

Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Sidang dan Seminar IIB Darmajaya

Anggi Andriyadi¹, Halimah², Dona Yuliawati³, Sushanty Saleh⁴

^{1,2,3,4}Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya

¹anggi.andriyadi@darmajaya.ac.id

²halimahyunus@darmajaya.ac.id

³donayuliawati@darmajaya.ac.id

⁴sushantysaleh@darmajaya.ac.id

Abstract

Genetic algorithm is a semiheuristic algorithm to solve a problem with an optimal solution. The genetic algorithm uses the concept of genetics and permutations of genes and body DNA of living things, where when a living thing reproduces, there will be a cross process between genes and mutation changes, so that it will produce a new individual that is better than the parent individual. Genetic algorithms work like the reproductive method, where solutions to a problem will be collected and then crossed to get the best solution to a given problem. Genetic algorithms have been widely used for decision-making systems, scheduling, finding the shortest distance and other problems with an accuracy rate above 88%, so it is optimal enough to be applied to the problems of scheduling seminars and thesis trials experienced by study programs at the Institute of Informatics and Business (IIB). Darmajaya. Scheduling of seminars and proposals is still done manually, so there are frequent redundancies and schedule conflicts. So there are students who get two seminar schedules or the same proposal, or get a schedule that coincides with the schedules of other students, so the schedule issued is not optimal. This study will answer how genetic algorithms can be optimized to solve scheduling problems, by issuing an automatic scheduling system product using genetic algorithms.

Keywords: Genetic Algorithm; Semiheuristics; Scheduling

Abstrak

Algoritma genetika merupakan sebuah algoritma semiheuristik untuk memecahkan sebuah masalah dengan solusi yang optimal. Algoritma genetika menggunakan konsep genetika dan permutasi gen dan dna tubuh makhluk hidup, dimana ketika sebuah makhluk hidup bereproduksi, maka akan terjadi proses silang antar gen dan perubahan mutase, sehingga akan menghasilkan individu yang baru yang lebih baik daripada individu induknya. Algoritma genetika bekerja seperti metode reproduksi tersebut, dimana solusi terhadap sebuah masalah akan dikumpulkan lalu disilangkan untuk mendapatkan solusi yang terbaik terhadap suatu masalah yang dikemukakan. Algoritma genetika telah banyak digunakan untuk sistem pengambilan keputusan, penjadwalan, pencarian jarak terdekat dan masalah lainnya dengan tingkat akurasi diatas 88%, sehingga cukup optimal untuk diterapkan pada permasalahan penjadwalan seminar dan sidang skripsi yang dialami oleh program studi di Institut Informatika dan Bisnis (IIB) Darmajaya. Penjadwalan seminar dan proposal masih dilakukan secara manual, sehingga sering terjadi redudansi dan perbenturan jadwal. Sehingga ada mahasiswa yang mendapatkan dua jadwal seminar atau proposal yang sama, atau mendapatkan jadwal yang bersamaan dengan jadwal mahasiswa lainnya, sehingga jadwal yang dikeluarkan tidak optimal. Penelitian ini akan menjawab bagaimana algoritma genetika dapat dioptimalkan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan, dengan mengeluarkan produk sistem penjadwalan otomatis dengan menggunakan algoritma genetika.

Kata Kunci: Algoritma Genetika; Semiheuristik; Penjadwalan

1. PENDAHULUAN

Penerapan Algoritma genetika sendiri adalah untuk optimasi pemecahan masalah seperti pencarian jarak terdekat, sistem pengambilan keputusan, juga digunakan untuk metode penjadwalan yang kompleks. Kelebihan dari

algoritma genetika adalah kesederhanaan dan kemampuan penyelesaian masalah yang rumit. Algoritma genetika sangat berguna dan efisien untuk masalah dengan karakteristik sebagai berikut :

- a. Ruang masalah sangat besar, kompleks dan sulit dipahami.
- b. Kurang atau bahkan tidak ada pengetahuan yang memadai untuk merepresentasikan masalah ke dalam ruang pencarian yang lebih sempit.
- c. Tidak tersedianya analisis matematika yang memadai.
- d. Ketika metode-metode konvensional tidak mampu lagi menyelesaikan masalah yang dihadapi.
- e. Solusi yang diharapkan tidak selalu bagus, tapi yang paling optimal
- f. Terdapat Batasan waktu dalam sistem waktu nyata

Penjadwalan seminar proposal skripsi dan sidang mahasiswa Institut Informatika dan Bisnis (IIB) Darmajaya memiliki tingkat kompleksitas tinggi. Berdasarkan pengalaman yang dihimpun dari program studi di IIB Darmajaya, didapatkan masalah yang sering terjadi adalah penjadwalan seminar yang sulit untuk disusun sehingga mengakibatkan berbenturan jadwal antar mahasiswa. sehingga, sering terjadi 1 atau 2 dosen pembahas atau pembimbing, harus menguji 2 mahasiswa atau lebih dalam 1 waktu yang bersamaan.

Contoh penerapan penelitian sebelumnya pada algoritma genetika untuk optimasi penjadwalan adalah seperti optimasi penjadwalan mata pelajaran yang ditulis oleh Suwiryanti dalam penelitiannya di tahun 2016 (Suwiryanti et al., 2016). penerapan algoritma genetika pernah dilakukan untuk penjadwalan ujian yang pernah ditulis oleh Kurnia tahun 2006, (Kurnia et al., 2006). Luaran penelitian yang kami targetkan dalam penelitian ini, kami dapat menerapkan sistem informasi penjadwalan otomatis jadwal seminar dan sidang dengan memanfaatkan dan mengoptimalkan algoritma genetika, sehingga masalah jadwal yang berbenturan dapat diminimalisir dengan baik. Luaran sistem yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk keperluan program studi di IIB Darmajaya untuk lebih mudah menyusun jadwal seminar dan sidang mahasiswa secara otomatis, cepat dan optimal, tanpa harus menyusunnya secara manual. Penjadwalan Seminar Proposal dan Sidang Skripsi selalu menemui masalah yang sama yaitu jadwal paralel yang saling berbenturan dengan jadwal lainnya. Sehingga sering terjadi keluhan dengan mahasiswa dan dosen penguji dan pembimbing yang akan melaksanakan program sidang.

2. KERANGKA TEORI

2.1. Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan suatu metode heuristik yang dikembangkan berdasarkan prinsip genetika dan proses seleksi alamiah Teori Evolusi Darwin. Metode optimasi dikembangkan oleh John Holland sekitar tahun 1960-an dan dipopulerkan oleh salah seorang mahasiswanya, David Goldberg pada tahun 1980- an. Proses pencarian penyelesaian atau proses terpilihnya sebuah penyelesaian dalam algoritma ini berlangsung seperti terpilihnya suatu individu untuk bertahan hidup dalam proses evolusi (Zainuddin Zukhri, 2014). Tiga aspek yang penting untuk penggunaan algoritma genetika (Ratulangi et al., 2019).

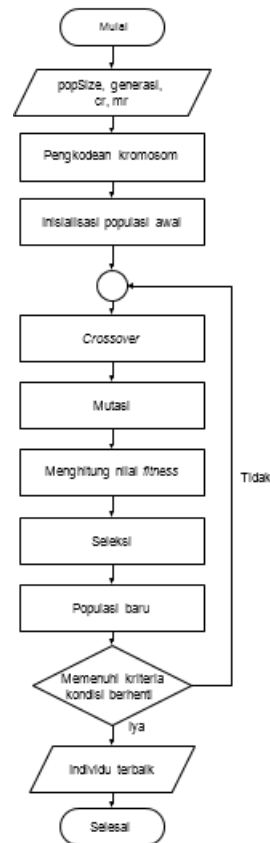
- a. Definisi fungsi *fitness*
- b. Definisi dan implementasi representasi genetic
- c. Definisi dan implementasi operasi genetik, jika ketiga aspek diatas telah didefinisikan, algoritma genetika akan bekerja dengan baik

2.1.1. Siklus Algoritma

Siklus algoritma dalam penyelesaian permasalahan optimasi penjadwalan seminar dan sidang menggunakan algoritma genetika adalah sebagai berikut:

- a. Memasukkan parameter algoritma genetika yang digunakan yaitu antara lain ukuran populasi (*popSize*), banyaknya generasi (*generasi*), *crossover rate* (*cr*), dan *mutation rate* (*mr*).
 - b. Melakukan pengkodean kromosom dengan menggunakan representasi kromosom bilangan *integer* yang sesuai dengan porsi yang telah ditentukan.
 - c. Membangkitkan populasi awal secara acak sesuai dengan ukuran populasi yang telah ditentukan.
 - d. Melakukan proses reproduksi, yaitu yang pertama dengan cara *crossover* dengan memilih dua *parent* secara acak lalu menentukan titik potongnya dan menghasilkan *child*. Metode *crossover* yang digunakan adalah *one cut-point crossover*.
 - e. Melakukan proses reproduksi, yaitu yang kedua dengan cara mutasi dengan cara memilih dua gen pada kromosom yang telah terpilih secara acak untuk dilakukan proses mutasi, kemudian ditukarkan nilai gennya tersebut dan menghasilkan *child*. Metode mutasi yang digunakan adalah *reciprocal exchange mutation*.
 - f. Melakukan perhitungan nilai *fitness* pada masing-masing individu.
-

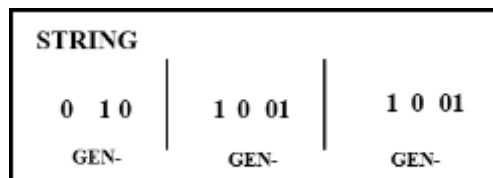
- g. Melakukan evaluasi dengan cara seleksi dengan memilih suatu individu sebanyak jumlah populasi gabungan dari individu dan *child* hasil proses *crossover* dan mutasi untuk dapat berlanjut pada iterasi selanjutnya berdasarkan nilai *fitness* tertinggi sampai terendah sesuai dengan jumlah populasi.
- h. Apabila telah memenuhi kriteria kondisi berhenti, maka proses iterasi akan berhenti dan dihasilkan solusi terbaik yaitu suatu individu yang memiliki nilai *fitness* tertinggi. Namun, apabila kriteria kondisi berhenti belum terpenuhi, maka proses iterasi akan terus berlanjut



Gambar 1. Flowchart

2.1.2 Penyandian

Untuk memudahkan dalam penelitian, kami akan menggunakan tehnik penyandian biner. Teknik penyandian disini meliputi penyandian gen dari kromosom. Gen merupakan bagian dari kromosom. Satu gen biasanya akan mewakili satu variable. Gen dapat direpresentasikan dalam bentuk: *string bit*, *pohon*, *array* bilangan real, daftar aturan, elemen permutasi, elemen program genetika. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Penyandian

Demikian juga, kromosom dapat direpresentasikan dengan menggunakan: (Sri Kusumadewi, 2003)

1. String bit: 011, 01101, 11101, dst.
2. Bilangan Real :65.65,-67.98. 562.88,dst.
3. Elemen Program: pemrograman genetika

2.1.3 Operator Genetika

Algoritma genetika merupakan proses pencarian yang heuristic dan acak sehingga penekanan pemilihan operator yang digunakan sangat menentukan keberhasilan algoritma genetik dalam menemukan solusi optimum suatu masalah yang diberikan. Hal yang harus diperhatikan adalah menghindari terjadinya konvergensi *premature*, yaitu mencapai solusi optimum yang belum waktunya, dalam arti bahwa solusi yang diperoleh adalah hasil optimum lokal. Operator genetika yang digunakan setelah proses evaluasi tahap pertama membentuk populasi baru dari generasi sekarang. Operator - operator tersebut adalah operator seleksi, *crossover* dan mutasi. (Sri Kusumadewi, 2003).

2.1.4 Seleksi

Seleksi bertujuan memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang paling *fit*. Langkah pertama dalam seleksi ini adalah pencarian nilai *fitness*. Masing-masing individu dalam suatu wadah seleksi akan menerima probabilitas reproduksi yang tergantung pada nilai objektif dirinya sendiri terhadap nilai objektif dari semua individu dalam wadah seleksi tersebut. Nilai *fitness* inilah yang nantinya akan digunakan pada tahap seleksi berikutnya. (Sri Kusumadewi, 2003)

Kemampuan algoritma genetik untuk memproduksi kromosom yang lebih baik secara progresif tergantung pada penekanan selektif (*selective pressure*) yang diterapkan ke populasi. Penekanan selektif dapat diterapkan dalam dua cara. Cara pertama adalah membuat lebih banyak kromosom anak yang dipelihara dalam populasi dan memilih hanya kromosom-kromosom terbaik bagi generasi berikut.

Walaupun orang tua dipilih secara acak, metode ini akan terus menghasilkan kromosom yang lebih baik berhubungan dengan penekanan selektif yang diterapkan pada individu anak tersebut. Cara lain menerapkan penekanan selektif adalah memilih orang tua yang lebih baik ketika membuat keturunan baru. Dengan metode ini, hanya kromosom sebanyak yang dipelihara dalam populasi yang perlu dibuat bagi generasi berikutnya. Walaupun penekanan selektif tidak diterapkan ke level keturunan, metode ini akan terus menghasilkan kromosom yang lebih baik, karena adanya penekanan selektif yang diterapkan ke orangtua.

2.1.5 Crossover

Crossover (perkawinan silang) bertujuan menambah keanekaragaman string dalam populasi dengan penyilangan antar-string yang diperoleh dari sebelumnya. (Hasan et al., 2018) Beberapa jenis crossover tersebut adalah:

a. Crossover 1-titik

Pada *crossover* dilakukan dengan memisahkan suatu string menjadi dua bagian dan selanjutnya salah satu bagian dipertukarkan dengan salah satu bagian dari string yang lain yang telah dipisahkan dengan cara yang sama. (Judah Suryaputra et al., 2018) Proses yang demikian dinamakan operator *crossover* satu titik seperti diperlihatkan pada gambar berikut:

Kromosom Parent 1	11001011
Kromosom Parent 2	11011111
Keturunan	11001111

Gambar 3. Crossover 1 Titik

b. Crossover 2-titik

Proses *crossover* ini dilakukan dengan memilih dua titik *crossover*. Kromosom keturunan kemudian dibentuk dengan barisan bit dari awal kromosom sampai titik *crossover* pertama disalin dari orang tua pertama, bagian dari titik *crossover* pertama dan kedua disalin dari orang tua kedua, kemudian selebihnya disalin dari orang tua pertama lagi. (Judah Suryaputra et al., 2018)

Kromosom Parent 1	11001011
Kromosom Parent 2	11011111
Keturunan	11011111

Gambar 4. Crossover 2-titik

c. *Crossover 2-seragam*

Crossover seragam menghasilkan kromosom keturunan dengan menyalin bit-bit secara acak dari kedua orangtuanya. (Judah Suryaputra et al., 2018)

Kromosom Parent 1	11001011
Kromosom Parent 2	11011111
Keturunan	11011111

Gambar 5. Crossover 2- Seragam

2.1.6 Sistem Informasi

2.1.6.1 Sistem

Sistem adalah sekelompok komponen dan elemen yang digabungkan menjadi satu untuk mencapai tujuan tertentu. Sistem berasal dari bahasa latin yaitu (*systema*) dan bahasa yunani yaitu (*sustema*) adalah suatu kesatuan yang terdiri dari komponen dan elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi untuk mencapai suatu tujuan. Istilah ini sering digunakan untuk menggambarkan suatu set entitas yang berinteraksi, dimana suatu model matematika sering kali bisa dibuat. Sistem adalah suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, terkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk tujuan tertentu

2.1.4.2 Informasi

Informasi merupakan hasil dari pengolahan data, akan tetapi tidak semua hasil dari pengolahan bisa menjadi informasi, hasil pengolahan data yang tidak memberikan makna atau arti serta tidak bermanfaat bagi seseorang bukanlah merupakan informasi bagi orang tersebut. Dari uraian tentang informasi ada 3 hal penting yang harus diperhatikan yaitu sebagai berikut:

- Informasi merupakan hasil pengolahan data
- Memberikan makna atau arti
- Berguna atau bermanfaat dalam meningkatkan kepastian

2.2. Istilah Algoritma Genetika

Gen adalah sebuah satuan variable solusi yang bisa berupa nilai biner, float, integer maupun karakter, atau juga kombinatorial. Individu adalah satu nilai atau keadaan yang menyatakan salah satu kemungkinan solusi dari permasalahan yang diangkat.

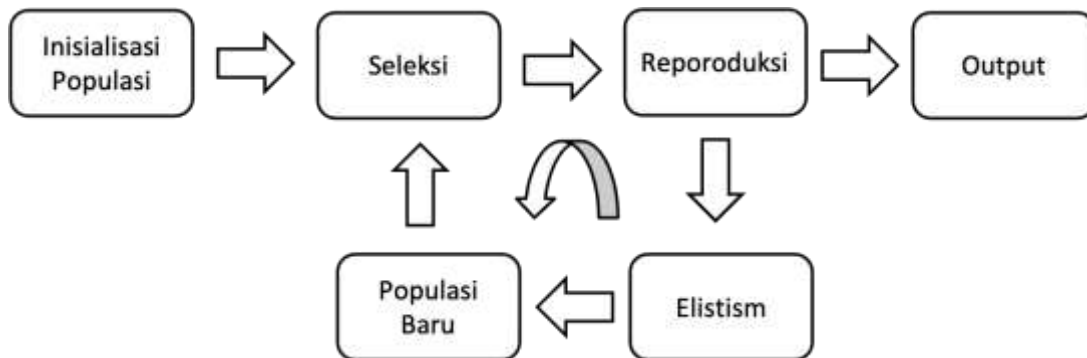
Fitness adalah sebuah nilai kualitas dari suatu kromosom. Semakin baik nilai fitness, maka semakin menunjukkan kualitas dari hasil solusi yang dibangkitkan.

Offspring adalah keturunan dari dua induk individu yang kita reproduksi dengan operator di algoritma genetika.

Population Size atau *Pop_Size* adalah jumlah kromosom atau individu yang dibangkitkan.

3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah penjadwalan seminar dan sidang mahasiswa, dimana algoritma ini menggunakan prinsip dari reproduksi makhluk hidup untuk prosesnya. Algoritma genetika memiliki tahapan sebagai berikut:



Gambar 6. Proses Algoritma Genetika

Berdasarkan algoritma tersebut, maka tahapan dalam penyelesaian masalah penjadwalan seminar dan sidang skripsi mahasiswa akan dilakukan kedalam 5 tahapan sebagai berikut:

- a. Inisialisasi populasi
Prosedur algoritma genetika dimulai dengan inisialisasi populasi. Populasi merupakan kumpulan individu yang merupakan bagian dari semua kemungkinan solusi yang dapat memecahkan masalah yang diberikan. Individu yang telah dibangkitkan, kemudian dievaluasi untuk menentukan nilai fitnessnya.
- b. Seleksi
Seleksi digunakan dalam menyeleksi individu yang akan dipilih sebagai Induk dalam proses reproduksi. Metode seleksi yang sering digunakan adalah Roulette Wheel Selection, Tournament Selection, dan rank based selection.
Probabilitas seleksi
Probabilitas seleksi digunakan untuk menyeleksi individu terbaik yang akan dipilih untuk menjadi induk.
- c. Crossover
Crossover adalah proses persilangan dua kromosom untuk menghasilkan individu baru yang diharapkan lebih baik dari induknya.
- d. Mutasi
Mutasi digunakan untuk meningkatkan variasi populasi. Hal ini bertujuan untuk menjaga keragaman dalam populasi dan mencegah konvergensi dini.

Mutasi merupakan operasi individu karena hanya dibutuhkan satu individu untuk melakukan operasi ini. Dengan kata lain, dia berevolusi dengan sendirinya.
- e. Elitisme
Elitisme adalah proses penggantian kromosom fitness terburuk, dengan keturunan baru yang lebih baik, yang dihasilkan dari dua kromosom induk yang dikawinkan sebelumnya.

Rumus Fitness

Dimana X_i adalah jumlah penalty yang ada pada setiap kromosom. Nilai penalti didapat jadwal yang tabrakan dengan jadwal lain.

$$X_i = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$$

Pelanggaran penalti yang akan dikumpulkan:

1. Satu dosen penguji menguji di dua atau lebih jadwal yang sama
2. Satu dosen pembimbing menguji di dua atau lebih jadwal yang sama.
3. Satu atau dua ruangan dipakai bersamaan oleh dua jadwal atau lebih di tanggal dan jam yang sama.
4. Ada jadwal yang sama

Rumus Probabilitas Seleksi

Rumus nilai probabilitas seleksi yang digunakan pada kasus ini adalah sebagai berikut:

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

$i = 1,2,3, \dots, n$
 p_i = Nilai Probabilitas Seleksi
 f_i = Nilai fitness Tiap Populasi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Inisialisasi Populasi

Pada tahap pertama penelitian ini adalah melakukan pembangkitan populasi acak yang dihasilkan pada tabel 1 berikut. Tabel dibangkitkan sebanyak n variabel.

Populasi 1							
No	Hari	Jam	Kelas	Dosen Pembimbing	Dosen Pembahas 1	Dosen Pembahas 2	Judul Skripsi
1	Senin	08.00	A	Dosen 3	Dosen 4	Room 1	Judul 1
2	Selasa	09.00	C	Dosen 2	Dosen 5	Room 1	Judul 2
3	Rabu	10.00	D	Dosen 5	Dosen 3	Room 2	Judul 3
n..300	Rabu	09.00	A	Dosen 3	Dosen 7	Room 5	Judul 4
Populasi n..							
No	Hari	Jam	Kelas	Dosen Pembimbing	Dosen Pembahas 1	Dosen Pembahas 2	Judul Skripsi
1	Senin	08.00	A	Dosen 3	Dosen 4	Room 1	Judul 1
2	Selasa	09.00	C	Dosen 2	Dosen 5	Room 1	Judul 2
3	Rabu	10.00	D	Dosen 5	Dosen 3	Room 2	Judul 3
n..300	Rabu	09.00	A	Dosen 3	Dosen 7	Room 5	Judul 4

Gambar 7. Inisialisasi Populasi

Seleksi Pertama

Selanjutnya dilakukan seleksi menggunakan rumus (1), yang didasarkan pada penalti dari jadwal yang bertabrakan. Jika hasil fitness sama dengan 1 maka jadwal sudah optimum sebaliknya jika tidak sama dengan 1 maka iterasi akan terus berlanjut hingga fitness pada setiap individu sama dengan 1.

Hasil Seleksi Pertama

$$fitness = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n x_i}$$

$$fitness = \frac{1}{1 + (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)}$$

$$fitness = \frac{1}{1 + (2 + 3 + 1 + \dots + 5)}$$

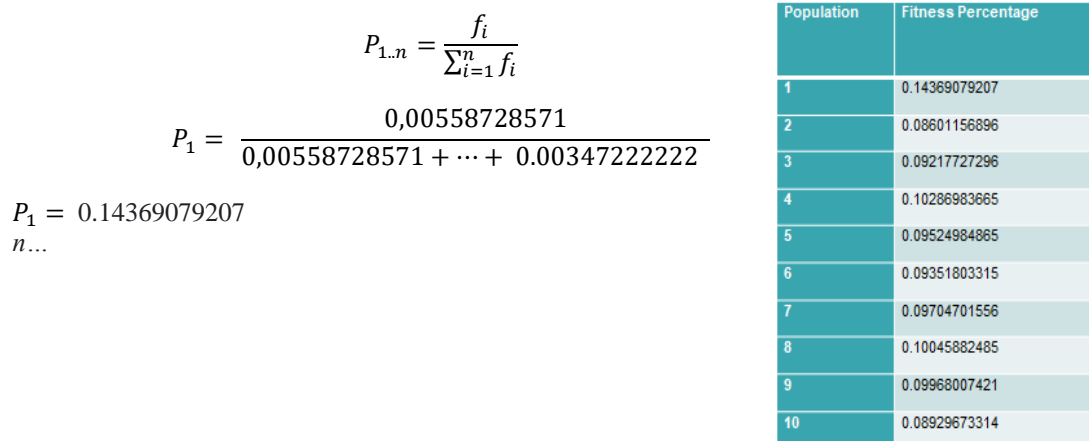
$$fitness = \frac{1}{1 + (280)} = 0.0055872$$

Population	Fitness
1	0.0055872857
2	0.0033444816
3	0.00358422939
4	0.004
5	0.0037037037
6	0.00363636363
7	0.0037735849
8	0.00390625
9	0.00387596899
10	0.00347222222

Gambar 8. Hasil Seleksi Pertama

Seleksi Kedua Dengan Roulette Wheel

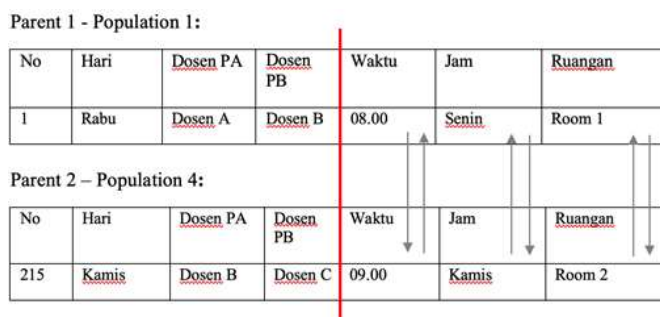
Hasil seleksi sebelumnya akan diseleksi kembali dengan sistem roulette wheel yang menggunakan rumus (2). Berikut hasilnya.



Gambar 9. Hasil Seleksi Kedua

Reproduksi - (Crossover)

Dua dari populasi dengan fitness tertinggi dari seleksi dengan roulette wheel, akan direproduksi dengan menggunakan operator crossover dan mutasi berikut samplanya.



Gambar 10. Reproduksi (Crossover)

Reproduksi - (Mutasi)

Setelah melakukan *crossover*, akan dilakukan mutasi. untuk menukar genotipe waktu dan tanggal dari populasi 1 dan populasi 4, seperti:



Gambar 11. Reproduksi (Mutasi)

Populasi baru

Setelah dilakukan Reproduksi, maka akan menghasilkan keturunan baru yang bisa menjadi solusi baru untuk penjadwalan. Proses akan terus berlangsung sampai nilai penalty menjadi 0, dan menghasilkan jadwal tanpa tabrakan.

IMPLEMENTASI PROGRAM

Berikut implementasi Genetika pada sistem yang dibangun.



Gambar 12. Tampilan Penjadwalan



Gambar 13. Tampilan Proses Genetika

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penerapan algoritma genetika penjadwalan seminar proposal dan sidang skripsi adalah penerapan sistem informasi penjadwalan otomatis jadwal seminar dan sidang dengan memanfaatkan dan mengoptimalkan algoritma genetika, sehingga masalah jadwal yang berbenturan dapat diminimalisir dengan baik.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa Sistem Penjadwalan Seminar Proposal dan Sidang Skripsi dapat mempercepat proses kegiatan penjadwalan dan dengan adanya informasi yang didapatkan dari web mempermudah mahasiswa dan dosen untuk mengetahui jadwal yang telah di ajukan, dan daftar jadwal menguji bagi dosen. Dengan diterapkannya Algoritma Genetika pada sistem penjadwalan seminar proposal dan sidang skripsi, proses kesalahan dan keterlambatan dapat diminimalisir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada IBI Darmajaya dan Bagian LP2M yang telah memberi pendanaan dalam penelitian ini, sehingga artikel ilmiah ini dapat diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Admi Syarif. (2014). *Algoritma Genetika - Teori dan Aplikasi Edisi 2* (2nd ed., Vol. 2). Graha Ilmu.
- Andriyadi, A., & Halimah, H. (2022). Optimasi Algoritma Genetika dalam Perancangan Sistem Informasi Penjadwalan Seminar dan Sidang Skripsi Mahasiswa Institut Informatika dan Bisnis (IIB) Darmajaya. *TEKNIKA*, 16(1), 133-140.
- Hasan, U., Iman Hermanto, T., & Rafi Muttaqin, M. (2018). Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika Di STT Wastukencana Purwakarta. *Jurnal Teknologi Dan Informasi (JATI)* , 8(2), 108–119. <https://doi.org/https://doi.org/10.34010/jati.v8i2.1040>
- Judah Suryaputra, Chairisni Lubis, & Tri Sutrisno. (2018). Pemilihan Crossover pada Algoritma Genetika Untuk Program Aplikasi Pengenalan Karakter Tulisan Tangan. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi (JIKSI)*, 6(1), 69–72. <https://journal.untar.ac.id/index.php/jiksi>
- Kurnia, N., Wayan, M., Mahmudy, F., & Matematika, J. (2006). *Optimasi Penjadwalan Ujian Menggunakan Algoritma Genetika*. 2(2), 1–8.
- Nining Suryani, & Evy Priyanti. (2019). Optimasi Naïve Bayes Dan Algoritma Genetika Untuk Prediksi Penerimaan Beasiswa Pendidikan Pada SMP Utama. *Jurnal Teknik Komputer Amik BSI*, V(2), 189–196. <https://doi.org/10.31294/jtk.v4i2>
- Permadi, I., & Subanar. (2010). Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Penjadwalan Tebangan Hutan (Applying of Genetic Algorithm for Scheduling Optimization Cuts Away Forest). *JUITA*, 1, 19–27.
- Ratulangi, D. R. G., Balai, S., & Sulawesi, W. S. (2019). Penerapan Algoritma Genetika Untuk Optimasi Penawaran Biaya Pekerjaan Konstruksi Dengan Bantuan Software Matlab. In *Jurnal Ilmiah Media Engineering* (Vol. 9, Issue 1).
- Sarwadi, & Anjar KSW. (2004). Algoritma Genetika untuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing. *Jurnal Matematika Dan Komputer*, 7(2), 1–10.
- Sri Kusumadewi. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)* (Graha Ilmu, Ed.; 1st ed.). Graha Ilmu.
- Suwirmayanti, N. L. G. P., Sudarsana, I. M., Darmayasa, S., No, S. S. B. J. R. P., Denpasar, R., & Komputer, P. S. S. (2016). Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Mata Pelajaran. *Journal of Applied Intelligent System*, 1(3), 220–233. <https://doi.org/10.33633/JAIS.V1I3.1255>
- Zainuddin Zuhri. (2014). *Algoritma genetika: Metode komputasi evolusioner untuk menyelesaikan masalah optimasi / Zainuddin Zuhri* (1st ed., Vol. 1). Andi Publisher. <https://library.unismuh.ac.id/opac/detail-opac?id=9041>
-