

PERBANDINGAN ALGORITMA GENETIKA DENGAN ALGORITMA STEEPEST ASCENT HILL CLIMBING UNTUK OPTIMASI PENJADWALAN KULIAH

Luh Putu Sri Ardiyani¹

Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Ganesha

email: sri.ardiyani@undiksha.ac.id

Abstrak

Penjadwalan mata kuliah mutlak harus ada dan sangat penting dalam suatu universitas karena sudah menjadi dasar agar agenda perkuliahan berjalan dengan lancar. Banyak kendala yang dihadapi ketika membuat penjadwalan mata kuliah seperti banyaknya jadwal mata kuliah yang harus disusun, jumlah ruangan yang terbatas, dan kesanggupan dosen untuk mengajar pada jadwal tertentu, sehingga dapat menyebabkan bentroknya jadwal mata kuliah. Dengan adanya masalah penjadwalan mata kuliah maka perlu penjadwalan secara otomatis yang menggunakan berbagai macam metode diantaranya metode algoritma genetika dan algoritma steepest ascent hill climbing. Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan algoritma genetika dan algoritma steepest ascent hill climbing untuk optimasi penjadwalan kuliah karena kedua algoritma ini fleksibel dan sangat cocok digunakan untuk memecahkan masalah yang memiliki banyak solusi untuk dapat dipilih solusi yang paling baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui algoritma mana yang mempunyai kinerja komputasi (kecepatan waktu eksekusi) dan hasil yang lebih baik dalam menyelesaikan masalah penjadwalan mata kuliah. Data yang digunakan diambil dari Program Studi S1 Akuntansi Fakultas Ekonomi Universitas Ganesha pada semester gasal tahun akademik 2020/2022. Berdasarkan coba yang telah dilakukan tanpa menggunakan soft dan hard constraint penjadwalan dengan menggunakan algoritma genetika dan algoritma steepest ascent hill climbing sama-sama mampu melakukan penjadwalan tanpa adanya bentrok jadwal. Dari semua uji coba yang dilakukan dengan menggunakan soft dan hard constraint maupun tidak, didapatkan hasil bahwa pejadwalan dengan algoritma steepest ascent hill climbing lebih efisien sebesar 43,995% daripada algoritma genetika. Berdasarkan uji coba 5 dan 6 yang dilakukan maka didapatkan hasil bahwa penjadwalan dengan algoritma steepest ascent hill climbing semakin banyak soft dan hard constraint yang terjadi maka hasil jadwal yang didapatkan terjadi bentrok karena terdapat mata kuliah yang tidak muncul akibat tidak terpenuhinya soft dan hard constraint sementara algoritma genetika dengan kondisi beberapa kali uji coba dengan inputan soft dan hard constraint masih tetap mampu melakukan penjadwalan tanpa adanya bentrok jadwal dengan hasil yang akurat.

Kata kunci: Penjadwalan, Optimasi, Algoritma Genetika, Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing

Abstract

Course scheduling absolutely must exist and is very important in a university because it has become the basis for the lecture agenda to run smoothly. teach on a certain schedule, so that it can cause a clash of course schedules. With the problem of scheduling courses, it is necessary to schedule automatically using various methods including the genetic algorithm method and the steepest ascent hill climbing algorithm. In this study, a comparison of the genetic algorithm and the steepest ascent hill climbing algorithm for optimizing lecture schedule will be carried out because these two algorithms are flexible and very suitable to be used to solve problems that have many solutions to choose the best solution. which one has better computational performance (execution time) and better results in solving course scheduling problems. The data used was taken from the Accounting S1 Study Program, Faculty of Economics, Ganesha University in the odd semester of the 2020/2021 academic year because this study program has a large number of students, the number of rooms is limited and the making of lecture schedules still uses the manual method using Microsoft Excel. Based on the experiments that have been carried out without using soft and hard constraints, scheduling using genetic algorithms and the steepest ascent hill climbing algorithm are both capable of scheduling without scheduling conflicts. From all trials conducted using soft and hard constraints or not, it was found that scheduling with the steepest ascent hill climbing algorithm was 43.995% more efficient than the genetic algorithm. Based on trials 5 and 6 carried out, it was found that the scheduling with the steepest ascent hill climbing algorithm the more soft and hard constraints that occur,

the results obtained schedule clashes because there are courses that do not appear due to the non-fulfillment of soft and hard constraints while the algorithm genetics with the condition of several trials with soft and hard constraint inputs are still able to schedule schedules without clashing schedules with accurate results.

Keywords : Scheduling, Optimization, Genetic Algorithm, Hill Climbing Rock Climbing Algorithm

Diterima Redaksi: 04-01-2022 | Selesai Revisi: 15-03-2022 | Diterbitkan Online: 31-03-2022
DOI: <http://dx.doi.org/10.23887/janapati.v11i1.43172>

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin maju memberikan banyak kemudahan serta fasilitas dalam kehidupan manusia termasuk di dalam dunia pendidikan khususnya perkuliahan [1]. Dalam suatu universitas, tentunya tidak terlepas dari kegiatan belajar mengajar (KBM). Sebelum melakukan proses KBM, lembaga pendidikan selalu melakukan penyusunan jadwal kuliah dengan memperhatikan segala aspek pendukung kegiatan tersebut. Untuk itu kampus wajib menyediakan sistem layanan penjadwalan kuliah yang mampu memberikan pelayanan secara interaktif kepada mahasiswa.

Penjadwalan mata kuliah sangat penting dalam setiap pembelajaran yang dilaksanakan didalam kelas. Hal ini mutlak harus ada karena sudah menjadi dasar agar agenda perkuliahan berjalan dengan lancar [2-3]. Untuk meningkatkan pelayanan akademik, penjadwalan kuliah merupakan suatu hal yang penting, karena berhubungan dengan proses pengaturan pembelajaran seperti mata kuliah, waktu, dosen dan ruang [4]. Pada sisi lain, proses penjadwal kuliah bukan merupakan suatu kegiatan yang mudah untuk dilakukan. Penjadwalan perkuliahan di suatu perguruan tinggi yang dilakukan secara manual masih mempunyai banyak kelemahan dan sulit untuk dipecahkan karena penjadwalan yang dilakukan lebih mementingkan kepentingan dosen daripada mahasiswa [5-6].

Penyusunan jadwal mata kuliah banyak menghadapi kendala seperti jumlah jadwal mata kuliah yang harus disusun sangat banyak, jumlah ruangan yang terbatas, dan kesanggupan dosen untuk mengajar pada jadwal tertentu, sehingga dapat menyebabkan bentroknya jadwal mata kuliah ataupun adanya ketidaksesuaian jadwal mata kuliah [7]. Hal inipun terjadi di lingkungan Universitas Pendidikan Ganesha di masing-masing program studi, khususnya pada program studi S1 Akuntansi. Program studi S1 Akuntansi memiliki jumlah mahasiswa yang banyak, jumlah mahasiswa pada semester ganjil T.A. 2020/2021 tercatat sebanyak 1332 orang pada

setiap semester memerlukan kurang lebih 8 kelas dengan jumlah ruangan yang dimiliki sebanyak 11 ruang dan pembuatan jadwal perkuliahan di prodi ini masih menggunakan cara manual dengan excel sehingga menjadikan Prodi kesulitan dalam membuat jadwal perkuliahan. Penyusunan jadwal dilakukan oleh kordinator Program Studi yang selanjutnya dikirimkan kepada masing-masing dosen guna pengecekan jadwal yang telah dibuat. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi jadwal yang berbenturan antara dosen dan ruang kuliah. Kegiatan ini memerlukan waktu yang cukup lama sampai jadwal perkuliahan difinalisasi dan siap untuk digunakan.

Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan peneliti, kegiatan ini sering menemui permasalahan. Yang pertama, proses penyusunan jadwal selalu tidak tepat pada waktu yang sudah direncanakan di kalender akademik. Hal ini berdampak pada mundurnya proses penyusunan KRS yang dilaksanakan oleh mahasiswa. Yang kedua, penentuan pengalokasian waktu dan ruangan yang tidak tepat. Hal ini berdampak pada seringnya terjadi jadwal perkuliahan yang berbenturan. Yang ketiga, mundurnya jadwal pelaksanaan perkuliahan. Hal ini berdampak pada mundurnya berbagai kegiatan terkait perkuliahan yang dilaksanakan oleh Prodi.

Selain itu, ketiga hal diatas berdampak pada seringnya dosen dan mahasiswa melakukan protes terhadap kinerja dari pegawai fakultas dan jurusan. Hal ini harus segera diberikan solusi penanganan yang tepat, jika tidak maka akan berdampak pada kurangnya kepercayaan mahasiswa dan dosen terhadap kinerja prodi serta terganggu rencana dan rancangan kegiatan perkuliahan yang sudah ditetapkan secara resmi dalam kalender akademik Undiksha oleh lembaga.

Berdasarkan paparan permasalahan diatas maka perlu adanya penjadwalan secara otomatis yang mampu menyingkronkan antara mata kuliah, gedung/ruangan yang terbatas, dosen, dan waktu perkuliahan. Penjadwalan dikatakan baik apabila proses pembelajaran

dapat dilakukan oleh semua pihak yang terkait baik bagi dosen maupun mahasiswa. Dengan adanya masalah penjadwalan mata kuliah, berbagai macam metode dapat digunakan diantaranya metode algoritma yaitu algoritma genetika dan algoritma steepest ascent hill climbing [8-9].

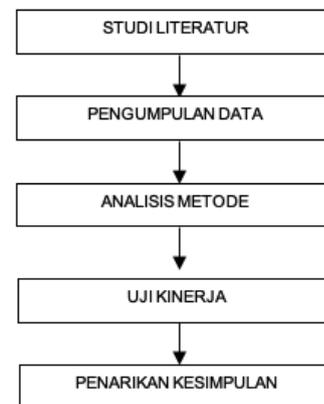
Algoritma genetika adalah program komputer yang mensimulasikan proses evolusi, dengan menghasilkan kromosom-kromosom dari tiap populasi secara acak dan memungkinkan kromosom tersebut berkembang baik sesuai dengan hukum-hukum evolusi yang nantinya diharapkan akan dapat menghasilkan kromosom prima atau yang lebih baik [4-5-8]. Kromosom ini merepresentasikan solusi berdasarkan konflik yang diangkat, sehingga jika kromosom yang baik tersebut dihasilkan, maka diharapkan solusi yang baik dari permasalahan tersebut juga didapatkan [5]. Algoritma steepest ascent hill climbing merupakan suatu metode heuristik yang dikembangkan berdasarkan prinsip simple hill climbing [10]. Secara harfiah steepest berarti tertinggi, sedangkan ascent berarti kenaikan, sehingga steepest ascent hill climbing dapat diartikan sebagai kenaikan tertinggi, dimana prinsip dasar dari algoritma ini adalah mencari kenaikan paling tinggi dari solusi-solusi yang mungkin terjadi untuk mencapai nilai yang paling optimal untuk solusi terbaik [6-9].

Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan antara algoritma genetika dengan algoritma steepest ascent hill climbing untuk menyelesaikan sebuah permasalahan penjadwalan kuliah. Kedua algoritma ini dipilih karena masing-masing memiliki kelebihan dalam memecahkan solusi penjadwalan mata kuliah, seperti algoritma genetika ini hanya melakukan sedikit perhitungan matematis yang berhubungan dengan masalah yang ingin diselesaikan, karena sifat perubahan evolusi alamiah, maka algoritma ini akan mencari penyelesaian tanpa memperhatikan proses-proses yang berhubungan dengan masalah yang diselesaikan secara langsung. Algoritma ini juga dapat mengendalikan fungsi objektif dan batasan yang didefinisikan, baik pada ruang pencarian diskrit atau ruang pencarian analog. Operator-operator evolusi membuat algoritma ini sangat efektif pada pencarian global. Algoritma ini memiliki fleksibilitas yang tinggi untuk dihibridkan dengan metode pencarian lainnya agar lebih efektif sedangkan algoritma steepest ascent hill climbing digunakan untuk memecahkan masalah yang memiliki banyak solusi untuk dapat dipilih solusi yang paling baik (cocok digunakan dalam penjadwalan mata

kuliah). Dengan inputan data, batasan soft constraint (diupayakan untuk terpenuhi) dan hard constraint (harus terpenuhi) yang sama, kedua algoritma ini akan dibandingkan sehingga dapat mengetahui algoritma yang mana memiliki kinerja (kecepatan waktu eksekusi) dan hasil yang lebih baik dalam menyelesaikan jadwal mata kuliah. Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana hasil perbandingan efektivitas komputasi yang lebih baik antara algoritma genetika dengan algoritma steepest ascent hill climbing dalam menyelesaikan jadwal mata kuliah pada solusi terbaik?. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan perbandingan efektivitas komputasi antara algoritma genetika dengan algoritma steepest ascent hill climbing sehingga dapat mengetahui algoritma mana yang mempunyai kinerja komputasi (kecepatan waktu eksekusi) lebih baik dalam menyelesaikan masalah penjadwalan mata kuliah.

METODE

Alur dan prosedur dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alur dan Prosedur Penelitian

Pada tahap pertama dilakukan pembelajaran terhadap literatur-literatur yang membahas mengenai penjadwalan kuliah, algoritma genetik, algoritma *steepest ascent hill climbing* yang bersumber dari jurnal, artikel, buku fisik maupun elektronik, serta dari berbagai refrensi situs di internet. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data jadwal kuliah. Pada tahapan pengumpulan data, peneliti mendapatkan data penelitiannya dari berbagai sumber termasuk internet dan di media sosial. Pada penelitian ini jumlah mata kuliah, banyaknya kelas, jumlah jam pembelajaran, banyaknya dosen pengajar berdasarkan Program Studi S1 Akuntansi Fakultas Ekonomi Universitas Pendidikan

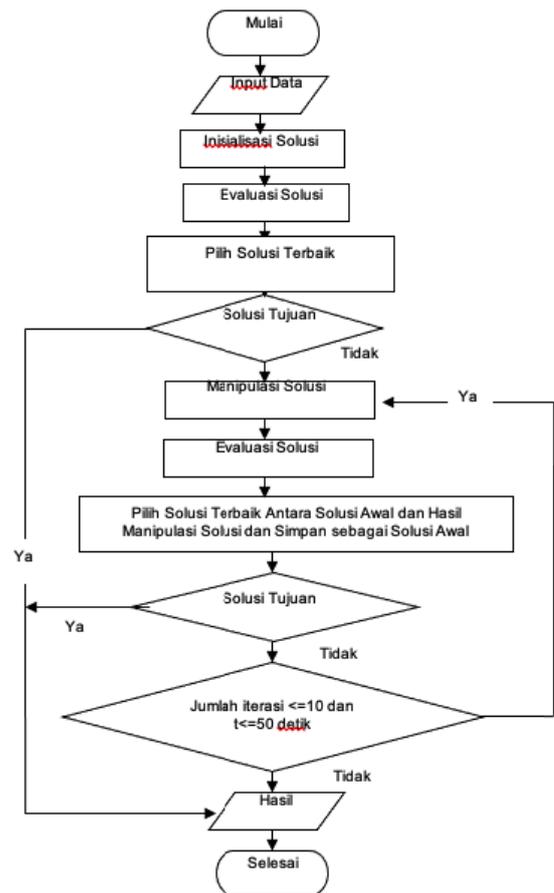
Ganesha. Pada tahapan analisis metode, peneliti merancang metode yang digunakan dalam melaksanakan penelitiannya. Alur proses metode penelitian ini dapat digambarkan pada gambar 2.



Gambar 2. Alur Proses Metode

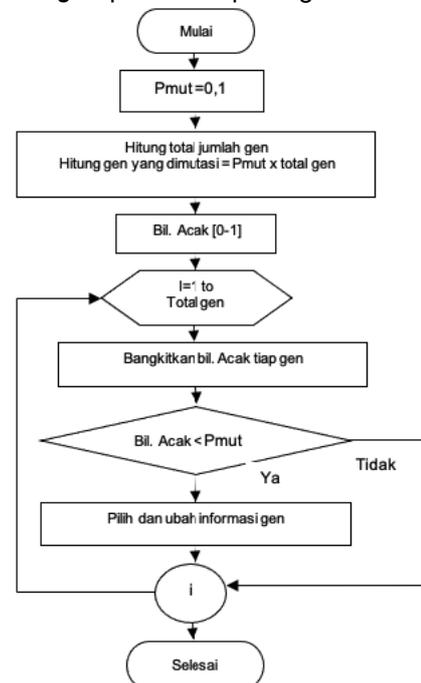
Proses dimulai dari penjadwalan kuliah dengan menggunakan dua algoritma yang akan dibandingkan, dalam penelitian ini parameter yang dibandingkan yaitu waktu proses dan hasil penjadwalan, dengan dua parameter ini nantinya akan didapatkan algoritma yang terbaik digunakan dalam proses penjadwalan mata kuliah. Langkah-langkahnya yaitu :

1. Algoritma Genetika: *Flowchart* algoritma genetika dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. *Flowchart* Algoritma Genetika

2. Algoritma *Steepest Ascent Hill Climbing*: *Flowchart* algoritma *Steepest Ascent Hill Climbing* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Flowchart Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing

Pada tahapan uji kinerja, peneliti menggunakan aplikasi delphi 7 dengan database MySQL untuk menguji penelitiannya. Pada tahapan uji kinerja, peneliti akan membandingkan kinerja dari Algoritma Genetik dan Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing dalam proses penjadwalan kuliah. Penarikan kesimpulan dilakukan dengan melihat jadwal yang terbaik. Beberapa kekurangan dalam penelitian ini akan dicatat yang nantinya akan berguna dalam penelitian-penelitian berikutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan menggunakan jadwal Semester Ganjil Tahun Akademik 2020/2021 pada Program Studi S1 Akuntansi, terdapat 34 kelas, 25 mata kuliah dan 11 ruang yang digunakan tesebar di masing-masing semester. Pada penelitian ini peneliti melakukan ujicoba pembuatan jadwal dengan menggunakan algoritma genetika dan algoritma *steepest ascent hill climbing* tanpa atau dengan menggunakan inputan *soft* dan *hard constraint*. Dari data mata kuliah dan kelas yang ada maka proses pembuatan jadwal akan mendapatkan hasil sebanyak 210 jadwal mata kuliah. Apabila proses pembuatan jadwal sudah selesai maka akan terlihat waktu proses pembuatan jadwal dan hasil jadwal akan tersimpan dengan format *excel*. Apabila jumlah

yang dihasilkan kurang dari 210 maka jadwal tersebut terjadi bentrok atau tidak memenuhi *soft* dan *hard constraint*.

Pada penelitian ini dilakukan ujicoba pembuatan jadwal sebanyak 6 (enam) kali diantaranya 1 (satu) kali tanpa menggunakan *soft* dan *hard constraint* dan 5 (lima) kali dengan menggunakan *soft* dan *hard constraint*. Dari uji coba yang dilakukan hasil penjadwalan yang didapatkan dengan menggunakan algoritma genetika yaitu tetap mampu melakukan penjadwalan tanpa adanya bentrok jadwal sedangkan penjadwalan dengan menggunakan algoritma *steepest ascent hill climbing* dibebberapa kasus masih terjadi bentrok tergantung seberapa banyak inputan *soft* dan *hard constraint*. Untuk hasil penerapan penjadwalan algoritma genetika dan algoritma *steepest ascent hill climbing* dapat dijabarkan sebagai berikut.

Hasil Algoritma Genetika dan Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing Tanpa Menggunakan Soft dan Hard Constraint

Proses penjadwalan kuliah dengan algoritma genetika dan algoritma *steepest ascent hill climbing* tanpa menggunakan *soft* dan *hard constraint* dilakukan sebanyak 5 kali percobaan. Berikut hasil uji coba dapat di lihat pada Tabel 1 Hasil Uji Coba 1 Algoritma Genetika dan Tabel 2 Hasil Uji Coba 1 Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing

Tabel 1, Hasil Uji Coba 1 Algoritma Genetika

Uji coba 1	Waktu	Hasil
1	74,375	Tidak ada bentrok
2	74,516	Tidak ada bentrok
3	70,969	Tidak ada bentrok
4	121,812	Tidak ada bentrok
5	76,406	Tidak ada bentrok
Rata-rata		83,616

Tabel 2. Hasil Uji Coba 1 Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing

Uji coba 1	Waktu	Hasil
1	38,672	Tidak ada bentrok
2	36,64	Tidak ada bentrok
3	36,562	Tidak ada bentrok
4	36,469	Tidak ada bentrok
5	36,61	Tidak ada bentrok
Rata –Rata	37,234	

Dari hasil uji coba 1 yang dilakukan maka dapat dilihat bahwa jadwal yang dihasilkan sama-sama tidak terjadi bentrok

dan kecepatan waktu eksekusi algoritma *steepest ascent hill climbing* lebih efisien sebesar 44,530% daripada algoritma genetika.

Hasil Algoritma Genetika dan Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing dengan Menggunakan Soft dan Hard Constraint

Proses penjadwalan kuliah dengan algoritma genetika dan algoritma steepest ascent hill climbing dengan menggunakan soft dan hard constraint dilakukan sebanyak 5 kali percobaan yang dimulai dengan inputan 2 dosen yang tidak bisa mengajar dan 2 ruangan yang tidak bisa digunakan dapat dilihat pada tabel 3 dan 4. Hasil uji coba dari inputan tersebut dapat dilihat pada tabel 5 dan 6.

Dari hasil uji coba 2 yang dilakukan dengan menggunakan inputan 2 dosen yang tidak bisa mengajar dan 2 ruangan yang tidak bisa digunakan, maka dapat dilihat bahwa jadwal yang dihasilkan sama-sama tidak terjadi bentrok dan kecepatan waktu eksekusi algoritma steepest ascent hill climbing lebih efisien sebesar 46,983% daripada algoritma genetika.

Setelah melakukan dan mendapatkan hasil uji coba dari inputan seperti tersebut di atas selanjutnya dilakukan uji coba dengan menggunakan 4 dosen yang tidak bisa mengajar dan 3 ruangan yang tidak bisa digunakan dapat dilihat pada tabel 7 dan tabel 8. Hasil uji coba dari inputan tersebut dapat dilihat pada tabel 9 dan tabel 10.

Tabel 3. *Soft Constraint 1* Dosen Tidak Bisa Mengajar

No.	Id dosen	Hari	Jam
1	Dosen02	Senin	4
2	Dosen06	Kamis	3

Tabel 4. *Hard Constraint 1* Ruang yang Tidak Bisa Digunakan

No.	Ruangan	Semester
1	A3.01	5
2	A3.02	3

Tabel 5. Hasil Uji Coba 2 Algoritma Genetika

Uji coba 2	Waktu	Hasil
1	154,875	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
2	152,812	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
3	156,641	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
4	144,484	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
5	159,812	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
Rata-rata	153,725	

Tabel 6. Hasil Uji Coba 2 Algoritma *Steepest Ascent Hill Climbing*

Uji coba 2	Waktu	Hasil
1	48,563	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
2	49,157	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
3	88,687	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
4	94,062	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
5	90,141	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
Rata-rata	72,225	

Tabel 7. *Soft Constraint 2* Dosen Tidak Bisa Mengajar

No.	Id dosen	Hari	Jam
1	Dosen02	Senin	4
2	Dosen06	Kamis	3
3	Dosen07	Jumat	3
4	Dosen09	Senin	1

Tabel 8. *Hard Constraint 2* Ruang yang Tidak Bisa Digunakan

No.	Ruangan	Semester
1	A3.01	5
2	A3.02	3
3	A3.03	1

Tabel 9. Hasil Uji Coba 3 Algoritma Genetika

Uji coba 3	Waktu	Hasil
1	154,578	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
2	147,375	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
3	167,359	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
4	155,016	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
5	178,250	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
Rata-rata	160,516	

Tabel 10. Hasil Uji Coba 3 Algoritma *Steepest Ascent Hill Climbing*

Uji coba 3	Waktu	Hasil
1	83,015	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
2	83,140	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
3	76,890	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
4	85,594	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
5	88,687	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
Rata-rata		83,465

Dari hasil uji coba 3 yang dilakukan dengan menggunakan inputan 4 dosen yang tidak bisa mengajar dan 3 ruangan yang tidak bisa digunakan, maka dapat dilihat bahwa jadwal yang dihasilkan sama-sama tidak terjadi bentrok dan kecepatan waktu eksekusi algoritma *steepest ascent hill climbing* lebih efisien sebesar 51,998% daripada algoritma genetika. Setelah melakukan dan mendapatkan hasil uji coba dari inputan seperti tersebut di atas selanjutnya dilakukan uji coba dengan menggunakan 8 dosen yang tidak bisa mengajar dan 4 ruangan yang tidak bisa digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Dari hasil uji coba 4 yang dilakukan dengan menggunakan inputan 8 dosen yang tidak bisa mengajar dan 4 ruangan yang tidak bisa digunakan, maka dapat dilihat bahwa jadwal yang dihasilkan sama-sama tidak terjadi bentrok dan kecepatan waktu eksekusi algoritma *steepest ascent hill climbing* lebih efisien sebesar 49,713% daripada algoritma genetika.

Setelah melakukan dan mendapatkan hasil ujicoba dari inputan seperti tersebut di atas selanjutnya dilakukan uji coba dengan menggunakan 16 dosen yang tidak bisa mengajar dan 5 ruangan yang tidak bisa digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Dari hasil uji coba 5 yang dilakukan dengan menggunakan inputan 16 dosen yang tidak bisa mengajar dan 5 ruangan yang tidak bisa digunakan, maka dapat dilihat bahwa hasil jadwal dari algoritma *steepest ascent hill climbing* terjadi bentrok sementara algoritma genetika masih tetap mampu melakukan penjadwalan tanpa adanya bentrok jadwal dan kecepatan waktu eksekusi algoritma *steepest ascent hill climbing* lebih efisien sebesar 39,273% daripada algoritma genetika.

Setelah melakukan dan mendapatkan hasil ujicoba dari inputan seperti tersebut di atas selanjutnya dilakukan uji coba kembali dengan menggunakan 24 dosen yang tidak bisa mengajar dan 5 ruangan yang tidak bisa digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Dari hasil uji coba 6 yang dilakukan dengan menggunakan inputan 24 dosen yang tidak bisa mengajar dan 6 ruangan yang tidak bisa digunakan, maka dapat dilihat bahwa hasil jadwal dari algoritma *steepest ascent hill climbing* terjadi bentrok sementara algoritma genetika masih tetap mampu melakukan penjadwalan tanpa adanya bentrok jadwal dan kecepatan waktu eksekusi algoritma *steepest ascent hill climbing* lebih efisien sebesar 36,792% daripada algoritma genetika.

Tabel 11. *Soft Constraint* 3 Dosen Tidak Bisa Mengajar

No.	Id dosen	Hari	Jam
1	Dosen02	Senin	4
2	Dosen06	Kamis	3
3	Dosen07	Jumat	3
4	Dosen09	Senin	1
5	Dosen09	Kamis	3
6	Dosen11	Rabu	4
7	Dosen16	Jumat	3
8	Dosen16	Jumat	4

Tabel 12. *Hard Constraint* 3 Ruangan yang Tidak Bisa Digunakan

No.	Ruangan	Semester
1	A3.01	5
2	A3.02	3
3	A3.03	1
4	C3.03	7

Tabel 13. Hasil Uji Coba 4 Algoritma Genetika

Uji coba 4	Waktu	Hasil
1	167,265	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
2	179,610	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
3	166,954	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
4	166,860	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
5	181,078	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
Rata-rata		172,353

Tabel 14. Hasil Uji Coba 4 Algoritma *Steepest Ascent Hill Climbing*

Uji coba 4	Waktu	Hasil
1	83,140	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
2	85,594	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
3	76,890	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
4	94,094	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
5	88,687	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
Rata-rata		85,681

Tabel 15. *Soft Constraint* 4 Dosen Tidak Bisa Mengajar

No.	Id dosen	Hari	Jam
1.	Dosen02	Senin	4
2.	Dosen06	Kamis	3
3.	Dosen07	Jumat	3
4.	Dosen09	Senin	1
5.	Dosen09	Kamis	3
6.	Dosen11	Rabu	4
7.	Dosen16	Jumat	3
8.	Dosen16	Jumat	4
9.	Dosen21	Rabu	3
10.	Dosen27	Rabu	1
11.	Dosen27	Kamis	1
12.	Dosen28	Senin	2
13.	Dosen28	Selasa	3
14.	Dosen31	Jumat	1
15.	Dosen31	Jumat	4
16.	Dosen33	Kamis	1

Tabel 16. *Hard Constraint* 4 Ruangan yang Tidak Bisa Digunakan

No.	Ruangan	Semester
1.	A3.01	5
2.	A3.02	3
3.	A3.03	1
4.	C3.03	7
5.	Ruang 1 Eks FOK Lantai 2	7

Tabel 17. Hasil Uji Coba 5 Algoritma Genetika

Uji coba 5	Waktu	Hasil
1	349,234	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
2	175,594	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
3	183,344	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
4	201,937	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
5	201,926	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
Rata-rata		222,407

Tabel 18. Hasil Uji Coba 5 Algoritma *Steepest Ascent Hill Climbing*

Uji coba 5	Waktu	Hasil
1	89,390	Ada bentrok atau tidak memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
2	86,391	Ada bentrok atau tidak memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
3	88,047	Ada bentrok atau tidak memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
4	86,797	Ada bentrok atau tidak memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
5	86,109	Ada bentrok atau tidak memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
Rata-rata	87,347	

Tabel 19. *Soft Constraint* 5 Dosen Tidak Bisa Mengajar

No.	Id dosen	Hari	Jam
1	Dosen02	Senin	4
2	Dosen 06	Kamis	3
3	Dosen07	Jumat	3
4	Dosen09	Senin	1
5	Dosen09	Kamis	3
6	Dosen11	Rabu	4
7	Dosen16	Jumat	3
8	Dosen16	Jumat	4
9	Dosen21	Rabu	3
10	Dosen27	Rabu	1
11	Dosen27	Kamis	1
12	Dosen28	Senin	2
13	Dosen28	Selasa	3
14	Dosen31	Jumat	1
15	Dosen31	Jumat	4
16	Dosen33	Kamis	1
17	Dosen25	Senin	1
18	Dosen25	Selasa	2
19	Dosen26	Selasa	1
20	Dosen26	Rabu	3
21	Dosen29	Rabu	1
22	Dosen29	Kamis	4
23	Dosen22	Senin	2
24	Dosen22	Rabu	4

Tabel 20. *Hard Constraint* 5 Ruang yang Tidak Bisa Digunakan

No.	Ruangan	Semester
1	A3.01	5
2	A3.02	3
3	A3.03	1
4	C3.03	7
5	Ruang 1 Eks FOK Lantai 2	7
6	Ruang 2 Eks FOK Lantai 2	1

Tabel 21. Hasil Uji Coba 6 Algoritma Genetika

Uji coba 6	Waktu	Hasil
1	250,063	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
2	186,391	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
3	178,328	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
4	301,922	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
5	280,052	Tidak ada bentrok atau memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
Rata-rata		239,351

Tabel 22. Hasil Uji Coba 6 Algoritma *Steepest Ascent Hill Climbing*

Uji coba 6	Waktu	Hasil
1	92,828	Ada bentrok atau tidak memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
2	89,532	Ada bentrok atau tidak memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
3	87,047	Ada bentrok atau tidak memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
4	85,735	Ada bentrok atau tidak memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
5	85,172	Ada bentrok atau tidak memenuhi <i>soft</i> dan <i>hard constraint</i>
Rata-rata		88,063

Berdasarkan hasil uji coba penjadwalan kuliah didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Dari uji coba yang dilakukan tanpa menggunakan *soft* dan *hard constraint* penjadwalan dengan menggunakan algoritma genetika dan algoritma *steepest ascent hill climbing* sama-sama mampu melakukan penjadwalan tanpa adanya bentrok jadwal.

2. Dari semua uji coba yang dilakukan dengan menggunakan *soft* dan *hard constraint* maupun tidak, didapatkan hasil bahwa pejadwalan dengan algoritma *steepest ascent hill climbing* lebih efisien sebesar 43,995% daripada algoritma genetika.

3. Dari uji coba 5 dan 6 yang dilakukan maka didapatkan hasil bahwa penjadwalan dengan algoritma *steepest ascent hill climbing* semakin banyak *soft* dan *hard constraint* yang terjadi maka hasil jadwal yang didapatkan terjadi bentrok karena terdapat mata kuliah yang tidak muncul akibat tidak terpenuhinya *soft* dan *hard constraint* sementara algoritma genetika dengan kondisi beberapa kali uji coba dengan inputan *soft* dan *hard constraint* masih tetap mampu melakukan penjadwalan tanpa adanya bentrok jadwal dengan hasil yang akurat.

Dampak penelitian

1. Penelitian ini menghasilkan perbandingan penjadwalan dengan menggunakan algoritma genetika dengan algoritma *steepest ascent hill climbing* sehingga nantinya mampu membuat penjadwalan sesuai dengan kondisi lapangan dengan adanya batasan *soft* dan *hard constraint*.
2. Dengan penjadwalan kuliah yang sudah terotomasi oleh sistem mampu meminimalisir adanya bentrok jadwal sehingga memudahkan pihak akademik dan dosen dalam membuat jadwal kuliah.

3. Dengan menggunakan jadwal yang tersistem, dosen akan lebih mudah untuk mengatur waktu kesiapan mengajarnya sendiri sesuai batasan *soft constraint* yang diinginkan.

Kelebihan dan Kekurangan Penerapan Algoritma Genetika dan Algoritma *Steepest Ascent Hill Climbing*

Kelebihan penerapan algoritma genetika pada uji coba yang dilakukan yaitu dengan beberapa masalah atau inputan *soft* dan *hard constraint* algoritma genetika tetap mampu melakukan penjadwalan tanpa adanya bentrok jadwal. Sedangkan kekurangannya yaitu *running time* yang diperlukan lebih lama dibandingkan dengan algoritma *steepest ascent hill climbing*.

Kelebihan penerapan algoritma *steepest ascent hill climbing* yaitu *Running time* lebih efisien sebesar 43,995% dibandingkan dengan algoritma genetika sedangkan kekurangannya pada beberapa uji coba yang dilakukan dengan inputan *soft* dan *hard constraint* algoritma *steepest ascent hill climbing* belum mampu menghasilkan optimasi penjadwalan yang baik (adanya bentrok jadwal).

KESIMPULAN

Dengan melakukan pengujian penjadwalan kuliah dengan menggunakan Algoritma Genetika dan Algoritma *Steepest Ascent Hill Climbing* sebanyak 5 kali dengan menggunakan data jadwal Semester Ganjil Tahun Ajaran 2020/2021 Program Studi S1 Akuntansi, terdapat 34 kelas, 25 matakuliah dan 11 ruang yang digunakan tersebar pada masing-masing semester, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa efektivitas komputasi algoritma *steepest ascent hill climbing* lebih baik dibandingkan dengan algoritma genetika karena

dengan menggunakan *hard constraint* maupun tidak kecepatan waktu eksekusi rata-rata relatif lebih cepat yaitu membutuhkan waktu rata-rata 38,972 detik dibandingkan dengan penjadwalan dengan algoritma genetika membutuhkan waktu rata-rata relatif lebih lama sebesar rata-rata 94,362 detik. Apabila pembuatan jadwal tidak menggunakan *hard constraint* lebih baik menggunakan algoritma *Steepest Ascent Hill Climbing* karena mampu melakukan penjadwalan tanpa adanya bentrok jadwal dan kecepatan waktu eksekusi relatif sedikit sedangkan apabila pembuatan jadwal terdapat *hard constraint* lebih baik menggunakan algoritma genetika karena masih tetap mampu melakukan penjadwalan tanpa adanya bentrok jadwal.

Penelitian ini berimplikasi pada penerapan penjadwalan kuliah yang dapat dilakukan dengan menggunakan metode penjadwalan lainnya untuk menghasilkan jadwal yang lebih baik dan membutuhkan waktu proses yang lebih cepat. Penjadwalan kuliah dapat diujicobakan pada Prodi lain yang lebih kompleks sehingga dapat dilihat performa dari masing-masing algoritma yang digunakan.

REFERENSI

- [1] T. Andriani, "Sistem Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi Dan Komunikasi" *Sos. Budaya Media Komunikasi Ilmu-Ilmu Sos. dan Budaya*, vol. 12, no. 1, pp. 127–150, 2015, doi: <https://media.neliti.com/media/publication/s/164486-ID-sistem-pembelajaran-berbasis-teknologi-i.pdf>.
- [2] S. Hidayat, "Sistem Pembelajaran Di Perguruan Tinggi," *Alqalam*, vol. 19, no. 93, p. 109, 2002, doi: 10.32678/alqalam.v19i93.457.
- [3] D. Ana, R. Wati, and Y. A. Rochman, "Model Penjadwalan Matakuliah Secara Otomatis Berbasis Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO)," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 2, no. 1, pp. 22–31, 2013, doi: 10.26593/jrsi.v2i1.333.22-31.
- [4] W. A. Puspaningrum, A. Djunaidy, and R. A. Vinarti, "Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika di Jurusan Sistem Informasi ITS," vol. 2, no. 1, pp. 127–131, 2013.
- [5] A. Laksono, M. Utami, and Y. Sugiarti, "Sistem Penjadwalan Kuliah Menggunakan Metode Algoritma Genetika (Studi Kasus: Fakultas Kedokteran dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Jakarta)," *Stud. Inform. J. Sist. Inf.*, vol. 9, no. 2, pp. 177–188, 2018.
- [6] T. E. Panggabean and Y. Natalia, "Optimasi Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing (Studi Kasus: Sma Methodist Binjai)," *Jurnal.Stmikmethodistbinjai.Ac.Id*, 2018.
- [7] F. N. Afandi and M. Yulianis, "Implementasi Genetic Algorithms Untuk Penjadwalan Mata Kuliah Berbasis Website," *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 9, no. 1, 2018, doi: 10.36448/jsit.v9i1.1031.
- [8] L. Tambunan, "Implementasi Algoritma Genetika dalam Pembuatan Jadwal Kuliah," *Jar. Sist. Inf. Robot.*, vol. 1, no. 01, pp. 1–7, 2017.
- [9] S. Saifullah and A. Hermawan, "Pengembangan Sistem Penjadwalan Kuliah Menggunakan Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing," *J. Sist. Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 57–62, 2016.
- [10] E. Darnila, Risawandi, and Nursanti, "Aplikasi Pencarian Rute Terdekat Lokasi Klinik Kesehatan Menggunakan Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing," *TECHSI*, vol. 11, no. 2, pp. 268–279, 2019, doi: <https://doi.org/10.29103/techsi.v11i2.1482>.