

Penerapan Algoritme Genetika Untuk Penjadwalan Latihan Reguler Pemain *Brass Marching Band* (Studi Kasus: Ekalavya Suara Brawijaya)

Marina Debora Rindengan¹, Imam Cholissodin², Putra Pandu Adikara³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹mdrindengan@gmail.com, ²imamcs@ub.ac.id, ³adikara.putra@ub.ac.id

Abstrak

Marching band merupakan ekstrakurikuler yang dimana pemainnya dituntut untuk bisa bekerja sama dalam satu tim agar bisa memberikan penampilan yang baik. Waktu yang diperlukan untuk latihan tidak singkat dengan jumlah pemain yang banyak. Jadwal latihan *marching band* yang kurang baik atau jadwal yang bentrok antar pemain bisa menimbulkan permasalahan dalam melakukan latihan. Data jadwal setiap pemain diambil dari *Marching Band Ekalavya Suara Brawijaya*, dan libur nasional lewat kalender tahun 2016 dari bulan September sampai Desember. Setelah mendapatkan data tersebut, proses algoritme genetika yang dimulai dari representasi kromosom terhadap jam dan hari latihan, kemudian melakukan proses *extended intermediate crossover* dan *reciprocal exchange mutation* untuk mendapatkan *offspring* baru yang akan diseleksi menggunakan *elitism selection* untuk generasi selanjutnya. Jadwal yang optimal didapatkan melalui pengujian, hasil dari pengujian beragam, rata-rata nilai fitness terbesar adalah 1 yang terdapat pada ukuran populasi adalah 130, jumlah generasi adalah 140, dan kombinasi cr dan mr adalah 0,5.

Kata Kunci: *algoritme genetika, penjadwalan, marching band.*

Abstract

Marching band is an extracurricular where the players are required to work together in a team in order to give a good appearance. The rehearsals require a lot of times with many players. A poor schedule of marching band rehearsal or conflict of schedule between players can cause problems in doing the rehearsals. Data schedule of each player is taken from *Marching Band Ekalavya Suara Brawijaya*, and national holiday from September 2016 until December 2016. After getting the data, process of genetic algorithm that start from chromosome representation to time and practice day, and then do the process of extended intermediate crossover and reciprocal exchange mutations for new offspring that will be selected by elitism selection for next generation. The optimal schedule is obtained through testing, the largest average fitness score is 1 on the population size 130, the number of generation is 140, and combinations of cr and mr is 0,5.

Keywords: *genetic algorithms, scheduling, marching band*

1. PENDAHULUAN

Ekstrakurikuler merupakan kegiatan tambahan untuk menunjang pengembangan seorang siswa atau mahasiswa yang dilakukan di luar jam belajar standar (Fathia, 2014). Ekstrakurikuler dapat membuat seseorang mendapatkan pelajaran *soft skills*, yang mana dalam pembelajaran akademik jarang ditemukan. Ekstrakurikuler memiliki beberapa kategori seperti kerohanian, seni, olahraga, penalaran dan lain-lain. *Marching band* adalah salah satu contoh ekstrakurikuler bidang seni.

Marching band merupakan suatu kelompok barisan yang memainkan beberapa alat musik, di mana barisan ini akan membentuk sebuah pola gambar sesuai dengan koreografi atau suasana musiknya. Seorang pemain *marching band* dituntut agar tidak hanya bermain alat musik dengan baik tetapi bagaimana dia bisa bekerja sama dalam satu tim agar bisa menampilkan suatu permainan musik yang indah dan menunjukkan *display* yang rapi. Memberikan suatu permainan musik dan pertunjukan *display* yang baik tentunya membutuhkan waktu untuk berlatih yang tidak singkat dengan jumlah

pemain yang banyak. Berdasarkan jumlah tersebut, dapat menimbulkan permasalahan dalam melakukan latihan, karena sering kali mendapatkan jadwal yang kurang baik atau jadwal yang bentrok antar pemain.

Untuk dapat melakukan latihan dengan baik, maka perlu melakukan penjadwalan yang baik juga. Penjadwalan untuk latihan reguler pemain *brass marching band* ini dilakukan dengan menyesuaikan jadwal target dari setiap pelatih kemudian disesuaikan dengan kegiatan-kegiatan dari pemain yang ada. Pemain *brass Marching Band* Ekalavya Suara Brawijaya (ESB) idealnya merupakan mahasiswa dari Universitas Brawijaya, namun melihat jumlah kuota pemain untuk beberapa *event* yang sangat banyak tetapi sumber daya pemain dalam Universitas Brawijaya yang sedikit membuat ESB sendiri membuat *open recruitment* untuk pemain non Universitas Brawijaya. Hal ini pun diharapkan dapat memperlancar kegiatan latihan untuk suatu perlombaan.

Terdapat berbagai macam metode yang bisa digunakan untuk melakukan optimasi, masing-masing metode memiliki kelebihan yang berbeda, tetapi metode algoritme genetika dapat memberikan hasil yang lebih baik (Mansur, et al., 2014). Teknik metaheuristik lebih menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan yang dapat teroptimisasi dan meningkatkan faktor kecepatan dan kualitas (Teoh, et al., 2015). Namun tidak seperti metode metaheuristik yang lainnya yang hanya memiliki satu solusi sub-optimal pada satu waktu, algoritme genetika dapat memberikan banyak solusi individual dalam bentuk sebuah populasi.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, banyak permasalahan yang ditemukan, sebagai contoh adalah sebuah jadwal diperlukan untuk dibuat yang mana ketika seorang pemain tidak dapat hadir lebih dari satu kali dalam satu waktu tertentu yang terdapat dalam daftar jadwal yang disediakan, lalu solusi yang didapatkan *child* diperlihatkan oleh satu daftar di mana tidak ada pemain yang mengalami bentrok. Populasi terdiri dari sekumpulan daftar jadwal yang berbeda, yang banyak antara lain tidak dapat mencapai hasil yang optimal. Hasil yang sedemikian akan dilahirkan dari beberapa *parents* yang mana dalam setiap daftar jadwal memiliki pemain yang mengalami bentrok, tetapi kombinasi khusus dari beberapa *gen parents* memperbolehkan daftar jadwal yang baru untuk dapat dibuat tanpa adanya bentrok.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan latihan reguler pemain *brass marching band* Ekalavya Suara Brawijaya menggunakan algoritme genetika. Sistem ini diharapkan dapat membantu memberikan jadwal yang mengurangi bentrok antar pemain.

2. MARCHING BAND

Marching band adalah sekelompok orang yang memainkan musik, baris-berbaris, gerak tari, dan irama. Melihat dari aksi baris-berbaris, *marching band* seperti militer, namun kebanyakan dari tema penampilannya menjurus ke bagian seni (Hermawan, 2015). *Marching band* pada awalnya ditampilkan untuk mengiringi suatu perayaan yang dilakukan secara *outdoor* dalam suatu barisan dengan pola yang sama. Namun dengan berjalannya waktu, *marching band* bisa dilakukan dalam keadaan *indoor* ataupun *outdoor*, baik untuk mengiringi suatu perayaan, pengisi acara, atau lomba.

3. BRASS

Brass merupakan bagian dari *marching band* yang memiliki komposisi peserta terbanyak dalam *marching band* yang mana dalam divisi ini memiliki ciri khas, yaitu memainkan alat musik tiup. Pada dasarnya, instrumen musik tiup menggunakan nada dasar B[?] atau F (Afianti, 2012). *Brass* terdapat beberapa jenis instrumen yang dibedakan dengan suara yang dihasilkan dan bentuk alatnya.

4. PENJADWALAN

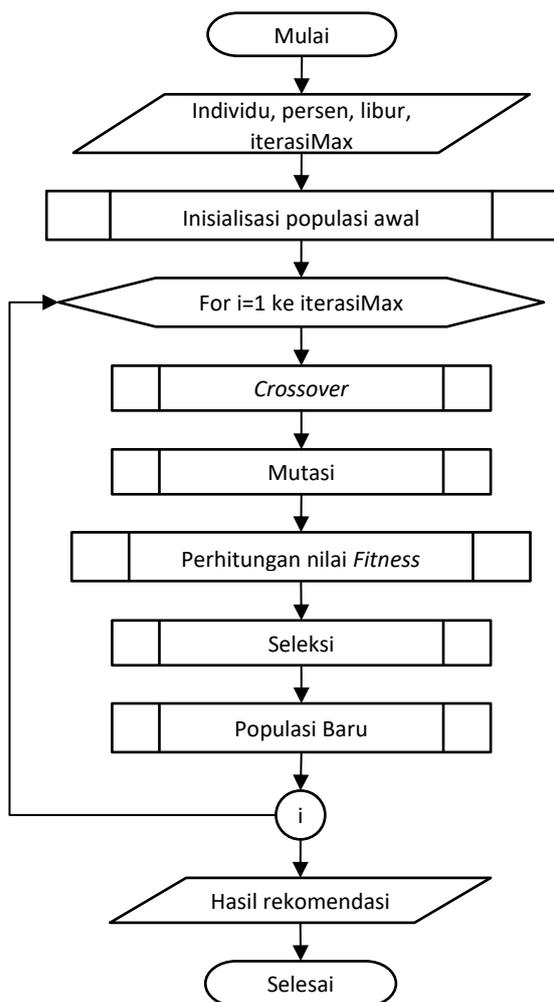
Penjadwalan adalah suatu proses pengalokasikan waktu untuk mengerjakan suatu kegiatan berdasarkan pertimbangan dari keadaan-keadaan yang ada sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Penjadwalan sering terjadi permasalahan dari beberapa keadaan, seperti keterbatasan waktu, sumber daya manusia yang sangat banyak, cuaca yang berubah-ubah (Ginting, 2009).

5. ALGORITME GENETIKA

Algoritme genetika terinspirasi dari ilmu genetika dalam biologi, maka banyak istilah dalam ilmu genetika diadopsi dari ilmu genetika (Mahmudy, 2015). Dengan mengadopsi ilmu tersebut, secara tidak langsung algoritme genetika ini meniru perumpamaan seleksi alam

atau “siapa yang bertahan, dia yang layak”, dengan hal tersebut algoritme genetika dapat menentukan individu yang berkualitas yang kemudian dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.

Proses dalam algoritme genetika diawali dengan inisialisasi kemudian melakukan reproduksi untuk memperoleh keturunan dan evaluasi untuk menghitung nilai *fitness* dan yang terakhir diseleksi untuk memilih individu yang layak. Diagram alir dalam penyelesaian algoritme genetika dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Algoritme Genetika

5.1. Representasi Kromosom

Representasi kromosom merupakan proses pengkodean untuk mengubah data yang asli menjadi suatu kode tertentu. Dalam algoritme genetika tidak ada aturan khusus untuk melakukan pengodean, namun pengodean yang dilakukan mampu diproses oleh operator genetika serta dapat merepresentasikan penyelesaian masalah (Zukhri, 2014). Representasi kromosom yang digunakan dalam

penelitian ini adalah permutasi bilangan integer yang dibangkitkan untuk menyatakan inisialisasi pada jam dan hari latihan.

Representasi kode sebanyak 63 yang terdiri dari 9 kode untuk setiap harinya. Panjang kromosom pada penelitian ini adalah 54 untuk 3 hari dalam 18 minggu.

5.2. Inisialisasi Populasi Awal

Populasi awal dibuat dengan jumlah yang sudah ditentukan atau sebanyak *popSize*, selanjutnya diinisialisasi secara acak. Populasi terdiri dari sekumpulan individu yang merupakan solusi dari suatu permasalahan. Setiap gen dalam individu mewakili hari dan jam latihan. Contoh inisialisasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Populasi Awal

P1	42	21	39	23	23	22
P2	28	7	49	62	14	4
P3	9	16	58	53	44	49

5.3. Proses Crossover

Metode *crossover* yang digunakan adalah *extended intermediate crossover*. Metode ini bekerja dengan memilih dua induk secara acak (Mahmudy, 2015), kemudian membangkitkan nilai α sebanyak panjang kromosom, selanjutnya melakukan Persamaan (1) dan Persamaan (2) untuk menghasilkan *offspring*.

$$C1 = P1 + \alpha (P2 - P1) \tag{1}$$

$$C2 = P1 + \alpha (P1 - P2) \tag{2}$$

Pada penelitian ini nilai *cr* adalah 0,6 dan panjang *popSize* adalah 3, maka jumlah *offspring* adalah $0,6 * 3 = 1,8$ dibulatkan menjadi 2. *Parent* dipilih secara acak P1 dan P3 untuk melakukan proses *crossover* yang dapat dilihat pada Tabel 2, kemudian dibangkitkan nilai α secara acak sesuai dengan panjang kromosom pada Tabel 3. Berikut contoh dari proses *extended intermediate crossover*.

Tabel 2. Menentukan Dua Induk

P1	42	21	39	23	23	22
P3	9	16	58	53	44	49

Tabel 3. Menentukan Dua Induk

α	0,746	0,73	0,213	0,068	0,389	0,137
----------	-------	------	-------	-------	-------	-------

Nilai gen pada masing-masing *offspring* didapatkan dengan perhitungan menggunakan

Persamaan (1) dan Persamaan (2). Hasil dari perhitungan *crossover* ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil *Crossover*

<i>C1</i>	17	17	43	25	31	26
<i>C3</i>	34	20	54	51	36	45

5.4. Proses Mutasi

Mutasi merupakan proses reproduksi dalam algoritme genetika selain *crossover*. Proses ini berbeda dengan *crossover* yang memilih dua induk, pada proses mutasi hanya memilih satu induk saja (Mahmudy, 2015). Proses ini mengubah gen secara acak dari induk yang didapat dari kromosom sebelumnya. Untuk menentukan jumlah *offspring*, nilai *mutation rate (mr)* harus ditentukan terlebih dahulu. Metode mutasi yang digunakan adalah *reciprocal exchange mutation*. Metode ini bekerja dengan memilih induk secara acak kemudian memilih dua gen secara acak dan menukar nilai gen tersebut.

Pada penelitian ini nilai *mr* adalah 0,3 dan panjang *popSize* adalah 3, maka jumlah *offspring* adalah $0,3 * 3 = 0,9$ dibulatkan menjadi 1. *Parent* dipilih secara acak *P2* untuk melakukan proses mutasi. Contoh proses *reciprocal exchange mutation* bisa dilihat pada Tabel 5. Warna merah dan biru dalam Tabel 5 adalah gen yang dipilih untuk melakukan proses mutasi.

Tabel 5. Proses *Reciprocal Exchange Mutation*

<i>P2</i>	28	7	49	62	14	4
<i>C2</i>	28	62	49	7	14	4

5.5. Perhitungan Nilai *Fitness*

Perhitungan bobot untuk setiap individu dapat dilakukan dengan perhitungan nilai *fitness*. Hasil perhitungan *fitness* digunakan untuk proses seleksi untuk mencari individu terbaik. Semakin tinggi nilai *fitness*, maka semakin baik individu tersebut. Rumus *fitness* yang digunakan dalam penelitian ini diadopsi dari penelitian optimasi penjadwalan perawat (Ilmi, et al., 2015).

$$Fitness = \frac{1}{(1 + ((SC_L * \alpha_1) + (SC_K * \alpha_2) + (HC_B * \alpha_3)))} \quad (3)$$

Contoh evaluasi *fitness* dari penyusunan jadwal hasil representasi kromosom dapat ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Contoh Evaluasi *Fitness*

	Minggu 1			Minggu 2		
	Hari1	Hari2	Hari3	Hari1	Hari2	Hari3
<i>P1</i>	42	21	39	23	23	22
<i>P2</i>	28	7	49	62	14	4
<i>P3</i>	9	16	58	53	44	49

Pada Tabel 6 terdapat warna merah yang berarti terdapat hari yang sama dalam satu minggu dan kuning yang berarti pada individu tersebut kuota pemain yang hadir kurang dari 70%. Dijelaskan terdapat hari yang sama pada *P1* minggu pertama, kedua, dan ke-18. Kemudian pada hari kedua minggu pertama kuota pemain di bawah 70%. Selanjutnya pada *P2* minggu pertama hari pertama dan kedua, minggu kedua hari kedua dan ketiga, dan pada hari pertama sampai hari ketiga di minggu ke-18 kuota pemain di bawah 70%. Kemudian pada *P3* minggu pertama hari kedua kuota pemain kurang dari 70%, selanjutnya pada minggu kedua terdapat hari yang sama dalam satu minggu. Setelah melakukan pengecekan evaluasi *fitness*, nilai penalti yang didapatkan pada *P3*.

Pada perhitungan nilai penalti sebelumnya didapatkan nilai-nilai yang berasal dari penjumlahan pelanggaran setiap minggunya. Untuk setiap pelanggaran memiliki nilai konstantanya masing-masing sebesar 0,5 dan 2. Dengan Persamaan (3) maka didapatkan nilai *fitness P3* sebagai berikut.

$$Fitness P3 = \frac{1}{(1 + ((0 * 0,5) + (1 * 0,5) + (1 * 2)))} = 0,2857142$$

5.6. Seleksi

Metode seleksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *elitism selection*. Metode ini dilakukan dengan menggabungkan semua individu, kemudian diurutkan nilai *fitness* dari yang terbesar kemudian diambil kromosom yang mempunyai nilai *fitness* terbesar sebanyak *popSize* yang telah ditentukan sebelumnya.

6. PENGUJIAN DAN ANALISIS

6.1. Pengujian dan Analisis Ukuran Populasi

Ukuran populasi yang digunakan dalam pengujian ini adalah 10 sampai 150 dengan kelipatan 10 sebanyak 10 kali percobaan pada masing-masing *popSize*. Ukuran generasi yang digunakan adalah 50, *cr* dan *mr* adalah 0,5. Hasil

pengujian ukuran populasi dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa ketika ukuran populasi yang sedikit akan menghasilkan populasi yang tidak beragam, sehingga ketika ukuran populasi semakin besar akan menghasilkan populasi yang lebih beragam dan memiliki nilai fitness yang lebih optimal. Berdasarkan Gambar 2, nilai fitness yang didapatkan memiliki peningkatan yang signifikan dari ukuran populasi 10 sampai 80, walaupun pada ukuran populasi 40 dan 50 memiliki nilai fitness yang sama. Pada ukuran populasi 90 terjadi penurunan dan meningkat lagi pada ukuran populasi 100. Pada ukuran 110 terjadi penurunan tetapi mengalami peningkatan sampai ukuran populasi 130, kemudian pada ukuran populasi 140 dan 150 terjadi penurunan.



Gambar 2. Grafik Pengujian Ukuran Populasi

6.2. Pengujian dan Analisis Ukuran Generasi

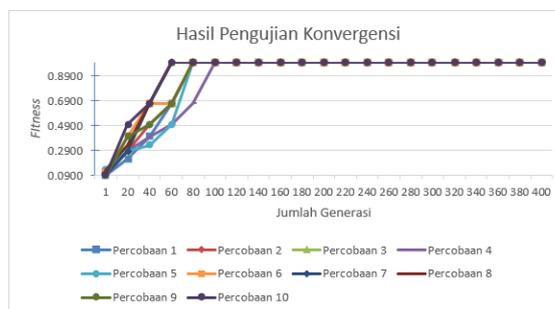
Ukuran Generasi yang digunakan dimulai dari 10 dengan kelipatan 10 sampai 150, cr dan mr adalah 0,5. Ukuran populasi 130 dipilih karena ukuran populasi tersebut memiliki nilai fitness yang paling optimal pada pengujian sebelumnya. Hasil pengujian ukuran generasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pengujian Ukuran Generasi

Berdasarkan Gambar 3 generasi terjadi kenaikan sampai mencapai nilai fitness terbesar pada generasi 140, hampir setiap generasi terjadi kenaikan yang signifikan, kecuali generasi 130. Sedangkan pada 110 nilai fitness tidak

mengalami penurunan atau peningkatan. Nilai fitness tertinggi didapatkan pada ukuran generasi 140 dan 150, yaitu sebesar 1 dan nilai fitness terkecil didapatkan pada ukuran generasi 10. Pada generasi ke-80 sampai 110 mengalami konvergensi karena tidak terjadi perubahan nilai fitness yang signifikan atau hampir sama. Hal tersebut terjadi karena nilai fitness yang dihasilkan hampir mendekati optimum global. Dalam pengujian ukuran generasi juga dilakukan pengujian terhadap konvergensi. Hasil pengujian terhadap konvergensi dapat dilihat pada Gambar 4.

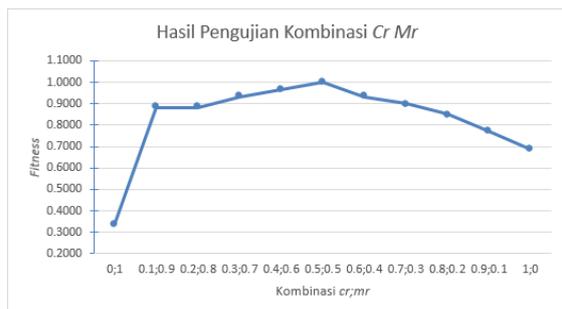


Gambar 4. Grafik Pengujian Konvergensi

Pengujian konvergensi berbeda dengan pengujian sebelumnya, karena melakukan *random injection* yang mana di setiap iterasi akan dibuang individu yang memiliki nilai fitness terkecil sebesar 10% dari jumlah populasi dan diganti dengan individu-individu baru. Gambar 4 menunjukkan pada generasi ke-100 semua percobaan mengalami konvergen.

6.3. Pengujian dan Analisis Kombinasi cr dan mr

Pengujian terhadap kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan nilai *crossover rate* dan *mutation rate* dimulai dari 0 sampai 1. Pengujian ini menggunakan ukuran populasi 100 dan ukuran generasi 90. Seperti pada pengujian ukuran generasi, pengujian kombinasi juga mengambil ukuran populasi dan ukuran generasi yang menghasilkan nilai fitness paling besar. Hasil pengujian terhadap kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengujian Kombinasi cr dan mr

Dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa nilai $fitness$ terbesar adalah 1, berada pada kombinasi cr 0,5 dan mr 0,5. Sedangkan nilai $fitness$ terkecil adalah 0,27619 berada pada kombinasi $cr=0$ dan $mr=1$. Penentuan nilai cr dan mr dapat mempengaruhi keseimbangan eksplorasi dan eksploitasi. Eksplorasi yang tinggi dihasilkan ketika nilai mr lebih besar dibandingkan nilai cr . Sebaliknya eksplorasi yang rendah atau eksploitasi yang tinggi terjadi ketika nilai cr lebih besar dibanding nilai (*Mahmudy, 2015*).

Berdasarkan pengujian ini yang digambarkan pada Gambar 5, kombinasi nilai cr dan mr menghasilkan kemampuan eksploitasi dan eksplorasi yang seimbang, akan tetapi ketika nilai cr bernilai 0 akan menghasilkan nilai $fitness$ lebih kecil daripada ketika nilai mr bernilai 0, hal ini disebabkan karena metode yang dipakai untuk *crossover* menggunakan *extended intermediate crossover* yang bisa mendapatkan individu yang lebih bervariasi sehingga kemampuan eksplorasi yang lebih besar daripada mutasi yang menggunakan *reciprocal exchange mutation* karena menghasilkan individu baru yang hampir sama dengan induknya.

7. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap penjadwalan pemain *brass marching band* dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Algoritme genetika dapat diimplementasikan pada permasalahan penjadwalan latihan reguler pemain *brass marching band*. Data jadwal setiap pemain diambil dari *Marching Band Ekalavya Suara Brawijaya*, dan libur nasional lewat kalender tahun 2016 dari bulan September sampai Desember. Setelah mendapatkan data tersebut, melakukan representasi kromosom terhadap kode jam dan hari latihan, kemudian melakukan proses *extended intermediate crossover* dan

reciprocal exchange mutation untuk mendapatkan *offspring* baru yang akan diseleksi menggunakan *elitism selection* untuk generasi selanjutnya. Setelah itu melakukan pengujian terhadap ukuran populasi, ukuran generasi, dan kombinasi cr dan mr .

2. Solusi yang didapatkan sudah yang paling optimal tanpa ada pelanggaran. Jadwal tersebut didapatkan melalui beberapa pengujian, hasil dari pengujian beragam, rata-rata nilai $fitness$ terkecil adalah populasi=130, generasi=10 dan kombinasi $cr=0,5$ dan $mr=0,5$, sedangkan untuk yang terbesar adalah 1 yang terdapat pada ukuran populasi=130, generasi=140, dan kombinasi $cr=0,5$ dan $mr=0,5$. Generasi dan populasi memiliki pengaruh yang sama, semakin besar jumlah generasi dan populasi maka akan semakin besar nilai $fitness$ yang dihasilkan, sedangkan kombinasi cr dan mr dapat menghasilkan nilai yang optimal ketika kombinasi cr dan mr memiliki komposisi yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Afianti, 2012. *Pusat Pelatihan Marching Band Mahasiswa di D.I.Yogyakarta*, Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Fathia, R. N., 2014. *Kompasiana*. [Online] Available at: http://m.kompasiana.com/rizanurul/keseimbangan-pendidikan-akademis-dan-non-akademis_54f5fc4fa3331184108b4675 [Diakses 31 Januari 2017].
- Ginting, R., 2009. *Penjadwalan Mesin*. Pertama penyunt. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hermawan, D. M., 2015. *Marching Band sebagai Pendidikan Berkarakter: Sebuah Solusi Komprehensif Pendidikan Non-Formal bagi Remaja*. [Online] Available at: <https://www.LinKedin.com/pulse/marching-band-sebagai-ik-pendidikan-berkarakter-sebuah-solusi-hermawan> [Diakses 21 Februari 2017].
- Ilimi, R. R., Mahmudy, W. F. & Ratnawati, D. E., 2015. Optimasi Penjadwalan Perawat Menggunakan Algoritma Genetika. *DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, 5(13).

- Mahmudy, W. F., 2015. *Dasar-Dasar Algoritma Evolusi*, Malang: PTIIK Universitas Brawijaya.
- Mansur, Prahasto, T. & Farikhin, 2014. Particle Swarm Optimization Untuk Sistem Informasi Penjadwalan Resource Di Perguruan Tinggi. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, Issue 01, pp. 11-19.
- Teoh, C. K., Wibowo, A. & Ngadiman, M. S., 2015. Review of state of the art for metaheuristic technique in Academic Scheduling Problems. *Artif Intell Rev*, Issue 44, pp. 1-21.
- Zukhri, Z., 2014. *Algoritma Genetika Metode Komputasi Evaluasi untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.