

Implementasi Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Mata Kuliah Berbasis Web

Andika*¹, Muhammad Salsabil², Husain T.³, Nur Salman⁴

^{1,2}Universitas Dipa Makassar; Jl. Perintis Kemerdekaan No. Km9, Tamalanrea Indah, Kec. Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90245, (0411) 587 194

³Jurusan Teknik Informatika, UniversitasDipa Makassar, Makassar

e-mail: *¹dikaandika121@gmail.com,

²sabilobi28@gmail.com, ³husain@undipa.ac.id, ⁴nursalman.halim@undipa.ac.id

Abstrak

Penjadwalan mata kuliah merupakan hal wajib yang ada di setiap perguruan tinggi. Penjadwalan mata kuliah dilakukan untuk kebutuhan perguruan tinggi dan bertujuan agar kegiatan belajar mengajar berjalan dengan baik tanpa kendala. Dalam penelitian, proses penjadwalan mata kuliah dan praktikum dilakukan dengan menggunakan Algoritma Genetika yang terdiri dari proses inialisasi populasi, seleksi, crossover, dan mutasi. Terdapat beberapa kendala atau kendala dalam membuat penjadwalan mata kuliah yaitu penjadwalan yang membutuhkan proses waktu dan sering bertabrakan mata kuliah dengan ruangan atau waktu. Sama halnya dengan yang terjadi, seperti jadwal dosen mengajar mata kuliah yang sama dengan kelas lain, sehingga terjadi tabrakan dengan dosen dan mahasiswa. Masalah penjadwalan kuliah pada penanganan jadwal perkuliahan menggunakan metode algoritma (GA) dengan harapan sistem penjadwalan dapat bermanfaat dan menyelesaikan masalah yang terjadi pada jadwal kuliah di sekolah maka jadwal mengajar tidak terkendala dengan hal-hal lain.

Kata Kunci : Penjadwalan, Algoritma Genetika, crossover, seleksi

Abstrack

Scheduling courses is mandatory in every university. The scheduling of courses is carried out for the needs of higher education institutions and aims to ensure that teaching and learning activities run well without any problems. In the research, the scheduling process for courses and practicum is carried out using a Genetic Algorithm which consists of a population initialization process, selection, crossover, and mutation. There are several obstacles or obstacles in scheduling courses, namely scheduling which requires a time process and often collides with courses with room or time. The same thing happened, such as the schedule of lecturers teaching the same subjects with other classes, resulting in collisions with lecturers and students. Lecture scheduling problems in handling lecture schedules using the algorithm method (GA) with the hope that the scheduling system can be useful and solve problems that occur in the class schedule at school, so the teaching schedule is not constrained by other things.

Keywords: Scheduling, Genetic Algorithm, crossover, selection

1. PENDAHULUAN

Penjadwalan mata kuliah merupakan suatu hal yang wajib yang ada di setiap perguruan tinggi. Penjadwalan mata kuliah dilakukan untuk kebutuhan perguruan tinggi dan bertujuan agar kegiatan belajar mengajar berjalan dengan baik tanpa adanya masalah. Namun, sering kali

dalam proses penjadwalan mata kuliah terdapat beberapa masalah. Permasalahan umum yang sering terjadi dilihat dari sisi dosen, mata kuliah, mahasiswa, dan ruangan. Dengan adanya kemungkinan bahwa dosen dapat mengajar lebih dari satu mata kuliah dan ada kemungkinan jumlah mata kuliah dan dosen tidak sebanding, sehinggaharus dipikirkan solusi agar dosen tidak mengajarkan dua mata kuliah yang berbeda pada jam yang sama. Ada beberapa aspek yang terkait dalam penjadwalan mata kuliah yang harusdipertimbangkan, seperti terbatasnya ruangan kelas, terdapatnya jadwal dimana dosen yang bersangkutan tidak dapat mengajar, ruangan kelas yang hanya bisa dipakai oleh satu mata kuliah di hari dan jam yang sama.

Dalam penelitian yang berjudul “Genetic Algorithm to Solve the Problems of Lectures and Practicums Scheduling” mengemukakan bahwa proses penjadwalan mata kuliah dan praktikum dilakukan dengan menggunakan Algoritma Genetika yang terdiri dari proses inialisasi populasi, seleksi, Crossover, dan mutasi. Kromosom yang digunakan pada penelitian ini adalah mata kuliah, dosen, credit value, tingkat kelas, hari, dan interval waktu. Proses Aplikasi penyeleksian menggunakan Rank Based Selection untuk setiap individu dan untuk proses mutasi menggunakan Exchange Mutation. Hasil dari proses penjadwalan mata kuliah menggunakan Algoritma Genetika adalah jadwal yang paling optimal yang sesuaidengan waktu yang tersedia, ruangan kelas, matakuliah dan jadwal dosen.

Adapun penelitian yang diambil sebagai acuan atau referensi dalam penelitian ini yaitu penetian oleh Akhmad Qashlim dan Muhammad Assidiq. 2016 dengan judul Penerapan Algoritma Genetika untuk SistemPenjadwalan Kuliah [1], Riza Arifudin. 2012 dengan judul Optimasi Penjawalan Proyek Dengan Penyeimbangan Biaya MenggunakanKombinasiCpm dan AlgoritmaGenetika [2], dan Teguh Imam Hermanto dan M. Rafi Muttaqin. 2018 dengan judul Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika di STT Wastukencana Purwakarta [3].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Pengumpulan Data

Adapun pengumpulan data yang digunakan dalam mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan dalam penelitian ini adalah

2.1.1 Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data – data terkait jadwal matakuliah yang akan dilaksanakan

2.1.2 Metode Wawancara

Metode ini dilakukan dengan proses Tanya jawab untuk memperoleh data mengenai penjawalan mata kuliah di UnivesitasDipa Makassar

2.1.3 Dokumentasi

Penelitian ini digunakan sebagai penunjang dan pelengkap yang berhubungan dengan masalah penelitian untuk melengkapi data hasil dari wawancara.

2.1.4 Metode pengujian sistem

Penulis menggunakan metode pengujian *Black Box*. Dengan menggunakan metode *Black Box*, penulis dapat menemukan kesalahan dalam kategori sebagai berikut:

1. Kesalahan interface
2. Struktur atau database eksternal
3. Kesalahan kinerja
4. Fungsi dari setiap form

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Penjadwalan

Penjadwalan merupakan sebuah fungsi pengambilan keputusan untuk rencana pengaturan dan mengalokasikan sumber daya yang menyangkut waktu dan fasilitas sarana. Masalah penjadwalan muncul dikarenakan adanya beberapa pekerjaan yang dikerjakan secara bersamaan, sedangkan sumber daya yang dimiliki terbatas. Masalah penjadwalan dapat terjadi dimana saja dan dalam kasus apa saja, seperti penjadwalan acara olah raga, program konferensi, penjadwalan di lembaga pendidikan [4] serta penjadwalan kereta api.

Hal ini membutuhkan Teknik dan metode komputasi untuk mengatur layanan yang berturut-turut pada jalur yang sama [5]. Begitupun penjadwalan pada perguruan tinggi, yang memiliki kompleksitas masalah yang sangat besar yang menyangkut berbagai jenis kendala dan tujuan dari suatu bidang kebidang lain [6].

Kompleksitas masalah penjadwalan yang terjadi pada perguruan tinggi diakibatkan adanya *constrain* dan sumber daya yang terbatas, sementara menempatkan dosen dan mahasiswa dalam ruang dan waktu yang berbeda harus tercapai [7]. Masalah tersebut dapat di selesaikan dengan beberapa formulasi untuk menemukan solusi terbaik dan keputusan yang tepat sehingga penggunaan sumber daya dan menempatkan dosen dan mahasiswa dalam jumlah yang banyak dapat terhindar dari bentrok [8].

2.2.2 Website

World Wide Web (WWW) atau biasa disebut web adalah sebuah sistem yang saling terkait menggunakan dokumen hypertext yang diakses melalui jaringan internet. Sebuah halaman web yang berisi teks, gambar, video, dan file multimedia lainnya dapat diakses menggunakan web browser. Web pertama kali muncul pada awal tahun 1991 yang dikembangkan oleh Tim Berners-Lee. Pada tahun 1993, teknologi web menjadi teknologi yang bebas digunakan oleh siapa saja tanpa biaya apapun. Hal ini mendorong perkembangan penggunaan teknologi web dengan sangat pesat. Dalam pemanfaatan teknologi web tersebut, banyak standar yang digunakan diantaranya: HTML (Hyper Text Markup Language) atau XHTML (eXtended HTML), CSS (Cascading Style Sheets), URI (Uniform Resource Identifier), HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) [9].

2.2.3 Database

Database adalah kumpulan data yang terhubung secara logis beserta deskripsinya, dirancang untuk memenuhi kebutuhan informasi di dalam sebuah organisasi. Basis Data adalah sebuah penyimpanan data yang besar yang bisa digunakan oleh banyak pengguna dan departemen. Semua data terintegrasi dengan jumlah duplikasi yang minimum. Basis Data tidak lagi dipegang oleh satu departemen, tetapi dibagikan keseluruhan departemen pada perusahaan. Basis Data itu sendiri tidak hanya memegang data operasional organisasi tetapi juga penggambaran dari data tersebut [10].

Database sering didefinisikan sebagai kumpulan data yang terkait. Secara teknis, yang berada dalam sebuah *database* adalah sekumpulan tabel atau objek lain indeks, *view*, dan lain-

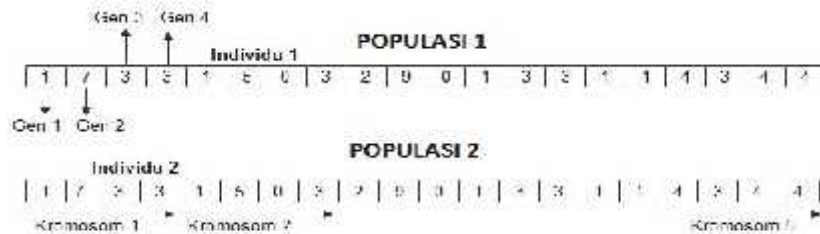
lain). Tujuan utama pembuatan *database* adalah untuk memudahkan dalam mengakses data. Data dapat ditambahkan, dihapus, atau dibaca dengan relative mudah dan cepat. Saat ini tersedia banyak perangkat lunak yang ditujukan untuk mengelola *database*[11].

2.2.4 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika merupakan sebuah algoritma yang menggunakan metode heuristik yang bersifat analog dengan proses evolusi alam dengan tahapan seleksi, *crossover* dan mutasi. Algoritma genetika merupakan algoritma yang mengadopsi teori seleksi alam. Algoritma ini dapat mengoptimumkan solusi dari berbagai permasalahan yang dihadapi, salah satunya adalah optimasi pada sistem penjadwalan [12]. Proses penerapan algoritma genetika dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangkitkan populasi awal

Dalam membangkitkan populasi awal terdapat beberapa entity yang kemudian disebut sebagai gen dalam pembentukan kromosom yaitu jam, hari, ruang, pengampu mata kuliah. Kumpulan kromosom ini kemudian membentuk sebuah individu.



Gambar 1 membentuk populasi awal

2. Evaluasi fitness

Evaluasi *fitness* bertujuan untuk mencari individu terbaik dalam populasi. Individu terbaik ditandai dengan nilai minimum penalti yang diberikan pada individu akibat adanya pelanggaran *hard constraint* dan *soft constraint* antar kromosom.

$$f_i = \frac{1}{1 + \sum P_i} \text{----- (1)}$$

Dimana
 f_i = fitness individu ke-i
 $\sum p_i$ = jumlah *penalty*

3. Seleksi Individu

Seleksi individu bertujuan untuk memperoleh calon induk yang mampu bertahan hidup.

$$Fitness_i = Populasi\ size - (i - 1) \text{----- (2)}$$

Dimana
 $Fitness_i$ = nilai fitness ke-i

4. *Crossover*

Proses *crossover* yang dipakai dalam penelitian ini adalah *random crossover*. Proses ini dimulai dengan membangkitkan bilangan bulat acak dari 0 sampai jumlah 1 sebanyak jumlah kromosom. Jikabilanganacak yang dibangkitkan lebih besar dari probabilitas *crossover*, maka kromosom yang bersangkutan mengalami proses pindah silang pada dua individu hasil seleksi.

Jika bilangan acak yang dibangkitkan pada kromosom lebih kecil dari probabilitas *crossover*, maka kromosom tersebut tidak terjadi proses *crossover*.

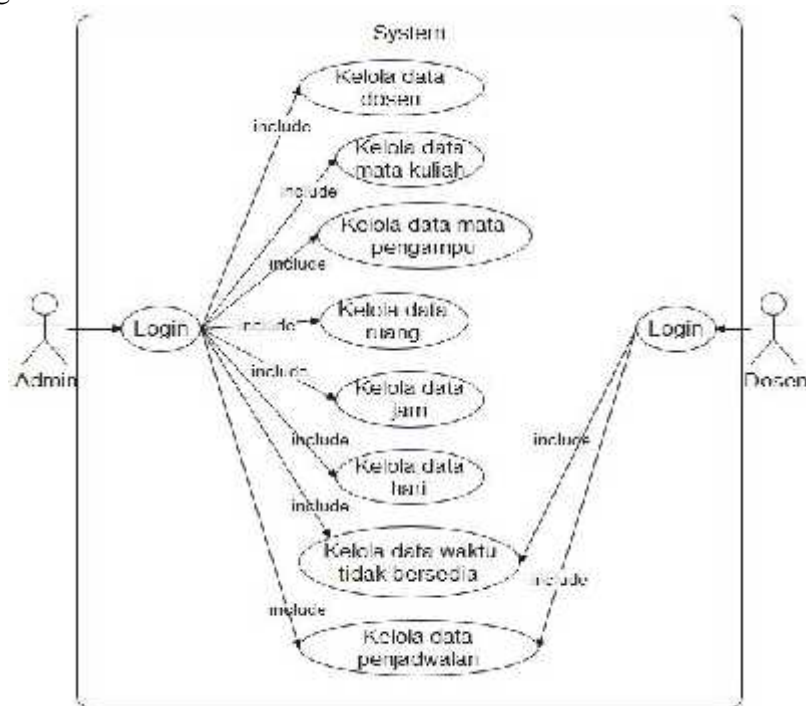
5. Mutasi

Proses mutasi adalah proses terjadinya perubahan materi genetik. Dalam penelitian ini materi genetik yang berperan dalam proses mutasi adalah gen hari, gen jam, gen ruang. Proses mutasi dilakukan dengan menetapkan probabilitas mutasi kemudian membangkitkan bilangan acak diantara 0 dan 1. Jika bilangan acak yang dibangkitkan melebihi probabilitas mutasi, maka gen yang bersangkutan mengalami proses mutasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Use case

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil percobaan sebaiknya ditampilkan dalam berupa grafik atau pun tabel. Untuk grafik dapat mengikuti format untuk diagram dan gambar



Gambar 2 use case diagram

Pada gambar 2 Use Case Diagram menunjukkan bahwa:

1. Aktor admin yang menangani pengolahan data penjadwalan:
 - a. Login yaitu kegiatan admin untuk login kedalam system
 - b. Kelola data dosen yaitu kegiatan admin untuk mengelola data dosen seperti menambah data dosen, mengubah maupun menghapus data dosen.
 - c. Kelola data mata kuliah yaitu kegiatan admin untuk menambahkan mata kuliah, mengubah mata kuliah dan menghapus mata kuliah
 - d. Kelola data pengampu yaitu kegiatan admin untuk menambah data mengajar bagi dosen hingga mengubah dan menghapus data pengampu.
 - e. Kelola data ruang yaitu kegiatan admin untuk mengelola ruang seperti menambah data ruang, mengubah data ruang dan menghapus data ruang.

- f. Kelola data jam yaitu kegiatan admin untuk menambah data jam, mengubah data jam serta menghapus data jam.
 - g. Kelola data hari yaitu kegiatan admin untuk menambah data hari dan menghapus data hari.
 - h. Kelola data waktu tidak bersedia yaitu kegiatan admin untuk menambah data waktu tidak bersedia bagi dosen dan menghapus data waktu tidak bersedia bagi dosen.
 - i. Kelola data penjadwalanyaitukegiatan admin untuk mengelola data penjadwalan sehingga tidak terjadi bentrok antar jadwal maupun ruangan.
2. Aktor user yaitu dosen yang dapat mengelola jadwal untuk masing-masing dosen yang login:
 - a. Login yaitu kegiatan user untuk login kedalam sistem
 - b. Kelola data waktu tidak bersedia yaitu kegiatan user untuk menambah data waktu tidak bersedia bagi dosen yang telah login menggunakan akun masing-masing
 - c. Kelola data penjadwalan yaitu kegiatan user yakni dosen untuk mengelola data penjadwalan sehingga mendapatkan jadwal yang tidak terjadi bentrok.

3.2 Implementasi Algoritma Genetika

3.2.1 Penentuan Data

Tabel1 Data jam

Waktu Mulai	Waktu Selesai
7.30	9.10
9.20	11.00
11.10	12.50
13.40	15.20
15.40	17.00

Tabel2Data Hari

Hari
Senin
Selasa
Rabu
Kamis
Jumat

Tabel 3 Data input

Data input	Jumlah
Banyaknya dosen	75 dosen
Banyaknya Ruangan	48 ruangan
Banyaknya mata kuliah	535 mata kuliah
Banyaknya Pertemuan	5 kali/hari

3.2.2Pengimplementasian Algoritma Genetika

1. Membentuk populasi awal

Tabel 4 populasi awal

No	Populasi 1					
	Dosen	Pengampu Mata kuliah	Kelas	Hari	Jam	Ruang
1	Dr. SyarifuddinMuhtamar, S.H., M.H	Pancasila Dan Kewarganegaraan	A	Rabu	11.00- 12.50	201
2	Amirah, S.T., M.T.	Elektronika	E	Selasa	7.30-	101

3	Nurlina, SKom., M.T.	Analog Algoritma dan pemrograman	B	Senin	9.10 9.20- 11.00	202
...
535	Nurlina, SKom., M.T.	Prak. Algoritma dan Pemrograman	F	Senin	9.20- 11.00	313

Populasi 2						
No	Dosen	Pengampu Mata kuliah	Kelas	Hari	Jam	Ruang
1	Dr. SyarifuddinMuhtamar, S.H., M.H	Pancasila Dan Kewarganegaraan	B	Rabu	11.00- 12.50	101
2	Amirah, S.T., M.T.	Elektronika Analog	C	Selasa	7.30- 9.10	101
3	Nurlina, SKom., M.T.	Algoritma dan pemrograman	B	Senin	9.20- 11.00	105
...
535	Nurlina, SKom., M.T.	Prak. Algoritma dan Pemrograman	D	Senin	9.20- 11.00	308

Populasi 3						
No	Dosen	Pengampu Mata kuliah	Kelas	Hari	Jam	Ruang
1	Dr. SyarifuddinMuhtamar, S.H., M.H	Pancasila Dan Kewarganegaraan	F	Rabu	11.00- 12.50	201
2	Amirah, S.T., M.T.	Elektronika Analog	E	Selasa	7.30- 9.10	101
3	Nurlina, SKom., M.T.	Algoritma dan pemrograman	C	Senin	9.20- 11.00	202
...
535	Nurlina, SKom., M.T.	Prak. Algoritma dan Pemrograman	H	Senin	9.20- 11.00	307

No	Populasi 4					
	Dosen	Pengampu Mata kuliah	Kelas	Hari	Jam	Ruang
1	Dr. SyarifuddinMuhtamar, S.H., M.H	Pancasila Dan Kewarganegaraan	A	Rabu	11.00- 12.50	204
2	Amirah, S.T., M.T.	Elektronika Analog	E	Selasa	7.30- 9.10	205
3	Nurlina, SKom., M.T.	Algoritma dan pemrograman	B	Senin	9.20- 11.00	210
...
535	Nurlina, SKom., M.T.	Prak. Algoritma dan Pemrograman	F	Senin	9.20- 11.00	310

No	Populasi 5					
	Dosen	Pengampu Mata kuliah	Kelas	Hari	Jam	Ruang
1	Dr. SyarifuddinMuhtamar, S.H., M.H	Pancasila Dan Kewarganegaraan	H	Rabu	11.00- 12.50	102
2	Amirah, S.T., M.T.	Elektronika Analog	E	Selasa	7.30- 9.10	104
3	Nurlina, SKom., M.T.	Algoritma dan pemrograman	D	Senin	9.20- 11.00	212
...
535	Nurlina, SKom., M.T.	Prak. Algoritma dan Pemrograman	C	Senin	9.20- 11.00	302

No	Populasi 6					
	Dosen	Pengampu Mata kuliah	Kelas	Hari	Jam	Ruang
1	Dr. SyarifuddinMuhtamar, S.H., M.H	Pancasila Dan Kewarganegaraan	A	Rabu	11.00- 12.50	201
2	Amirah, S.T., M.T.	Elektronika Analog	E	Selasa	7.30- 9.10	101

3	Nurlina, SKom., M.T.	Algoritma dan pemrograman	B	Senin	9.20-11.00	202
...
535	Nurlina, SKom., M.T.	Prak. Algoritma dan Pemrograman	F	Senin	9.20-11.00	313

2. Evaluasi Fitness

Tabel 5 Menentukan *Penalty*

Indiv krom	Individu 1				<i>Penalty</i>
	Kode Pengampu	Hari	Jam	Ruangan	
1	1	Kamis	11.10-12.50	308	
2	2	Selasa	11.10-12.50	B210	1
3	3	Jumat	07.30-09.10	B304	1
4	4	Senin	09.20-11.00	B110	1
...
535	535	Kamis	15.40-17.00	B303	

$$fitness = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n X_i} \dots\dots\dots (3)$$

$$fitness = \frac{1}{1 + (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n)} \dots\dots\dots (4)$$

$$fitness = \frac{1}{1 + (219)} \dots\dots\dots (5)$$

$$fitness = 0.004545455 \dots\dots\dots (6)$$

Tabel 6 Fitness masing-masing individu

No	Individu	Nilai Fitness
1	Individu 1	0.004545455
2	Individu 2	0.005025125
3	Individu 3	0.005208333
4	Individu 4	0.004878048
5	Individu 5	0.005347593
6	Individu 6	0.004629629

3. Seleksi

Tabel 7 Individu berdasarkan rank

No	Individu	Nilai Fitness
1	Individu 1	0.004545455
2	Individu 2	0.005025125
3	Individu 3	0.005208333
4	Individu 4	0.004878048
5	Individu 5	0.005347593

6 Individu 6 0.004629629

Tabel 8 Populasi terpilih

Individu Baru	Acak	<i>Fitness</i> =>acak	Populasi Terpilih
1	0.0052	0.005319149	Individu 5
2	0.0047	0.004878049	Individu 4
3	0.0051	0.005208333	Individu 2
4	0.004	0.004878049	Individu 4
5	0.005	0.005319149	Individu 5
6	0.0053	0.005319149	Individu 5

4. Crossover

tahapan proses crossover dengan menukarkan nilai gen hari, gen jam, dan gen ruang:

Individu 1:

No	Kode Pengampu	Hari	Jam	Ruang
1	1	Kamis	11.10-12.50	308

Individu 2:

No	Kode Pengampu	Hari	Jam	Ruang
491	491	Senin	07.30-09.10	B209

Maka hasil dari crossover antara individu 1 dan individu 2 adalah:

Child 1:

No	Kode Pengampu	Hari	Jam	Ruang
1	1	Senin	07.30-09.10	B209

Child 2:

No	Kode Pengampu	Hari	Jam	Ruang
491	491	Kamis	11.10-12.50	308

5. Mutasi

Proses mutasi kromosom dengan menukarkan nilai gen hari, waktu dan ruangan:

Kromosom1 *child* 1:

No	Kode Pengampu	Hari	Jam	Ruang
13	13	Kamis	15.40-17.00	B214

Kromosom2 *child* 1:

No	Kode Pengampu	Hari	Jam	Ruang
474	474	Jumat	13.40-15.20	B110

Hasil proses mutasi dari kedua kromosom diatas:

Kromosom2child 1:

No	Kode Pengampu	Hari	Jam	Ruang
13	13	Jumat	13.40-15.20	B110
		↓	↓	↓
No	Kode Pengampu	Hari	Jam	Ruang
474	474	Kamis	15.40-17.00	B214

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan penulis, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Algoritma Genetika dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan perkuliahan
2. Jumlah populasi, nilai probabilitas crossover, dan nilai probabilitas mutasi sangat mempengaruhi lamanya waktu dalam mendapatkan solusi optimal.
3. Lamanya proses pencarian solusi berbanding lurus dengan jumlah kromosom (dalam hal ini adalah data pengampu) dan jumlah ruang. Serta berbanding terbalik dengan jumlah waktu yang tersedia.
4. Semakin banyak kromosom (data pengampu) yang terbentuk, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai solusi dan juga semakin banyak ruang dan waktu yang tersedia maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai solusi.

5. SARAN

Adapun saran yang ingin penulis sampaikan yaitu untuk peneliti selanjutnya dapat mencoba dengan metode seleksi yang berbeda pada algoritma genetika sehingga tingkat akurasi yang didapatkan untuk hasil penjadwalan tersebut bisa menjadi tolak ukur agar penggunaan metode algoritma genetika dalam penjadwalan mata kuliah bisa maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pembimbing dan penguji yang telah membimbing kami dalam pengerjaan skripsi sehingga jurnal ini bisa dibuat. Serta Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada orang tua kami yang telah memberi dukungan moril maupun materiil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Akhmad Qashim, Muhammad Assidiq, 2016, "Penerapan Algoritma Genetika untuk Sistem Penjadwalan Kuliah", Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, (Online), Vol. 2 No. 1, April 2016.
- [2]. Suyanto, Algoritma Genetik dalam Matlab. Yogyakarta: Andi Offset, 2005.
- [3]. T. Widodo, Komputasi Evolusioner Algoritma Genetik Pemrograman Genetik dan Pemrograman Evolusioner. Yogyakarta: Graha, 2012.
- [4]. Tamsir, N.-, & Rusdi, W.-. (2015). Perancangan E-voting Berbasis Web pada Komisi Pemilihan Umum (KPU). SISITI: Seminar Ilmiah Sistem Informasi dan Teknologi

- Informasi, 4(2), Article 2. <https://www.ejurnal.dipanegara.ac.id/index.php/sisiti/article/view/58-68>
- [5].Lazarova, M. Dan Lepoeva, N. 2015. “A Web Based Framework for Solving Timetabling Problem Using Parallel Genetic Algorithm with Local Search, International Journal of Innovative Science” Vol. 2 Iss(10): 2348 – 7968.Reto Meier, 2019, “Professional Android 2 Application Development”, Jenson Books Inc, San Francisco.
- [6].Purwanto Simamora, Tulus,Fakhrudin R.Batubara, 2013, “Sistem Penjadwalan Kuliah Dengan Menggunakan Algoritma Genetika”, Universitas Sumatera Utara.
- [7].R. Arifuddin, 2012, “Optimasi Penjadwalan Proyek Dengan Penyeimbangan Biaya Menggunakan Kombinasi Cpm Dan Algoritma Genetika”,Jurnal Masyarakat Informatika,(Online),Vol 2 No. 4, pp, 1-14, Maret 2012, <https://media.neliti.com/media/publications/283824-penerapan-algoritma-genetika-untuk-siste-1a28da0c.pdf>, diakses 15 Desember 2021.
- [8].Assagaf, Agil, et al. "Membangun Sistem Informasi Penjadwalan dengan Metode Algoritma Genetika pada Laboratorium Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Maluku Utara." Jurnal Ilmiah Ilkominfo, vol. 1, no. 2, 31 Jul. 2018.
- [9].Irmawati, Nurdiansah, &Tamsir, N. (2021). SistemInformasiPemesananTiketBerbasis Web Pada PT CarakaTravelindo Makassar.SISITI:Seminar IlmiahSistemInformasi Dan TeknologiInformasi, 10(2), 1–10.
- [10]. Sujana, C., &Darmansyah, D. (2018). Analisa Dan Perancangan Sistem Penjualan Barang Berbasis Web Pada PT. Asia Tiara. JurnalInterkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi, 12(4), 33–39. <https://doi.org/10.35969/interkom.v12i4.16>
- [11]. Muharram, M. K., Ariachandra, Z., Wisnuadhi, B., & Munawar, G. (2021). Analisis Pengaruh Arsitektur MVVM dan MVP pada Performa Database GreenDao. 9.
- [12]. Verdi Yasin, S.kom.,M.Kom ,2012,“REKAYASA PERANGKAT LUNAK BERORIENTASI OBJEK”, Mitra wacana media.