

Penjadwalan Kompetisi Sepak Bola Liga PSN Ngada Menggunakan Algoritma Honey Bee Mating Optimization

Firdhansyah Abubekar^{*1}, Yufis Azhar², Agus Eko Minarno³

^{1,2,3}Teknik Informatika/Universitas Muhammadiyah Malang

firabubekar@gmail.com^{*1}, yufis.az@gmail.com²

Abstrak

Penjadwalan sepak bola menjadi salah satu factor kunci agar sebuah kompetisi yang diselenggarakan dapat berjalan baik atau tidak. Penjadwalan yang kurang baik akan mampu mempengaruhi kondisi tim yang akan bertanding, karena jadwal yang kurang baik akan menghambat tim untuk mempersiapkan timnya secara baik untuk pertandingan selanjutnya. Sehingga dalam penelitian ini akan merancang sistem yang dapat menentukan penjadwalan secara baik berdasarkan batasan masalah yang sebaiknya dihindari dalam menjadwalkan kompetisi sepak bola liga PSN Ngada fase 10 besar yang menggunakan sistem setengah kompetisi. Pada penelitian ini akan menggunakan algoritma honey bee mating optimization, algoritma ini dipilih karena mudah untuk diterapkan dan dapat menghasilkan penjadwalan yang cukup baik. Algoritma ini memungkinkan terbentuknya penjadwalan yang menghindari batasan yang telah ditentukan dari kombinasi yang telah dibentuk, yang telah melewati proses flight mating, crossover, mutasi dan pemilihan ratu. Siklus ini akan terus berlangsung hingga mencapai iterasi yang ditentukan dan memilih penjadwalan dengan nilai fitness terbaik.

Kata Kunci: Algoritma Genetika, Honey Bee Mating Optimization, Penjadwalan, Sepak Bola

Abstract

Soccer scheduling is one of the key factors so that the competition can be done well or not. Poor scheduling will affect the condition of the team that will compete, because a poor schedule will prevent the team from preparing their team well for the next match. For this research, we will discuss a system that can determine scheduling and also discuss issues that must be resolved in the big phase 10 PSN Ngada competition that uses a competition system. In this study, we will use the marriage honey bee optimization algorithm, this algorithm was chosen because it is easy to use and can produce quite good scheduling. This algorithm allows the formation of scheduling that avoids predetermined boundaries of combinations that have been formed, which have passed the process of mating flights, crossover, mutations and queen selection. This cycle will continue to run until it reaches the specified and choose scheduling with the best fitness value.

Keywords: Algorithm Genetic, Honey Bee Mating Optimization, Time Scheduling, Football

1. Pendahuluan

Liga PSN Ngada merupakan kompetisi yang menaungi klub-klub dari kabupaten Ngada, diikuti oleh 20 tim yang berasal dari 6 kecamatan berbeda. Seperti kompetisi lainnya masalah pada kompetisi liga PSN Ngada yaitu penjadwalan yang kurang optimal dimana beberapa tim yang tidak mendapatkan jadwal istirahat yang sama atau tim yang berlokasi jauh dari stadion perlu dapat waktu khusus ketika bertanding dengan sesama tim yang jauh dari stadion [1]. Padahal penjadwalan yang baik akan sangat baik bagi kompetisi karena setiap tim dan panitia dapat mempersiapkan tim secara baik, penjadwalan yang buruk sudah sering terjadi baik dari kompetisi amatir sampai kompetisi internasional didalam maupun luar negeri [2]. Pada penelitian ini akan menentukan jadwal pertandingan untuk fase 10 besar yang menggunakan fase setengah kompetisi, dimana setiap tim akan bertanding sebanyak 1 kali dengan tim lainnya.

Penelitian untuk kasus penjadwalan sudah sering diteliti oleh beberapa peneliti sebelumnya, baik pada penjadwalan mata pelajaran, penjadwalan piket, penjadwalan pengiriman barang dan lain lain. Untuk kasus penjadwalan algoritma *First In First Out*, *Shortest Job First*, *Round Robin*, dan Algoritma Genetika [3]. Algoritma genetika juga merupakan salah satu algoritma yang sering digunakan untuk mengatasi kasus penjadwalan, selain mudah diterapkan

algoritma ini dapat memberikan hasil yang baik. Algoritma genetika merupakan jenis algoritma yang menirukan proses makhluk hidup dalam melakukan suatu aktivitas [4].

Algoritma *honey bee mating optimization* merupakan salah satu jenis dari algoritma genetika, algoritma *honey bee mating optimization* menirukan proses lebah dalam mencari ratu didalam populasi atau dalam kawanan, algoritma *honey bee mating optimization* ini mampu menangani masalah penjadwalan dengan baik karena cukup mudah untuk diterapkan dan dapat memberikan hasil yang baik ketika diterapkan pada kasus penjadwalan maupun untuk kasus lainnya [5].

Proses penjadwalan menggunakan algoritma *honey bee mating optimization* dimulai dengan membangkitkan jumlah individu atau populasi yang menjadi sekumpulan solusi yaitu berupa jadwal kompetisi secara lengkap yang diacak. Kemudian dilakukan penentuan ratu atau individu terbaik, proses *flight mating*, proses pembuahan/*crossover*, *mutasi*, dan juga penentuan ratu baru yang berdasarkan perbandingan nilai fitness dari ratu baru dan individu baru yang terbentuk [6].

Pada penelitian ini akan menggunakan lebih banyak batasan/*constraint* dengan 7 *constraint*, dimana pada beberapa penelitian sebelumnya hanya menggunakan kurang lebih 3-4 batasan. Penelitian ini juga menggunakan algoritma *honey bee mating optimization* yang belum pernah diterapkan pada kasus penjadwalan sepak bola.

Sehingga sistem ini akan memberikan hasil berupa penjadwalan untuk kompetisi Liga PSN Ngada pada fase 1, setelah dilakukan proses perhitungan menggunakan algoritma *honey bee mating optimization* dengan inputan parameter dari user. Hasil dari sistem ini berupa penjadwalan dengan jumlah kesalahan paling sedikit yang dapat menjadi solusi dalam penentuan jadwal kompetisi liga PSN Ngada.

2. Metode Penelitian

2.1 Honey Bee Mating Optimization

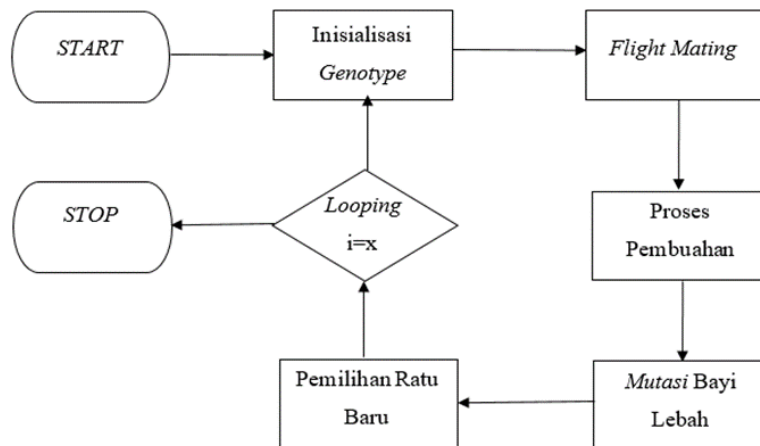
Suatu koloni lebah biasanya berjumlah kurang lebih 10.000 sampai 60.000 lebah pekerja dan lebah jantan, dalam koloni ini lebah jantan mengelilingi satu ekor lebah yang menjadi ratu dalam koloni tersebut. Seekor ratu lebah bisa hidup sampai dengan 6 tahun, tugas ratu lebah adalah menjadi lebah untuk bertelur. Berbanding terbalik dengan lebah jantan dan lebah pekerja yang memiliki usia tidak sampai dengan 6 tahun.

Ratu lebah akan mendapatkan sel telur setelah melakukan pembuahan dengan lebah jantan. Setelah melakukan perkawinan dengan ratu, lebah jantan akan mati dan lebah pekerja akan merawat dan memberi makan kepada bayi lebah hasil pembuahan sebelumnya. Pada kumpulan bayi lebah tersebut jika ada yang memiliki unsur genetic yang lebih baik atau sama dengan ratu, maka bayi lebah tersebut akan dipersiapkan untuk menjadi ratu selanjutnya dalam koloni tersebut.

Ketika dalam proses perkawinan ratu lebah akan terbang menjauh dari koloni lebah dan diikuti oleh lebah jantan. Selama proses terbangnya ratu, ratu akan melakukan tarian yang bertujuan memberitahukan bahwa ratu siap untuk dibuahi. Lebah jantan yang dapat mengikuti kecepatan ratu akan melakukan proses perkawinan dengan ratu diudara. Selama proses perkawinan sel sperma lebah jantan akan disimpan didalam *spermatheca* ratu lebah, dan proses perkawinan akan berakhir ketika jumlah *spermathecal* ratu penuh atau ratu kelelahan saat terbang. Nantinya setiap sperma didalam *spermathecal* ratu akan diambil untuk dibuahi. Dan bayi ratu yang lahir akan dirawat dan ditentukan apakah layak untuk menggantikan ratu lebah [7]. Dari penjelasan sebelumnya dapat ditentukan alur algoritmanya menjadi seperti berikut [7]:

1. Proses inisialisasi *genotype* yang dimiliki ratu lebah dan lebah jantan dalam populasi.
2. Proses perkawinan ratu lebah dan lebah jantan diudara, dimana ratu lebah akan menyimpan sperma lebah jantan kedalam *spermathecal* ratu. Sperma yang ada dalam *spermathecal* ratu itu akan diambil untuk dilakukan proses pembuahan.
3. Proses pembuahan untuk menghasilkan bayi lebah baru dilakukan secara silang (*crossover*) antara sel telur ratu dan sel sperma dari ratu lebah.
4. Setelah individu baru lahir, lebah pekerja akan melakukan pencarian ke setiap individu baru, dan jika memungkinkan lakukan proses mutasi terhadap bayi lebah dengan menggunakan *royal jelly* yang dimiliki lebah pekerja sebagai katalis.
5. Jika terdapat bayi lebah yang lebih baik dari ratu maka bayi lebah tersebut yang akan menjadi ratu. Setelah itu lakukan kembali proses perkawinan untuk mendapatkan bayi lebah baru.

Secara garis besar algoritma *honey bee mating optimization* dimulai dengan inialisasi *genotype*, *flight mating*, proses pembuahan, mutasi bayi lebah, pemilihan ratu baru dan iterasi(*looping*), seperti yang dilihat di Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Algoritma Honey bee Mating Optimization

a. Inialisasi Genotype

Pada Persamaan 1, tahap ini sekumpulan individu lebah akan dikumpulkan, individu lebah jantan ini ada yang memiliki nilai yang baik tetapi juga ada yang memiliki kualitas rendah. Dari individu ini akan terjadinya proses perkawinan dengan ratu, biasanya individu terbaik yang akan diambil untuk dilakukan perkawinan dengan sang ratu dan juga ratu lebah akan dipilih dari kumpulan lebah ini, ratu yang dipilih merupakan lebah dengan kualitas terbaik didalam populasi [7].

$$D = [D1, D2, D3, \dots, Dm] \quad (1)$$

b. Flight Mating

Tahap ini setiap lebah jantan yang dipilih tadi akan menyimpan atau memasukan sel *sperma* mereka kedalam *spermatheca* milik si ratu, proses Persamaan 2 ini akan terus berlangsung hingga *spermatheca* ratu penuh atau sang ratu kelelahan. Pada proses *flight mating*, *spermatheca* ratu memiliki variabel n , variabel ini adalah nilai yang dapat ditampung *spermatheca* sang ratu. Nilai dari n sendiri dapat ditentukan oleh user atau pengguna, nilai dari variabel n tidak boleh melebihi individu lebah jantan yang melakukan perkawinan dengan sang ratu [7].

$$Sperm = [Sp1, Sp2, Sp3, \dots, Spn] \quad (2)$$

c. Proses Pembuahan/Crossover

Proses ini lebih dikenal dengan proses perkawinan silang atau *crossover*, dimana sel-sel lebah jantan yang ada di *spermatheca* ratu kemudian dipilih secara acak dan dikawinkan dengan sel telur ratu atau sering disebut *crossover*. Proses Persamaan 3 ini menggabungkan gen dari ratu lebah dan gen dari lebah jantan [8].

$$Broodi = (Brood\ 1/J, Brood\ 1/J, Brood\ 1/J, \dots, Brood\ i/J) \quad (3)$$

d. Mutasi

Setiap individu yang baru yang merupakan hasil dari pembuahan ratu lebah kemudian akan *digenerate* untuk dapat menghasilkan / meningkatkan kualitas individu yang lebih baik. Proses Gambar 3 ini merupakan proses dimana merubah salah satu gen yang berada pada nilai individu tersebut.

Mutasi berfungsi agar individu baru tetap memiliki variasi populasi, tapi proses melakukan mutasi sebaiknya tidak terlalu banyak, yang dapat menghilangkan atau mengurangi kemiripan anak dan induknya. Dan juga sebaiknya tidak terlalu kecil, karena gen yang kurang baik tidak akan ikut terevaluasi [9].

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| kromosom sebelum mutasi | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| kromosom sesudah mutasi | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Gambar 3. Contoh Proses Mutasi

e. Pemilihan Ratu Baru

Pemilihan ratu baru dilakukan dengan cara membandingkan nilai *fitness* dari ratu lebah dan individu baru hasil pembuahan dan mutasi. Jika pada Persamaan 4, nilai *fitness* dari individu baru lebih besar dari nilai *fitness* ratu lebah maka posisi ratu lebah akan diganti dengan individu baru, tetapi jika nilai *fitness* dari ratu lebah lebih besar dari individu baru maka ratu lebah akan tetap di posisi ratu dan akan dilakukan perulangan hingga mencapai batas yang sudah ditentukan user [7].

$$F = \frac{1}{1 + ((x1) + (x2) + (x3) + \dots + (xn))} \quad (4)$$

f. Looping/Iterasi

Pada tahap looping/iterasi ketika penjadwalan dan penentuan ratu telah diproses maka akan diulang kembali menuju proses penentuan lebah yang akan melakukan perkawinan dengan ratu, proses looping akan berakhir sesuai dengan inputan dari user.

Data yang digunakan pada penelitian berupa, tanggal kompetisi dilaksanakan, nama tim yang bertanding, asal daerah setiap tim, batasan/constraint untuk sistem, dan informasi lainnya yang digunakan pada sistem. Data diperoleh dari panitia kompetisi Liga PSN Ngada dan untuk batasan/*constraint* berasal dari beberapa panitia, manager, pelatih, pemain dan supporter. Untuk aturan yang digunakan pada sistem ini terdapat 7 *constraint*, antara lain:

1. Setiap tim bermain sebanyak 9 kali.
2. Dalam 1 minggu terdapat 5 pertandingan.
3. Setiap tim bermain 1 kali dalam 1 minggu.
4. Tidak ada 2 pertandingan diwaktu yang sama.
5. Setiap tim bertanding satu kali dengan tim lainnya.
6. Sesama tim peringkat A bermain pada pukul 16.00 WITA.
7. Sesama tim yang berlokasi jauh dari stadion bermain pada pukul 14.00 WITA.

Batasan pada sistem ini akan menjadi faktor perhitungan nilai *fitness* yang menunjukkan kualitas dari jadwal yang dibentuk dengan algoritma *honey bee mating optimization*. Semakin baik nilai *fitness*nya maka semakin baik juga penjadwalan yang dibentuk. Untuk perhitungan setiap kesalahan pada *constraint* akan dibagi atas 2, *hard constraint* merupakan pelanggaran yang tidak boleh dilanggar dan *soft constraint* yang dapat dilanggar tetapi dengan batasan tertentu(4).

Untuk perhitungan *hard constraint* dan *soft constraint* tergantung berdasarkan kebutuhan pada sistem, pada penelitian ini untuk setiap kesalahan *hard constraint* akan dihitung 1 dan untuk setiap pelanggaran *soft constraint* akan dihitung 0.5. jumlah dari semua total kesalahan akan ditambah 1 dan akan dibagi dengan angka, hasil dari perhitungan yang akan menjadi nilai *fitness* [10].

Pengujian pada penelitian ini akan diuji untuk 4 parameter yang diinputkan oleh user antara lain:

1. Menentukan Jumlah Iterasi

Jumlah iterasi akan diuji untuk mencari berapa maksimum iterasi yang dapat memberikan hasil penjadwalan yang baik. Jumlah iterasi yang tepat sebaiknya tidak terlalu besar karena dapat memakan waktu yang lama atau tidak terlalu kecil karena kombinasi yang terbentuk akan berkurang.

2. Menentukan Populasi/Individu yang Dibentuk.

Menentukan jumlah populasi atau individu adalah mencari jumlah individu atau solusi penjadwalan yang dibangkitkan. Solusi jadwal ini yang akan menjadi ratu dan individu lebah jantan yang akan melakukan proses perkawinan dengan ratu. Jumlah individu juga sebaiknya tidak terlalu sedikit karena variasi dari individu akan sedikit, tetapi tidak terlalu besar karena akan memakan waktu yang banyak.

3. Menentukan Kapasitas *Spermatheca*.

Pengujian pada kapasitas *spermatheca* adalah menguji berapa jumlah lebah jantan yang akan melakukan perkawinan dengan ratu lebah. Jumlah *spermatheca* akan mempengaruhi jumlah variasi bayi lebah hasil dari pembuahan ratu lebah.

4. Menentukan Nilai Rasio Mutasi

Nilai rasio mutasi merupakan nilai yang diterapkan oleh user, sistem akan mengacak nilai dari 0-1, jika nilai mutasi lebih besar dari nilai yang dirandom maka sistem akan menukarkan beberapa nilai pada gen lebah tersebut, sebaiknya jumlah gen yang ditukar tidak terlalu banyak dan juga tidak terlalu sedikit.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengujian pada Tabel 1 penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil yang nilai parameter telah diinputkan oleh pengguna sistem. Parameter yang dilakukan pengujian antara lain, jumlah iterasi, jumlah individu, kapasitas *spermatheca*, dan nilai rasio mutase.

Tabel 1. Nilai Parameter Pengujian

| No | Parameter | Min. Value | Max. Value |
|----|------------------------------|------------|------------|
| 1. | Maksimum Iterasi | 10 | 1000 |
| 2. | Jumlah Individu | 30 | 900 |
| 3. | Kapasitas <i>Spermatheca</i> | 10 | 50 |
| 4. | Nilai Rasio Mutasi | 0.1 | 0.7 |

3.1 Pengujian Jumlah Maksimum Iterasi

Pada jumlah iterasi setelah dilakukan pengujian dengan 5 kali percobaan pada rentang nilai maksimum iterasi 10-1000 menunjukkan bahwa nilai penjadwalan paling baik adalah 900 iterasi dengan rata-rata nilai *fitness* 0.48 dengan waktu proses 205.78 detik, dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Pengujian Jumlah Iterasi

| Percobaan Ke - | Hasil Pengujian Berdasarkan Jumlah Nilai Iterasi Maksimum | | | | | |
|----------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 10 | 300 | 500 | 700 | 900 | 1000 |
| 1 | 0.1538 | 0.3333 | 0.3333 | 0.2857 | 0.5 | 0.4 |
| 2 | 0.1538 | 0.4 | 0.3333 | 0.3333 | 0.5 | 0.5 |
| 3 | 0.2000 | 0.2857 | 0.2222 | 0.6667 | 0.3333 | 0.5 |
| 4 | 0.1818 | 0.5 | 0.2500 | 0.4 | 0.4 | 0.2500 |
| 5 | 0.1667 | 0.6667 | 0.5 | 0.5 | 0.6667 | 0.4 |
| Rata-Rata | 0.1712 | 0.4371 | 0.3277 | 0.4371 | 0.48 | 0.4100 |

Tabel 3. Hasil Pengujian Waktu Iterasi

| Percobaan Ke - | Hasil Waktu Pengujian Berdasarkan Jumlah Nilai Iterasi Maksimum (detik) | | | | | |
|----------------|---|-------|--------|--------|--------|--------|
| | 10 | 300 | 500 | 700 | 900 | 1000 |
| 1 | 2.3260 | 68.16 | 114.12 | 158.16 | 204.73 | 233.01 |
| 2 | 2.3008 | 69.16 | 116.89 | 159.20 | 206.31 | 233.73 |
| 3 | 2.2813 | 69.78 | 114.37 | 158.56 | 205.39 | 233.61 |
| 4 | 2.2949 | 69.03 | 115.68 | 158.94 | 206.82 | 233.05 |
| 5 | 2.2620 | 69.87 | 116.96 | 159.21 | 205.65 | 234.51 |
| Rata-Rata | 2.398 | 69.32 | 115.6 | 158.53 | 205.78 | 233.14 |

Menunjukkan bahwa nilai penjadwalan terbaik terdapat pada iterasi ke 900, tetapi untuk penjadwalan optimal iterasi ke 300 dipilih karena memiliki nilai rata-rata *fitness* yang cukup 0.4371 dan waktu yang lebih cepat dari iterasi ke 900 dengan 69.32 detik.

3.2. Pengujian Jumlah Individu Awal

Pada jumlah individu setelah dilakukan 5 kali percobaan pada rentang nilai 30-900 individu hasilnya menunjukkan bahwa nilai individu terbaik pada 900 individu dengan nilai rata-rata *fitness* 0.6 dan membutuhkan waktu 3371.66 detik yang dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Hasil Pengujian Jumlah Individu

| Percobaan Ke - | Hasil Pengujian Berdasarkan Jumlah Individu yang Dibangkitkan | | | | |
|----------------|---|--------|--------|--------|--------|
| | 30 | 300 | 400 | 700 | 900 |
| 1 | 0.4 | 0.4 | 0.6667 | 0.4 | 1 |
| 2 | 0.2857 | 0.3333 | 0.4 | 0.5 | 0.6667 |
| 3 | 0.2500 | 0.5 | 0.4 | 0.3333 | 0.3333 |
| 4 | 0.5 | 0.6667 | 0.6667 | 0.6667 | 0.5 |
| 5 | 0.3333 | 0.6667 | 0.4371 | 0.6667 | 0.5 |
| Rata-Rata | 0.3738 | 0.5134 | 0.5141 | 0.5253 | 0.6 |

Tabel 5 Hasil Pengujian Waktu Jumlah Individu

| Percobaan Ke - | Hasil Waktu Pengujian Berdasarkan Jumlah Individu yang Dibangkitkan (detik) | | | | |
|----------------|---|---------|---------|---------|---------|
| | 30 | 300 | 400 | 700 | 900 |
| 1 | 115.44 | 1352.28 | 1879.12 | 2333.51 | 3404.73 |
| 2 | 118.05 | 1376.70 | 1882.52 | 2242.87 | 3256.31 |
| 3 | 116.41 | 1382.84 | 1854.37 | 2242.87 | 3429.39 |
| 4 | 110.88 | 1363.78 | 1868.15 | 2218.74 | 3377.82 |
| 5 | 112.69 | 1352.53 | 1896.26 | 2558.94 | 3122.65 |
| Rata-Rata | 114.69 | 1365.62 | 1875.33 | 2335.75 | 3371.66 |

Hasilnya menunjukkan bahwa 900 individu memiliki nilai terbaik tetapi dalam pemilihan selanjutnya jumlah individu ke 300 dipilih sebagai nilai paling optimal karena mampu memberikan hasil yang baik dengan rata-rata fitness 0.5134 dan waktu yang lebih cepat dari 900 individu yaitu 1365.62 detik.

3.3 Pengujian Kapasitas *Spermatheca*

Pada jumlah kapasitas *spermatheca* setelah dilakukan 5 kali percobaan dengan rentang nilai kapasitas *spermatheca* 10-50 *spermatheca*, hasil penjadwalan paling optimal terdapat pada kapasitas *spermatheca* sebesar 40 dengan nilai rata-rata fitness 0.6133 dan waktu yang dibutuhkan 1477.33 detik, dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kapasitas *spermatheca* 40 memiliki nilai rata-rata fitness 0.6133 menjadi nilai yang dipilih karena memiliki nilai paling tinggi dan selisih waktu lebih baik dibandingkan kapasitas *spermatheca* 50.

Tabel 6. Hasil Pengujian Jumlah *Spermatheca*

| Percobaan Ke - | Hasil Pengujian Berdasarkan Jumlah <i>Spermatheca</i> Ratu | | | | |
|----------------|--|------|--------|--------|--------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 1 |
| 2 | 0.6667 | 1 | 0.6667 | 0.5 | 0.5 |
| 3 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.4 |
| 4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.4 |
| 5 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.6667 | 0.6667 |
| Rata-Rata | 0.4934 | 0.58 | 0.5133 | 0.6133 | 0.5933 |

Tabel 7. Hasil Pengujian Waktu Jumlah *Spermatheca*

| Percobaan Ke - | Hasil Waktu Pengujian Berdasarkan Maksimum <i>Spermatheca</i> Ratu (detik) | | | | |
|----------------|--|---------|---------|---------|---------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 1 | 1215.54 | 1352.32 | 1458.28 | 1482.54 | 1609.12 |
| 2 | 1238.27 | 1394.37 | 1492.70 | 1496.34 | 1612.52 |
| 3 | 1226.62 | 1363.38 | 1497.84 | 1482.33 | 1604.37 |
| 4 | 1230.03 | 1302.09 | 1488.78 | 1473.22 | 1595.68 |
| 5 | 1240.24 | 1372.64 | 1495.53 | 1452.25 | 1616.96 |
| Rata-Rata | 1222.94 | 1356.96 | 1486.62 | 1477.33 | 1607.73 |

3.4 Pengujian Nilai Rasio Mutasi

Pada pengujian nilai rasio mutasi setelah dilakukan pengujian sebanyak 5 kali percobaan dengan rentang nilai 0,1 sampai 0,7, dimana nilai rasio mutase paling baik terdapat pada nilai 0.6 dengan rata-rata 0.7334 dengan waktu yang 1461.51 detik sedikit lebih baik dengan nilai mutase 0.7. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Hasil Pengujian Nilai Rasio Mutasi

| Percobaan Ke - | Hasil Pengujian Berdasarkan Nilai Rasio Mutasi | | | | |
|-------------------|--|--------|--------|--------|--------|
| | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 |
| 1 | 0.4 | 0.4 | 1 | 0.6667 | 0.5 |
| 2 | 0.6667 | 0.6667 | 0.6667 | 0.5 | 0.6667 |
| 3 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.4 |
| 4 | 0.4 | 1 | 0.5 | 1 | 1 |
| 5 | 0.3333 | 0.6667 | 0.4 | 0.5 | 1 |
| Rata-Rata | 0.46 | 0.6466 | 0.6133 | 0.7334 | 0.7134 |

Tabel 9. Hasil Pengujian Waktu Nilai Rasio Mutasi

| Percobaan Ke - | Hasil Waktu Pengujian Berdasarkan Nilai Rasio Mutasi | | | | |
|-------------------|--|---------|---------|---------|---------|
| | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 |
| 1 | 1498.54 | 1425.52 | 1461.69 | 1465.64 | 1483.27 |
| 2 | 1428.27 | 1437.22 | 1459.86 | 1423.46 | 1494.31 |
| 3 | 1478.62 | 1488.8 | 1409.13 | 1444.44 | 1474.66 |
| 4 | 1463.30 | 1469.43 | 1421.25 | 1485.73 | 1430.49 |
| 5 | 1441.24 | 1448.45 | 1493.21 | 1488.3 | 1419.25 |
| Rata-Rata | 1461.95 | 1477.33 | 1453.88 | 1461.51 | 1473.59 |

Nilai parameter yang menjadi kombinasi akhir dari pengujian ini yang memberikan penjadwalan paling optimal ditentukan berdasarkan nilai terpilih pada setiap poin pengajian yaitu, jumlah iterasi sebesar 300 iterasi, jumlah individu awal sebesar 300 individu, kapasitas spermatheca sebesar 40 dan nilai rasio mutasi sebesar 0.6, yang memberikan hasil nilai fitness dengan rata-rata 0.7334 dan waktu proses 1461.51 detik.

4. Kesimpulan

Penelitian ini telah menghasilkan sistem penjadwalan kompetisi sepak bola liga PSN Ngada dengan menggunakan algoritma *honey bee mating optimization*. Penjadwalan yang terbentuk merupakan 1 penjadwalan kompetisi secara lengkap yang diikuti oleh 10 tim. Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan munguji parameter yang diinputkan pengguna yaitu, jumlah iterasi, individu awal, kapasitas spermathecal dan rasio mutasi. Setiap pengujian akan menghasilkan perbedaan hasil bergantung dengan jumlah individu yang dibangkitkan yang menjadi solusi penjadwalan. Namun dengan jumlah parameter yang tepat dapat mempersempit kemungkinan untuk mendapatkan kombinasi penjadwalan yang memiliki nilai yang paling optimal dengan sedikit melanggar kesalahan pada sistem yang telah ditetapkan sebelumnya.

Daftar Notasi

Notasi yang digunakan dalam perhitungan algoritma *honey bee mating optimization* pada penjadwalan Liga PSN Ngada antara lain;

D = individu lebah jantan

Sp-i = sel *sperma* ke-i lebah jantan

Brood = Individu baru yang dihasilkan

x = nilai dari individu pada nilai *constraint*

Referensi

- [1] William. Penjadwalan Pertandingan Liga Dengan Algoritma Greedy. 2008.
- [2] Gunardi W. Penjadwalan Kompetisi Sepak Bola Menggunakan Metode Erdos-Renyi De K-NN Dan Rule-Based System Untuk Meminimalkan Biaya Operasional Klub. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang; 2013.

- [3] Hijriana N. Penerapan Metode Algoritma Genetika Untuk Permasalahan Penjadwalan Perawat (Nurse Scheduling Problem). *Info Tek.* 2015;16(1):61–74.
- [4] Djamal EC, Komarudin A. Optimalisasi Penjadwalan Babak Penyisihan Pertandingan Sepak Bola Liga Mahasiswa Jawa Barat Menggunakan Algoritma Genetika. 2017;8(August):1–6.
- [5] Sabar NR, Ayob M, Kendall G, Qu R. Discrete Optimization A honey-bee mating optimization algorithm for educational timetabling problems. *Eur J Oper Res [Internet]*. 2012;216(3):533–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2011.08.006>
- [6] Etp-hbmo O, Sabar NR, Ayob M, Kendall G. Solving Examination Timetabling Problems using Honey-bee Mating. 2009;(August):10–2. Available from: https://www.researchgate.net/publication/258222179_Solving_Examination_Timetabling_Problems_using_Honey-bee_Mating_Optimization_ETP-HBMO
- [7] Azhar Y, Kholimi AS. Metode Hybrid Maximum Tsallis Entropy Dan Honey Bee Mating Optimization Untuk Pencarian Multilevel Threshold Pada Citra Grayscale. 2012;10:32–7.
- [8] Nugroho AK. Penerapan Algoritma Genetika Untuk Menyelesaikan Permasalahan Penjadwalan Dosen Dengan Fuzzy Arief. *Zeitschrift fur Wundheilung.* 2011;16(SUP_A):72–4.
- [9] Muliadi. Pemodelan Algoritma Genetika Pada Sistem Penjadwalan Perkuliahan Prodi Ilmu Komputer Universitas Lambungmangkurat. *Kumpul J Ilmu Komput.* 2014;01(01):67–78.
- [10] Baradaran Tavakoli H, Mozafari B, Soleymani S. Short-term hydrothermal scheduling via honey-bee mating optimization algorithm. *Asia-Pacific Power Energy Eng Conf APPEEC.* 2012;