| Fisika I | 3 | 2 |
| Fisika II | 3 | 2 |
| Bahasa Inggris I | 2 | 1 |
| Bahasa Inggris II | 2 | 1 |
| Bahasa Indonesia | 2 | 1 |
| Pendidikan Agama Dan Etika | 2 | 1 |

A. Proses Algoritma Genetika Adaptif

Pada penelitian ini menggunakan pendekatan metode hibridisasi antara algoritma genetika adaptif dengan algoritma koloni lebah buatan. Terdapat beberapa skema pada proses algoritma genetika adaptif, pada umumnya algoritma genetika adaptif menggunakan pendekatan ukuran probabilitas crossover (P_c) atau ukuran probabilitas mutasi (P_m) yang dinamis, sehingga pada proses algoritma genetika adaptif untuk ukuran P_c atau P_m dapat berubah pada setiap generasi sesuai kondisi populasi pada masing-masing generasi. Pada metode algoritma genetika memiliki kelemahan yaitu terjadinya terjebak pada optimum lokal atau yang disebut konvergensi prematur dimana semua solusi menuju ke satu titik solusi.

Pada metode algoritma genetika adaptif bertujuan untuk memperlambat proses konvergensi prematur pada algoritma genetika sehingga membutuhkan suatu metode untuk pengaturan ukuran P_c atau P_m yang dinamis, bisa dengan cara mengkalikan dengan sebuah konstanta atau dengan menyisipkan metode lain pada proses pembaharuan ukuran P_c atau P_m pada setiap generasi dalam proses algoritma genetika adaptif.

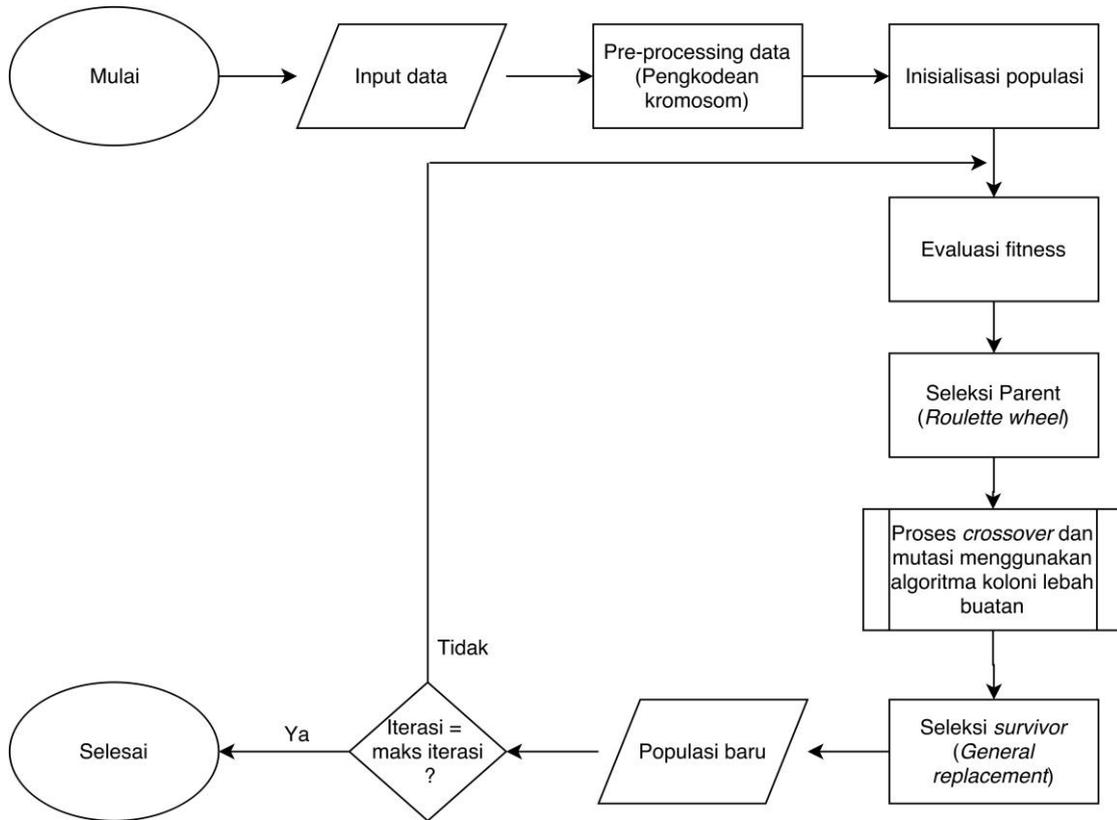


Fig. 1. Diagram alur metode algoritma genetika adaptif

1. Representasi Kromosom

Sebelum penggunaan algoritma genetika adaptif berlangsung pada proses penjadwalan perkuliahan, representasi kromosom harus ditentukan terlebih dahulu. Tahap pertama langkah yang diambil adalah pendeklarasian kromosom, representasi kromosom yang digunakan pada pegujian ini adalah penkodean tipe data integer. pada penelitian terdiri 5 atribut sebagai gen dalam kromosom yaitu; id matakuliah, id kelas, id dosen, id ruangan dan id slot waktu hari. Representasi kromosom ditunjukkan pada tabel (III) - tabel (VI).

TABLE III
REPRESENTASI ATRIBUT MATAKULIAH

| No. | Matakuliah | Id Matakuliah |
|-----|----------------------------|---------------|
| 1 | Kalkulus I | 1 |
| 2 | Kalkulus II | 2 |
| 3 | Fisika I | 3 |
| : | : | : |
| 8 | Pendidikan Agama dan Etika | 8 |

Sedangkan untuk atribut slot waktu dan hari disatukan menjadi sebuah matrik 2 dimensi. Pada atribut slot waktu, dalam satu hari terdapat 6 slot waktu, jika hari kerja pada Universitas Telkom berjumlah 6 hari dari hari senin sampai hari sabtu, maka slot

TABLE IV
REPRESENTASI ATRIBUT KELAS

| No. | Kelas | Id Kelas |
|-----|----------|----------|
| 1 | CS-39-04 | 1 |
| 2 | EL-39-02 | 2 |
| 3 | IF-39-03 | 3 |
| 4 | TT-39-01 | 4 |
| : | : | : |
| 62 | SK-39-G1 | 62 |

TABLE V
REPRESENTASI ATRIBUT DOSEN

| No. | Kode Dosen | Id Dosen |
|-----|------------|----------|
| 1 | RMA | 1 |
| 2 | FDA | 2 |
| 3 | DDW | 3 |
| 4 | ITS | 4 |
| : | : | : |
| 47 | ZKL | 47 |

TABLE VI
REPRESENTASI ATRIBUT RUANGAN

| No. | Ruangan | Id Ruangan |
|-----|-----------|------------|
| 1 | KU3.04.01 | 1 |
| 2 | KU3.03.16 | 2 |
| 3 | KU3.03.05 | 3 |
| 4 | KU1.02.12 | 4 |
| : | : | : |
| 20 | KU3.09.16 | 20 |

waktu yang tersedia berjumlah 36 slot waktu dalam seminggu seperti ditunjukkan pada tabel (VII) dan tabel (VIII).

TABLE VII
SLOT WAKTU HARI

| Slot waktu/Hari | Senin | Selasa | Rabu | ... | Sabtu |
|-----------------|-------|--------|-------|-----|-------|
| 1 | (1,1) | (1,2) | (1,3) | ... | (1,6) |
| 2 | (2,1) | (2,2) | (2,3) | ... | (2,6) |
| 3 | (3,1) | (3,2) | (3,3) | ... | (3,6) |
| : | : | : | : | ... | : |
| 6 | (6,1) | (6,2) | (6,3) | ... | (6,6) |

TABLE VIII
REPRESENTASI ATRIBUT SLOT WAKTU HARI

| No. | Slot waktu hari | Id slot waktu hari |
|-----|-----------------|--------------------|
| 1 | (1,1) | 1 |
| 2 | (1,2) | 2 |
| 3 | (1,3) | 3 |
| : | : | : |
| 36 | (6,6) | 36 |

2. Inisialisasi Populasi

Inisialisasi populasi dilakukan berdasarkan pembangkitan nilai acak sesuai representasi kromosom. Pada penelitian ini, tiap kromosom adalah perkuliahan yang harus dijadwalkan, sedangkan setiap kromosom berisikan gen-gen dari atribut-atribut dalam perkuliahan. Setiap kromosom terdiri dari lima gen yaitu; id matkuliah, id kelas, id hari, id slot waktu dan id ruangan. Untuk gen-gen yang berisikan id matakuliah, id kelas dan id dosen harus sudah di tentukan terlebih dahulu sehingga untuk komponen tersebut tidak dibangkitkan secara acak, hal ini dilakukan karena pada permasalahan penjadwalan, constrain yang paling utama berkaitan dengan efisiensi waktu dan alokasi ruangan serta agar proses pencarian tidak terlalu kompleks. Sedangkan untuk gen id slot waktu, id hari dan id ruangan dibangkitkan secara acak.

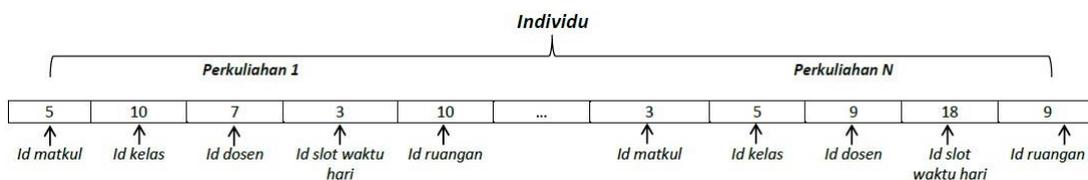


Fig. 2. Resepresentasi kromosom

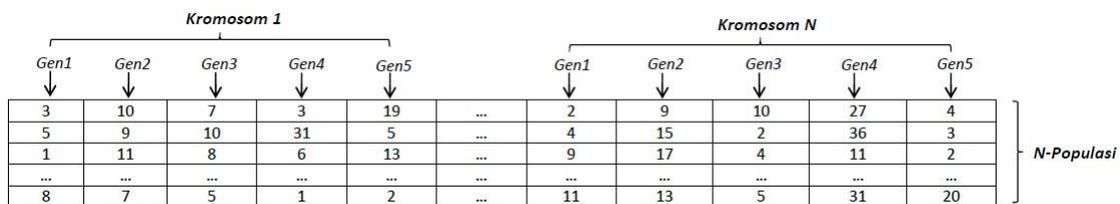


Fig. 3. Inisialisasi populasi

3. Fungsi Fitness

Fungsi fitness adalah fungsi yang akan mengukur tingkat kualitas suatu kromosom dalam populasi. Semakin besar nilai fitness, semakin baik pula kromosom dalam populasi sehingga semakin besar kemungkinan kromosom tersebut dapat tetap bertahan pada generasi berikutnya. Individu-individu dalam populasi yang telah terbentuk, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai fitness setiap individu. Penghitungan dilakukan dengan memberikan nilai pinalti untuk setiap aturan yang digunakan dalam proses penjadwalan. Semakin wajib aturan dilaksanakan, maka akan semakin besar nilai pinalti

yang diberikan. Aturan dan perhitungan fungsi fitness yang digunakan ditunjukkan pada persamaan (1)[2].

$$Fitness = \frac{1 (N_p)}{1 + P \cdot N_b} \tag{1}$$

dimana N_p adalah jumlah pelanggaran dan N_b adalah nilai bobot pada setiap pelanggaran yang terjadi pada individu. Aturan dan nilai pinalti yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel (IX)[3].

TABLE IX
Constrain DAN BOBOT PINALTI

| No. | Constrain | Bobot pinalti |
|-----|--|---------------|
| 1 | Jadwal masih mengalami bentrok | 24 |
| 2 | Jadwal tidak sesuai dengan kesanggupan dosen | 4 |

B. Proses Crossover dan Mutasi Menggunakan Algoritma Koloni Lebah Buatan

Setelah proses seleksi orang tua telah dilakukan dan populasi individu orang tua pada setiap generasi terbentuk, kemudian populasi individu orang tua menjadi inputan pada proses algoritma koloni lebah buatan. Populasi individu orangtua ini digunakan pada tahap crossover dan mutasi setelah mendapatkan ukuran parameter yang optimal pada proses pencarian menggunakan algoritma koloni lebah buatan. Pada algoritma koloni lebah buatan terdapat beberapa parameter yaitu; sumber makanan (SN), maksimal iterasi (MCN), dan jumlah scout bee. Pada penelitian ini parameter P_c dan P_m menjadi sumber makanan di algoritma koloni lebah buatan untuk dilakukan pencarian heuristik terhadap parameter yang optimal yang akan digunakan pada proses algoritma genetika adaptif, sehingga algoritma koloni lebah buatan berfungsi mencari ukuran P_c dan P_m yang optimal pada setiap generasi dalam algoritma genetika adaptif.

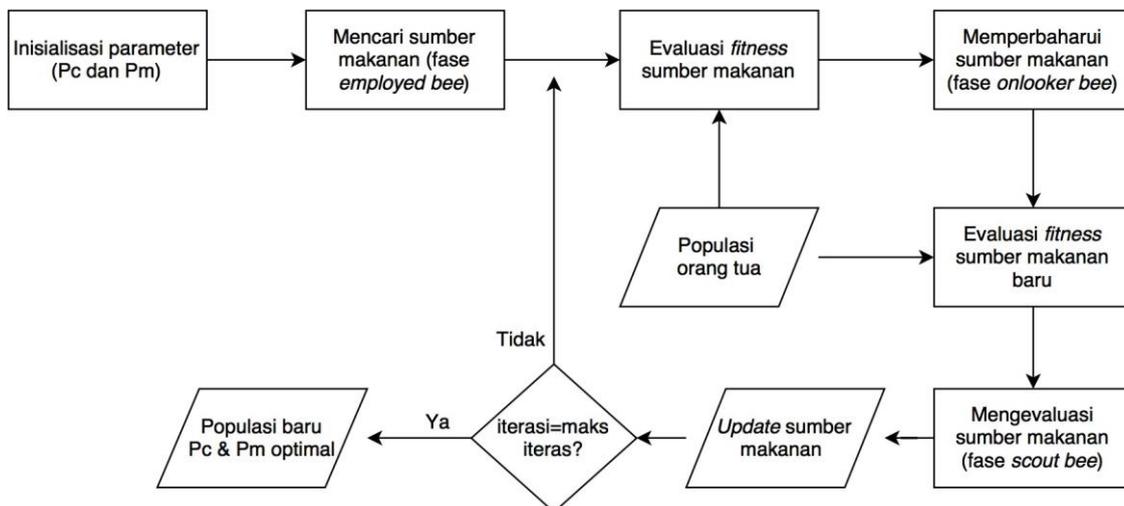


Fig. 4. Diagram alur algoritma koloni lebah buatan

Dengan meyisipkan algoritma koloni lebah buatan pada proses crossover dan mutasi, diharapkan dapat menemukan ukuran parameter P c dan P m yang sesuai pada setiap generasi populasi pada algoritma genetika adaptif. Pada algoritma koloni lebah buatan, pada umumnya digunakan untuk optimasi sebuah fungsi numerik yang berarti dapat diimplementasikan pada algoritma genetika adaptif dalam optimasi parameter P c dan P m yang bernilai numerik.

Pada penelitian ini, fungsi fitness yang digunakan dalam algoritma koloni lebah buatan sama seperti fungsi fitness pada algoritma genetika adaptif yaitu persamaan (1) diatas. Jadi, pada setiap sumber makanan dalam populasi lebah dilakukan proses crossover dan mutasi terhadap populasi individu orangtua yang dihasilkan dari proses seleksi orangtua pada algoritma genetika adaptif, lalu dilakukan perhitungan nilai fitness seperti pada algoritma genetika adaptif.

1. Inisialisasi Populasi Lebah

Parameter dari algoritma koloni lebah buatan yaitu; jumlah sumber makanan (S) dan kriteria berhenti(limit). Jumlah dari sumber makanan harus sama dengan jumlah employed bee atau onlooker bee. Populasi awal dari kandidat solusi didefinisikan sebagai matriks berukuran SxD[4].

$$\begin{array}{cccc}
 & \square & & \square \\
 & X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1D} \\
 X = & \square & X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2D} \\
 & \square & & & & \square \\
 & \square & \dots & \dots & \ddots & \dots & \square \\
 & X_{S1} & X_{S2} & \cdots & X_{SD}
 \end{array} \quad (2)$$

Dimana setiap elemen matriksnya dibangkitkan menggunakan persamaan berikut :

$$X_{ij} = LB_j + (UB_j - LB_j) \times r \quad (3)$$

Dimana $j = (1, 2, \dots, D)$; $i = (1, 2, \dots, SN)$; r adalah uniform nilai acak dari range $[0,1]$; LB_j dan UB_j adalah lower bond dan upper bond untuk dimensi j . Pada penelitian ini lower bond dan upper bond yang digunakan pada proses pencarian parameter P c yaitu (0.6-0.9), sedangkan untuk parameter P m yaitu (0.01-0.2)[3]. Pada tahap inisialisasi populasi pada algoritma koloni lebah buatan dibentuk matriks Sx2, dimana S adalah jumlah sumber makanan yang dijadikan observasi dan D bernilai 2 dimana merepresentasikan variabel yang ingin dicari yaitu P c dan P m.

2. Fase employed bee

Dalam fase ini, setiap employed bee X_i mencari sumber makanan baru V_i yang berada di sekitar sumber makanan sebelumnya atau solusi terbaik, sebagai berikut:

$$V_{ij} = X_{ij} + (X_{ij} - X_{kj}) \times r^0 \quad (4)$$

Dimana $k \in \{1, 2, \dots, SN\} \wedge k \neq i$ dan $j \in \{1, 2, \dots, n\}$ secara acak dipilih dari indeks. r^0 adalah nilai tetap distribusi bilangan riil $[-1,1]$. V_i akan dibandingkan dengan X_i , jika fitness dari V_i adalah sama atau lebih baik dari X_i , V_i akan menggantikan sebagai sumber X_i makanan baru.

3. Fase onlooker bee

Onlooker bee mengevaluasi semua employed bee dan memilih sumber makanan X_i bergantung pada nilai probabilitas P_i yang dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_i = \frac{fit_i}{\sum_{j=1}^{SN} fit_j} \quad (5)$$

Onlooker bee akan mengeksekusi dan memperbarui X_i menggunakan persamaan berikut :

$$V_{ij} = X_{ij} + (X_{ij} - Z_{ij}) \times r^0 \quad (6)$$

Berbeda dengan fase employed bee, Z_i sebelumnya diseleksi berdasarkan nilai probabilitas P_i menggunakan metode roulette wheel[6], sehingga diharapkan dipersekitaran sumber makanan yang memiliki probabilitas P_i yang baik, onlooker bee dapat menemukan sumber makanan baru yang sama atau lebih baik dari sumber makanan sebelumnya. Tetapi tidak menutup kemungkinan sumber makanan baru lebih rendah nilai fitness-nya dibandingkan sumber makanan sebelumnya. Jika onlooker bee menemukan sumber makanan baru V_i adalah sama atau lebih baik dari sumber makanan X_i , sumber makanan baru V_i akan menggantikan sumber makanan X_i sebagai sumber makanan baru dalam populasi.

4. Fase scout bee

Jika sumber X_i tidak bisa digantikan lewat perkiraan jumlah dari batasan (limit), sumber makanan akan di tinggalkan dan employed bee akan menjadi scout bee. Pencarian akan menghasilkan sumber makanan baru secara acak menggunakan persamaan (3) dan persamaan (4) sampai (6) diulang sampai maksimal iterasi.

III. HASIL PENGUJIAN DAN DISKUSI

Pada tahap pengujian ini, penulis melakukan 2 skenario pengujian yang bertujuan membandingkan hasil dari pendekatan metode algoritma genetika (AG) dengan pendekatan metode hibridisasi algoritma genetika adaptif dan algoritma koloni lebah buatan (AGA-AKL) pada kasus penjadwalan perkuliahan. Hasil yang dibandingkan dari kedua metode tersebut adalah membandingkan nilai fitness yang dihasilkan dan seberapa optimal tingkat perkuliahan tanpa bentrokan yang terjadi, serta mengamati perubahan setiap nilai fitness pada setiap generasi populasi untuk melihat pengaruh penyisipan algoritma koloni lebah buatan terhadap algoritma genetika adaptif.

Pada skenario pengujian pertama, yaitu pengujian pengaruh parameter ukuran populasi (U_{kp}) dan maksimal generasi ($MaxGen$) pada kedua metode, serta pengaruh parameter sumber makanan (SN) dan maksimal iterasi (MCN) pada metode AGA-AKL. Pengujian terhadap metode AG menggunakan ukuran parameter P_c dan P_m masing-masing sebesar 0.6 dan 0.01. Sedangkan pada pengujian terhadap metode AGA-AKL menggunakan batas atas dan batas bawah pada ukuran parameter P_c dan P_m masing-masing sebesar (0.6-0.9) dan (0.01-0.2)[3]. Pada pengujian kedua metode tersebut, menggunakan jumlah populasi pada seluruh generasi yang sama pada parameter U_{kp} dan $MaxGen$ yaitu sebesar 600 individu pada seluruh generasi. Sedangkan pada

pengujian metode AGA-AKL dalam proses algoritma koloni lebah buatan menggunakan jumlah SN pada seluruh iterasi sebesar 100 SN.

Pada tabel (X) merupakan hasil skenario pengujian pertama pada metode AG dan AG-AKL dengan setiap pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dan diambil nilai rata-rata dari hasil setiap pengujian.

TABLE X
TABEL HASIL SKENARIO 1 PADA AG

| No. | UkP op | MaxGen | Jadwal tanpa bentrokan | Fitness |
|-----|--------|--------|------------------------|---------|
| 1 | 40 | 15 | 76.19% | 0.0013 |
| 2 | 15 | 40 | 73.67% | 0.0011 |
| 3 | 20 | 30 | 73.67% | 0.0012 |
| 4 | 30 | 20 | 74.23% | 0.0012 |

Hasil yang ditunjukkan pada tabel (X) diatas terlihat bahwa nilai rata-rata fitness tertinggi yaitu 0.0013 dan nilai rata-rata fitness terendah yaitu 0.0011. Sedangkan untuk nilai rata-rata solusi tercapai tertinggi yaitu 76.19% dan nilai rata-rata solusi tercapai terendah yaitu 73.67%. Pada empat pengujian yang telah dilakukan, dapat terlihat parameter dengan hasil solusi tercapai dan nilai fitness yang paling optimal berada pada pengujian ke-1 dengan ukuran parameter UkP op sebesar 40 dan MaxGen sebesar 15.

TABLE XI
TABEL HASIL SKENARIO 1 PADA AGA-AKL

| No. | UkP op | MaxGen | SN | MCN | Jadwal tanpa bentrokan | Fitness |
|-----|--------|--------|----|-----|------------------------|---------|
| 1 | 40 | 15 | 20 | 5 | 82.35% | 0.0016 |
| 2 | 40 | 15 | 5 | 20 | 78.15% | 0.0013 |
| 3 | 40 | 15 | 10 | 10 | 83.57% | 0.0017 |
| 4 | 15 | 40 | 5 | 20 | 84.59% | 0.0018 |
| 5 | 15 | 40 | 20 | 5 | 81.23% | 0.0016 |
| 6 | 15 | 40 | 10 | 10 | 84.31% | 0.0019 |
| 7 | 20 | 30 | 20 | 5 | 87.67% | 0.0021 |
| 8 | 20 | 30 | 5 | 20 | 86.27% | 0.0021 |
| 9 | 20 | 30 | 10 | 10 | 86.27% | 0.0021 |
| 10 | 30 | 20 | 20 | 5 | 87.67% | 0.0021 |
| 11 | 30 | 20 | 5 | 20 | 81.51% | 0.0016 |
| 12 | 30 | 20 | 10 | 10 | 80.67% | 0.0016 |

Sedangkan hasil yang ditunjukkan pada tabel (XI) terlihat bahwa nilai rata-rata fitness tertinggi yaitu 0.0021 dan nilai rata-rata fitness terendah yaitu 0.0013. Sedangkan solusi tercapai adalah solusi dimana tingkat persentase perkuliahan tanpa bentrokan. Untuk nilai rata-rata solusi tercapai tertinggi yaitu 87.67% dan nilai rata-rata solusi tercapai terendah yaitu 78.15%. Pada 12 pengujian yang telah dilakukan, dapat terlihat parameter dengan hasil solusi tercapai dan nilai fitness yang paling optimal berada pada pengujian ke-7 dan pengujian ke-10 dengan ukuran masing-masing parameter yaitu; UkP op sebesar 20 dan 30, MaxGen sebesar 30 dan 20, SN sebesar 20, dan MCN sebesar 5.

Kemudian pada skenario pengujian kedua bertujuan untuk melihat perbandingan nilai fitness dari metode AG dengan nilai fitness dari metode AGA-AKL, dengan melihat nilai fitness pada masing-masing generasi populasi pada kedua metode tersebut pada kasus

penjadwalan perkuliahan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan ukuran parameter U kP op dan M axGen yang sama. Pada pengujian terhadap metode AG menggunakan ukuran parameter U kP op dan M axGen masing-masing sebesar 40 dan 10. Sedangkan untuk ukuran parameter P c dan P m masing-masing sebesar 0.6 dan 0.01. Sedangkan pada pengujian terhadap metode AGA-AKL menggunakan ukuran parameter U kP op, M axGen, SN dan M CN masing-masing sebesar 40, 10, 10 dan 10. Sedangkan batas atas dan batas bawah parameter P c dan P m masing-masing sebesar (0.6-0.9) dan (0.01-0.2)[3].

TABLE XII
TABEL HASIL SKENARIO 2 PADA AG

| Generasi ke-i | P c | P m | Fitness rata-rata | Fitness maks |
|---------------|-----|------|-------------------|--------------|
| 1 | 0.6 | 0.01 | 0.00075848 | 0.00116144 |
| 2 | 0.6 | 0.01 | 0.00076360 | 0.00116144 |
| 3 | 0.6 | 0.01 | 0.00078725 | 0.00116144 |
| 4 | 0.6 | 0.01 | 0.00080245 | 0.00116144 |
| 5 | 0.6 | 0.01 | 0.00085528 | 0.00116144 |
| 6 | 0.6 | 0.01 | 0.00086216 | 0.00116144 |
| 7 | 0.6 | 0.01 | 0.00091233 | 0.00116144 |
| 8 | 0.6 | 0.01 | 0.00094355 | 0.00116144 |
| 9 | 0.6 | 0.01 | 0.00093735 | 0.00132802 |
| 10 | 0.6 | 0.01 | 0.00092759 | 0.00132802 |

TABLE XIII
TABEL HASIL SKENARIO 2 PADA AGA-AKL

| Generasi ke-i | P c | P m | Fitness rata-rata | Fitness maks |
|---------------|--------|--------|-------------------|--------------|
| 1 | 0.9000 | 0.1291 | 0.00075848 | 0.00116144 |
| 2 | 0.8443 | 0.1665 | 0.00076847 | 0.00118343 |
| 3 | 0.8495 | 0.1258 | 0.00078694 | 0.00141043 |
| 4 | 0.7438 | 0.1468 | 0.00078726 | 0.00141043 |
| 5 | 0.9342 | 0.0128 | 0.00081779 | 0.00141043 |
| 6 | 0.8290 | 0.0583 | 0.00085452 | 0.00158982 |
| 7 | 0.6513 | 0.0519 | 0.00086894 | 0.00158982 |
| 8 | 0.7483 | 0.0900 | 0.00087071 | 0.00158982 |
| 9 | 0.8355 | 0.1178 | 0.00091716 | 0.00158982 |
| 10 | 0.7761 | 0.0647 | 0.00095934 | 0.00158982 |

Hasil yang ditunjukkan pada tabel (XII) dan tabel (XIII) merupakan nilai fitness terbesar dan nilai fitness rata-rata dari setiap generasi populasi. pada tabel (XII) menunjukkan penerapan metode algoritma genetika dan menghasilkan fitness tertinggi sebesar 0.00132802. Sedangkan pada tabel (XIII) menunjukkan penerapan metode hibridisasi dan menghasilkan nilai fitness tertinggi 0.00158982. Pada tabel (XIII) juga dapat terlihat perubahan ukuran parameter P c dan P m pada setiap generasi populasi dari hasil optimasi parameter P c dan P m menggunakan algoritma koloni lebah buatan. Sehingga dapat terlihat hasil dari metode AGA-AKL lebih optimal dibandingkan hasil dari metode AG.

IV. KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan membuktikan implementasi metode AGA-AKL mampu menangani permasalahan optimasi penjadwalan perkuliahan. Serta solusi yang dihasilkan dari proses penjadwalan menggunakan metode AGA-AKL lebih optimal dibandingkan menggunakan metode AG pada permasalahan penjadwalan perkuliahan dalam meminimalkan jumlah bentrokan yang terjadi maupun nilai fitness yang dihasilkan. Pada skenario 1 menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan pada nilai fitness maupun jumlah bentrokan yang terjadi pada jadwal perkuliahan. Sedangkan pada skenario 2 terlihat kenaikan nilai fitness tertinggi pada setiap generasi menggunakan metode AGA-AKL cukup besar dibandingkan kenaikan pada metode AG. Hal ini disebabkan perubahan ukuran parameter P_c dan P_m yang sesuai dengan kondisi masing-masing populasi pada generasi dapat menghasilkan solusi yang lebih optimal.

REFERENCES

- [1] Fong, C.W. Asmuni, H. dan McCollum, B. "A Hibridisasi Swarm Based Approach to University Timetabling". Johor: Department of Computer and Mathematics, Faculty of Applied Science and Computing. Tunku Abdul Rahmah University, Malaysia. 2015
- [2] Witary, V. Rachmat, N. dan Innayatullah, "Optimasi Penjadwalan dengan Menggunakan Algoritma genetika (Studi Kasus: AMIK MDP, STMIK GI MDP dan STIE MDP)", Jurusan Teknik Informatika STMIK GI MDP, 2013.
- [3] Suyanto, "Evolutionary Computation (Komputasi Berbasis Evolusi dan Genetika)", Informatika Bandung, Bandung, 2008.
- [4] I. Nursyiva, "Penyelesaian Permasalahan Optimasi Global Menggunakan Algoritma Koloni Lebah Buatan," Program Studi Matematika Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, 2013.
- [5] Goldberg, D.E., "Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning", Addison-Wesley, Alabama, 1989.