

Pembuatan Aplikasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika

Ryan Eka Wiratna*, Afina Lina Nurlaili, Agung Mustika Rizki

Email: ryanekawiratna@gmail.com, afina.lina.if@upnjatim.ac.id, agung.mustika.if@upnjatim.ac.id
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

DOI: <https://doi.org/10.31284/j.jtm.2023.v4i1.3990>

Received 19 January 2023; Received in revised 13 February 2023; Accepted 14 February 2023;
Available online 21 February 2023

Copyright: ©2023 Ryan Eka Wiratna, Afina Lina Nurlaili, Agung Mustika Rizki

License URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>

Abstract

Scheduling courses carried out by tertiary institutions is an activity that is always carried out every semester. Making schedules is often done by the relevant agencies and is still carried out manually so that it becomes less efficient so that it takes a long time and the accuracy of the schedules that are made cannot be ascertained. Based on these conditions, a website-based system was created that was used to facilitate the process of making course schedules so that making schedules can be done automatically so that it becomes efficient. The process of making a schedule applies a genetic algorithm as a method of achieving the right schedule results. The genetic algorithm works through several stages, namely initialization, selection, crossover and mutation to get the final result in the form of a course schedule with a final value of fitness = 1. In this study there were several trials carried out, namely varying the algorithm indicators with different values. The results obtained from all trials, the schedule generated from the system that was created produced a fitness value = 1, so that the schedule formed did not collide with other schedules and the average schedule generated in the entire research took 2.8 minutes for the schedule to be formed.

Keywords: genetic algorithm, scheduling, subject, website

Abstrak

Penjadwalan matakuliah yang dilakukan perguruan tinggi merupakan kegiatan yang selalu dilakukan pada setiap semesternya. Pembuatan jadwal seringkali dilakukan oleh instansi terkait masih dilaksanakan secara manual sehingga hal tersebut menjadi kurang efisien sehingga membutuhkan waktu lama dan akurasi jadwal yang dibuat tidak bisa dipastikan. Berdasarkan dari kondisi tersebut, maka dibuatkan sistem berbasis website yang digunakan untuk mempermudah dalam proses pembuatan jadwal matakuliah sehingga pembuatan jadwal dapat dilakukan secara otomatis sehingga menjadi efisien. Proses pembuatan jadwal menerapkan algoritma genetika sebagai metode mencapai hasil jadwal yang tepat. Algoritma genetika bekerja melalui beberapa tahapan yaitu inisialisasi, seleksi, crossover dan mutasi untuk mendapatkan hasil akhir berupa jadwal mata kuliah dengan nilai akhir fitness = 1. Pada penelitian ini terdapat beberapa uji coba yang dilakukan yaitu melakukan variasi pada indikator algoritma dengan nilai yang berbeda. Hasil yang didapatkan dari keseluruhan uji coba, jadwal yang dihasilkan dari sistem yang dibuat menghasilkan nilai fitness = 1, sehingga jadwal yang terbentuk tidak bertabrakan dengan jadwal lainnya serta rata-rata jadwal yang dihasilkan pada keseluruhan penelitian membutuhkan waktu 2,8 menit untuk jadwal terbentuk.

Kata kunci: algoritma genetika, penjadwalan, mata kuliah, website

1. Pendahuluan

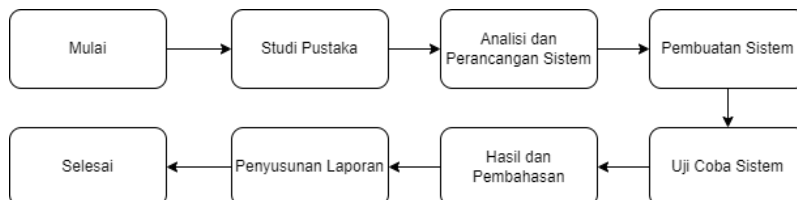
Penjadwalan perkuliahan merupakan rutinitas yang dilakukan oleh setiap program studi atau instansi pendidikan yang digunakan untuk menyusun kegiatan belajar mengajar. Menurut ilmuwan Baker tahun 1974 penjadwalan adalah proses penempatan dari sumber daya terhadap waktu untuk menghasilkan penempatan sumber daya yang sesuai dengan suatu urutan pekerjaan. Proses pembuatan jadwal diharapkan bisa lebih efektif dan efisien dalam memenuhi semua kendala yang dihadapi suatu

instansi [1]. Cara tersebut tergolong membutuhkan waktunya yang relatif lama dikarenakan dengan kompleksitas dalam proses penyusunannya sehingga menjadikannya kurang efektif dan efisien [2]. Permasalahan utama dalam proses penyusunan jadwal perkuliahan adalah bagaimana mengkombinasikan antara dosen, mata kuliah, ruang, waktu dan kelas/paralel yang baik tanpa terjadinya tabrakan. Sebetulnya masalah tersebut dapat diatasi dengan cara konvensional tetapi membutuhkan waktu yang panjang serta harus dilakukan dengan teliti dan fokus.

Algoritma yang kuat dalam pembentukan salah satunya adalah algoritma genetika yang merupakan salah satu algoritma optimasi yang kuat dan bisa digunakan pada berbagai macam studi kasus karena menggunakan prinsip teori evolusi. Algoritma genetika juga telah digunakan dalam penjadwalan yang lebih khusus yaitu jadwal perkuliahan [3]. Algoritma ini sering digunakan untuk mencari solusi optimal pada kasus yang sederhana hingga kasus yang rumit. Algoritma genetika bekerja pada suatu populasi yang dibentuk oleh kasus yang direpresentasikan sebagai kromosom dan akan dievaluasi untuk memperoleh seberapa nilai optimalnya [4]. Proses dari algoritma genetika bekerja memiliki beberapa tahapan yang pertama yaitu proses inialisasi atau bisa juga disebut dengan *generate* populasi awal, proses kedua yaitu evaluasi, proses ketiga merupakan proses seleksi, proses keempat yaitu crossover dan yang terakhir adalah proses mutasi [5]. Dengan menggunakan metode algoritma genetika dalam proses pembuatan penjadwalan mata kuliah secara otomatis dapat dilakukan dengan efektif dan efisien. Algoritma genetika telah digunakan sebagai solusi dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan, karena dapat menghasilkan jadwal yang hampir optimal [6]. Pembuatan sistem penjadwalan mata kuliah menggunakan Algoritma Genetika ini diharapkan dapat membantu mengatasi permasalahan penjadwalan mata kuliah di program studi Informatika agar dalam melakukan penjadwalan mata kuliah dapat dilakukan dengan efisien dan efektif.

2. Metode

Metodologi yang digunakan pada penelitian memiliki beberapa tahapan yaitu studi pustaka, analisis dan perancangan sistem, pembuatan sistem, uji coba sistem, hasil dan pembahasan serta penyusunan laporan yang akan ditunjukkan pada Gambar 1.



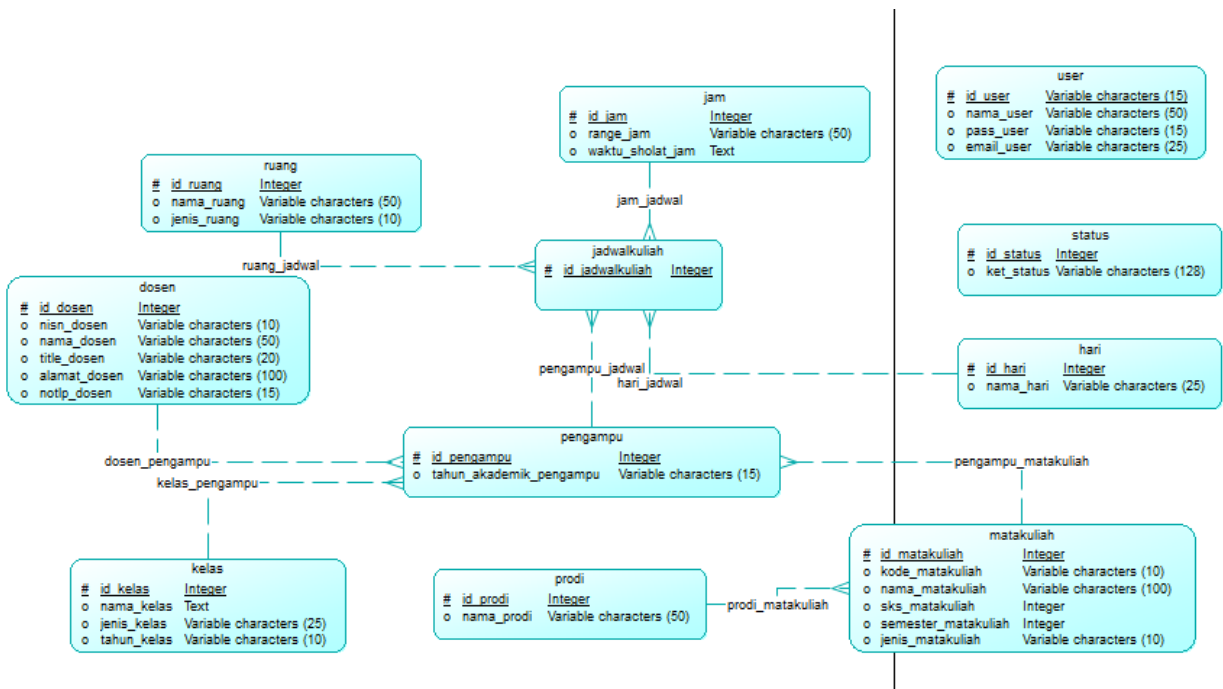
Gambar 1 Diagram Metode Penelitian

2.1 Studi Pustaka

Studi Pustaka dilakukan untuk mengetahui konsep dari algoritma sesuai dengan permasalahan atau kasus yang ada. Studi Pustaka berfokus pada mencari referensi dari berbagai penelitian, jurnal, artikel dan buku-buku yang berkaitan dengan penerapan algoritma pada kasus penjadwalan mata kuliah.

2.2 Analisis dan Perancangan

Analisis dan perancangan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan dan perancangan sistem yang akan dibuat. Proses yang dibutuhkan dalam analisis dan perancangan yaitu pembuatan beberapa diagram yaitu *Business Process Modelling Notation (BPMN)*, *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Conceptual Data Model*, *Physical Data Model*, *Class Diagram*, *Sequence Diagram* dan *Entity Relationship Diagram (ERD)*.



Gambar 2 Conceptual Data Model

2.3 Implementasi Algoritma Genetika

Algoritma Genetika merupakan suatu algoritma *heuristic* yang didasarkan atas mekanisme evolusi biologis [6]. Algoritma genetika mengikuti prosedur atau tahap-tahap yang menyerupai proses evolusi, yaitu adanya proses seleksi, crossover dan mutasi. Pada setiap generasi, himpunan baru dari deretan individu dibuat berdasarkan kecocokan pada generasi sebelumnya [7]. Menurut Puspaningrum terdapat 6 komponen utama pada algoritma genetika [8], yaitu:

- 1) Teknik Pengkodean, teknik ini merupakan teknik untuk menyatakan populasi awal sebagai calon solusi suatu masalah ke dalam suatu kromosom sebagai suatu kunci pokok masalah.
- 2) Prosedur Inisialisasi (generate populasi awal), Proses ini menghasilkan sejumlah individu secara acak (random). Banyaknya populasi tergantung pada masalah yang akan diselesaikan dan jenis operator genetika yang akan diterapkan.
- 3) Fungsi Evaluasi, solusi akan dievaluasi dengan proses fungsi yang disebut dengan fitness, fungsi fitness tergantung pada permasalahan tertentu dari representasi yang digunakan. Perhitungan nilai fitness dari setiap kromosom dapat dirumuskan seperti persamaan 1.

$$Fitness = \frac{1}{1 + (f1b1 + f2b2 + \dots)} \tag{1}$$

Keterangan:

Bn = Bobot Pelanggaran

Fn = Banyaknya Pelanggaran

n = 1 hingga n

- 4) Seleksi, seleksi merupakan tahapan proses untuk memilih kandidat solusi yang terbaik berdasarkan dengan nilai fitness dari solusi/kromosom.
- 5) Operator Genetika, merupakan proses pencarian yang heuristik dan acak sehingga penekanan pemilihan operator yang digunakan sangat menentukan keberhasilan algoritma genetik dalam menemukan solusi optimum suatu masalah yang diberikan. Ada dua operator genetika yaitu:

- a. *Crossover* (Persilangan), merupakan proses di dalam algoritma genetika yang bekerja untuk menggabungkan dua kromosom parent menjadi sebuah kromosom baru (offspring) pada suatu waktu. Sebuah kromosom yang akan mengarah pada solusi baik dapat diperoleh melalui proses crossover dari hasil persilangan dua buah kromosom.
 - b. *Mutation* (Mutasi), Merupakan proses untuk merubah salah satu atau lebih beberapa gen dari suatu kromosom. Proses ini berfungsi untuk menggantikan gen yang hilang dari populasi akibat proses seleksi yang memungkinkan munculnya kembali gen yang tidak muncul pada inialisasi populasi.
- 6) Parameter Control, digunakan untuk mengendalikan operator dari genetika. Terdapat 2 parameter control yaitu:
- a. Probabilitas *Crossover* (P_c), mengendalikan operator crossover dalam setiap generasi dalam populasi yang mengalami crossover. Semakin besar nilai probabilitas crossover, akan semakin cepat struktur individu baru terbentuk ke dalam populasi.
 - b. Probabilitas Mutasi (P_m), akan mengendalikan operator mutasi pada setiap generasi dengan peluang mutasi yang digunakan lebih kecil daripada peluang crossover.

Proses algoritma genetika pada pembuatan jadwal mata kuliah yang digunakan pada kasus ini seperti ditunjukkan pada Gambar 3, yakni sebagai berikut:

- 1) Inialisasi Kromosom, pada sebuah kromosom yang dibentuk awal akan menghasilkan sebuah solusi dengan nilai didalamnya sebagai berikut yaitu: pengampu, kelas, jam, hari, ruangan. Setiap nilai yang terbentuk akan dibuat dalam bilangan integer dan disusun menjadi sebuah array. Ilustrasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kromosom

Kromosom	Gen				
Kromosom 1	0	A	7	2	2
Kromosom 2	1	B	3	0	7
Kromosom 3	2	C	7	4	3
Kromosom 4	3	D	2	1	8
...
Kromosom n	n	D	2	6	9

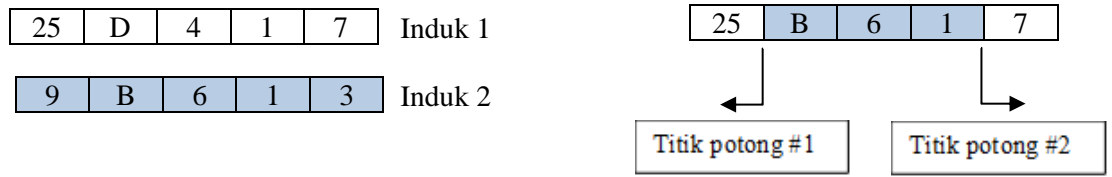
- 2) Fungsi *Fitness*, aturan atau rules merupakan faktor utama dalam penentuan nilai *fitness*, dimana pada setiap kromosom jika terdapat ada yang melanggar aturan atau *rules* tersebut akan terkena *penalty*. Aturan yang telah ditentukan oleh penulis ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rules Penjadwalan

No.	Aturan	Pinalti
1.	Bentrok dengan dosen dan jam yang sama	1
2.	Bentrok dengan Sholat jumat	1
3.	Betrok dengan jam dan kelas yang sama	1
4.	Bentrok dengan ruang dan waktu yang sama	1
5.	Bentrok dengan jam istirahat	1

- 3) Seleksi, setelah dilakukannya proses perhitungan *fitness* kemudian dilakukannya proses seleksi pada setiap kromosom untuk nantinya dijadikan sebuah induk untuk proses selanjutnya. Proses yang digunakan adalah *rank-based fitness assignment* merupakan salah satu bagian dari proses seleksi yang dilakukan oleh algoritma genetika dengan cara mengurutkan kromosom berdasarkan nilai *fitness* yang dimilikinya.
- 4) *Crossover* (Perkawinan Silang), kromosom dengan *fitness* terbaik yang telah didapat dari proses seleksi akan dilakukannya *crossover*. Pada penelitian ini penulis menggunakan *two-point crossover* pada tahap ini. *Crossover* akan terjadi apabila menggunakan persamaan 2. Ilustrasi proses *crossover* ditunjukkan pada Gambar 3.

$$random\ bilangan\ 0 - 1 < Pc = Crossover \quad (2)$$



Gambar 3 Ilustrasi Proses Crossover

- 5) Mutasi, proses mutasi dilakukan dengan cara melakukan pergantian pada gen kelas, hari dan ruangan. Mutasi akan terjadi apabila menggunakan persamaan 3. Ilustrasi mutasi ditunjukkan pada Gambar 4.

$$random\ bilangan\ 0 - 1 < Pm = Mutasi \quad (3)$$



Gambar 4 Ilustrasi Mutasi

2.4 Proses Pengujian

Proses pengujian yang dilakukan melalui pengujian sistem dan pengujian algoritma, pengujian sistem diterapkan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) yang merupakan alat pengukuran yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat *usability* sebuah sistem. SUS memiliki 10 item pernyataan yang telah diinterpretasikan ke dalam beberapa Bahasa seperti bahasa Indonesia termasuk Bahasa Indonesia [9]. Adapun pernyataannya seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 System Usability Scale Dalam Bahasa Indonesia

No	Pertanyaan	STS	TS	RG	ST	SS
1.	Saya berpikir akan menggunakan sistem ini lagi.	1	2	3	4	5
2.	Saya merasa sistem ini rumit untuk digunakan.	1	2	3	4	5
3.	Saya merasa sistem ini mudah digunakan.	1	2	3	4	5
4.	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam menggunakan sistem ini.	1	2	3	4	5
5.	Saya merasa fitur-fitur sistem ini berjalan dengan semestinya.	1	2	3	4	5
6.	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten (tidak serasi pada sistem ini).	1	2	3	4	5
7.	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan sistem ini dengan cepat.	1	2	3	4	5
8.	Saya merasa sistem ini membingungkan.	1	2	3	4	5
9.	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan sistem ini.	1	2	3	4	5
10.	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan sistem ini.	1	2	3	4	5

Seperti yang diungkapkan oleh Broke [10] hal ini bertujuan agar responden lebih fokus dan teliti dalam membaca kuisioner. Skor dihitung dengan mengurangi bobot pernyataan. Pernyataan positif dikurangi 1 menjadi x-1 dan pernyataan negatif yaitu 5 dikurangi bobot pernyataan menjadi 5-x. Adapun perhitungan rata-rata ditunjukkan pada persamaan 4. Terdapat tiga indikator penilaian yang diterapkan pada SUS seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

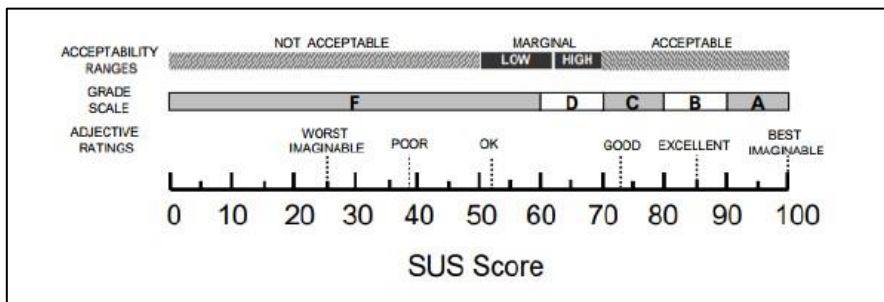
$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (4)$$

Keterangan:

\bar{x} = Skor Rata – Rata

$\sum x$ = Jumlah Skor SUS

n = Jumlah Responden



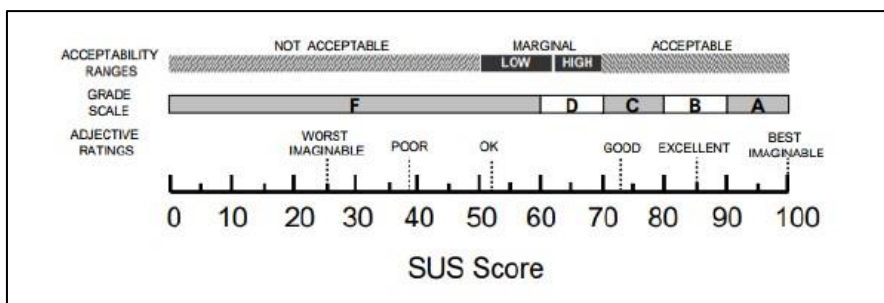
Gambar 5 Indikator Skor SUS

Pengujian selanjutnya yang diterapkan pada algoritma genetika dilakukan dengan melakukan variasi nilai indikator Pc (0.25, 0.5, 0.75), Pm (0.02, 0.05, 0.07) dan variasi populasi (10, 50, 100). Sehingga nanti dapat menghasilkan kecepatan dan ketepatan dari proses pembuatan jadwal.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Sistem

Pada proses pengujian sistem yang dilakukan menggunakan metode SUS mendapatkan hasil yang selanjutnya akan dijelaskan pada Gambar 6.



Gambar 6 Hasil Pengujian Sistem

Hasil yang didapatkan dengan metode SUS menunjukkan skor 76, kemudian hasil tersebut akan dimasukkan kedalam indikator skor SUS. Pada indikator SUS menunjukkan bahwasannya pada *Acceptability Ranges* adalah *Acceptable*, pada *Grade Scale* memiliki nilai C dan pada *Adjective Ratings* masuk ke dalam kategori *Excellent*.

3.1 Pengujian Algoritma Genetika

Proses pengujian pada algoritma genetika dilakukan dengan sebanyak tiga kali percobaan disetiap nilai variasi yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil dari pengujian dijelaskan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian Algoritma Genetika

Variasi Nilai	Pengujian Pertama		Pengujian Kedua		Pengujian Ketiga	
	Waktu	Generasi	Waktu	Generasi	Waktu	Generasi

Pc 0.25	4 Menit 41 Detik	Ke - 2149	9 Menit 4 Detik	Ke - 3810	7 Menit 12 Detik	Ke - 3118
Pc 0.5	12 Menit 34 Detik	Ke - 5632	4 Menit 59 Detik	Ke - 1911	6 Menit 21 Detik	Ke - 2570
Pc 0.75	5 Menit 4 Detik	Ke - 2064	3 Menit	Ke - 1167	9 Menit 10 Detik	Ke - 3372
Pm 0.02	8 Menit 7 Detik	Ke - 3273	4 Menit 37 Detik	Ke - 1913	5 Menit 28 Detik	Ke - 2042
Pm 0.05	1 Menit 19 Detik	Ke - 516	1 Menit 1 Detik	Ke - 382	1 Menit 27 Detik	Ke - 531
Pm 0.07	53 Detik	Ke - 340	1 Menit 45 Detik	Ke - 661	1 Menit 41 Detik	Ke - 580
Populasi 10	6 Menit 15 Detik	Ke - 1946	10 Menit 17 Detik	Ke - 2768	3 menit 38 Detik	Ke - 1134
Populasi 50	2 Menit 40 Detik	Ke - 161	1 Menit 3 Detik	Ke - 58	2 Menit 33 Detik	Ke - 154
Populasi 100	1 Menit 26 Detik	Ke - 40	2 Menit 14 Detik	Ke - 64	1 Menit 27 Detik	Ke - 39

Proses pengujian pada algoritma menunjukkan data pada tabel diatas, keseluruhan hasil pengujian tersebut menunjukkan hasil nilai *fitness* = 1, hasil tersebut menunjukkan bahwa jadwal yang sudah terbentuk tidak memiliki benturan dengan jadwal yang lainnya dan tidak mengalami benturan dengan ketentuan yang sudah ditentukan sebelumnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan dengan hasil dan penelitian yang dilakukan maka didapatkan sebuah kesimpulan sebagai berikut:

1. Algoritma genetika dapat menghasilkan jadwal dengan hasil nilai *fitness* = 1, maka dapat disimpulkan kembali bahwa jadwal yang terbentuk atau dibuat tidak mengalami tabrakan dengan aturan yang ditetapkan dan tidak memiliki jadwal yang bertabrakan.
2. Pada pengujian system yang dilakukan dengan metode SUS menghasilkan nilai 76, kemudian pada pertanyaan 8 dan 10 dari keseluruhan responden memiliki nilai terendah. Pada system yang dibuat tidak membingungkan dan reponden tidak perlu membiasakan diri dalam penggunaan system.
3. Pada uji coba dengan nilai Pc 0.25 sistem yang dibuat oleh penulis menghasilkan rata – rata waktu system memperoleh sebuah jadwal optimal pada waktu 2 Menit dan rata rata ditemukan solusi optimal pada generasi ke - 3025. Sedangkan pada Pc 0.5 menghasilkan rata – rata waktu 2,6 Menit dan generasi 3371. Pada Pc 0.75 mengasilkan rata – rata waktu 2,3 Menit dan rata – rata generasi ke - 3025.
4. Pada uji coba nilai Pm 0.02 sistem dapat menghasilkan rata – rata waktu 6 Menit serta pada rata – rata generasi ke 2397. Sedangkan pada Pm 0.05 menghasilkan rata – rata waktu yaitu 1,26 Menit dengan rata – rata digenerasi ke 475. Pada variasi terakhir 0.07 rata – rata waktu yang dibutuhkan yaitu 1,4 Menit dengan rata rata pada generasi ke – 527.
5. Pada uji coba dengan nilai populasi 10 sistem menghasilkan rata – rata waktu yaitu 6,7 Menit dengan rata – rata generasi ke 1949. Sedangkan pada populasi 50 rata – rata waktu yaitu 2 menit dan rata rata pada generasi ke – 124. Pada pengujian terakhir dengan populasi 100 menghasilkan rata – rata waktu 1,7 Menit dengan rata – rata generasi ke – 48.

Referensi

- [1] A. M. Rizki, W. F. Mahmudy, and G. E. Yuliasuti, “Optimasi Multi Travelling Salesman Problem (M-TSP) Untuk Distribusi Produk Pada Home Industri Tekstil Dengan Algoritma Genetika,” *Klik - Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, p. 125, 2017, doi: 10.20527/klik.v4i2.86.
- [2] W. F. Mahmudy, R. M. Marian, and L. H. S. Luong, “Real Coded Genetic Algorithms for Solving Flexible Job-Shop Scheduling Problem – Part II : Optimization,” *Adv. Mater. Res.*, vol. 701, pp. 364–369, 2013, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.701.364.
- [3] M. A. Yaqin and T. Lisbiantoro, “Optimasi Penjadwalan Perkuliahan Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang Menggunakan Algoritma Genetika dengan Metode Seleksi Rank,” *MATICS J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 5, pp. 191–196, 2012.
- [4] G. E. Yuliasuti, A. M. Rizki, W. F. Mahmudy, and I. P. Tama, “Optimization of Multi-Product Aggregate Production Planning using Hybrid Simulated Annealing and Adaptive Genetic Algorithm,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 10, no. 11, pp. 484–489, 2019, doi: 10.14569/IJACSA.2019.0101167.
- [5] G. E. Yuliasuti, C. N. Prabiantissa, S. Agustini, and D. H. Sulaksono, “Optimasi Rute Jaringan Mikrotik dengan Algoritme Genetika,” in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VIII*, 2020, no. October, pp. 209–216.
- [6] G. E. Yuliasuti, W. F. Mahmudy, and A. M. Rizki, “Penanganan Fuzzy Time Window pada Travelling Salesman Problem (TSP) dengan Penerapan Algoritma Genetika,” *MATICS J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 38–43, 2017.
- [7] G. E. Yuliasuti, A. M. Rizki, W. F. Mahmudy, and I. P. Tama, “Determining Optimum Production Quantity on Multi- Product Home Textile Industry by Simulated Annealing,” *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, 2018.
- [8] W. A. Puspaningrum, A. Djunaidy, and R. A. Vinarti, “Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika di Jurusan Sistem Informasi ITS,” *J. Tek. Pomits*, vol. 2, no. 1, pp. 127–131, 2013.
- [9] Z. Sharfina and H. B. Santoso, “An Indonesian Adaptation of the System Usability Scale (SUS),” in *International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems, ICACISIS 2016*, 2016, pp. 145–148, doi: 10.1109/ICACISIS.2016.7872776.
- [10] J. Brooke, “SUS: A Retrospective,” *J. Usability Stud.*, vol. 8, no. 2, pp. 29–40, 2013.

How to cite this article:

Wiratna RE, Nurlaili AL, Rizki AM. Pembuatan Aplikasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Teknologi dan Manajemen*. 2023 Februari; 4(1):13-20. DOI: 10.31284/j.jtm.2023.v4i1.3390