
Penjadwalan Kegiatan Praktikum Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus: Jurusan Teknologi Informasi Universitas Semarang)

Bernadus Very Christioko, Siti Asmiatun*², Susanto³

^{1,2,3}Universitas Semarang; Jl. Soekarno-Hatta Tlogosari Semarang, 024-6702757

e-mail: *¹siti.asmiatun@usm.ac.id, ²very@usm.ac.id, ³susanto@usm.ac.id

Abstrak

Masalah penjadwalan dalam pendidikan merupakan persoalan khusus dari masalah optimasi yang ditemukan pada situasi nyata karena masalah ini membutuhkan waktu komputasi yang cukup tinggi untuk pencarian solusinya. Di Universitas Semarang khususnya bagi Jurusan Teknologi Informasi, masih terdapat beberapa kendala pada proses penjadwalan praktikum karena untuk pembuatan jadwalnya masih menggunakan pengolahan data dengan Microsoft Excel. Oleh karena itu diperlukan sistem penjadwalan praktikum yang dapat menghasilkan jadwal praktikum secara otomatis. Pada penelitian ini memberikan solusi untuk permasalahan yang ada di jurusan Teknologi Informasi yaitu membuat sistem penjadwalan kegiatan praktikum. Algoritma yang digunakan untuk membuat penjadwalan otomatis menggunakan algoritma genetika. Algoritma ini dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi rumit seperti penjadwalan. Dengan adanya penerapan sistem penjadwalan kegiatan praktikum, penyusunan jadwal kegiatan praktikum dapat dilakukan lebih cepat dan efisien.

Kata kunci— Sistem, Penjadwalan, Praktikum, Algoritma, Genetika

Abstract

The scheduling problem in education is a special problem of optimization problems found in real situations because this problem requires high computational time to find a solution. At the University of Semarang, especially for the Department of Information Technology, there are still some obstacles in the practicum scheduling process because the schedule still uses data processing with Microsoft Excel. Therefore, a practicum scheduling system needs that can generate a practicum schedule automatically. This study provides a solution to the problems that exist in the Information Technology department, namely making a scheduling system for practicum activities. The algorithm used to make automatic scheduling uses a genetic algorithm. This algorithm can solve complex optimization problems such as scheduling. With the implementation of the practicum activity scheduling system, the preparation of the practicum schedule can be done more quickly and efficiently.

Keywords—system, schedule, practicum, algorithm, genetika

1. PENDAHULUAN

Penjadwalan kuliah masih menjadi masalah yang kompleks di dunia pendidikan, karena masalah tersebut melibatkan beberapa unsur elemen diantaranya unsur-unsur dosen, ruang kelas, waktu, jadwal mata kuliah [1]. Masalah penjadwalan dalam pendidikan merupakan persoalan khusus dari masalah optimasi yang ditemukan pada situasi nyata karena masalah ini membutuhkan waktu komputasi yang cukup tinggi untuk pencarian solusinya. Terlebih lagi jika

ukuran permasalahannya semakin besar dengan bertambahnya jumlah komponen dan syarat yang ditentukan oleh institusi [2].

Dalam dunia pendidikan, penjadwalan merupakan kegiatan yang harus dilakukan untuk mengatur jadwal belajar mengajar. Didalam kegiatan belajar mengajar, penjadwalan merupakan suatu kegiatan koordinasi yang wajib dilaksanakan oleh program studi masing-masing di perguruan tinggi [3]. Dalam proses pembuatan jadwal perkuliahan ada beberapa unsur yang harus diperhatikan yaitu dosen, kelas, ruang kelas dan waktu pelaksanaan [4]. Unsur-unsur tersebut ada yang harus dipenuhi atau tidak boleh dilanggar. Batasan tersebut merupakan ukuran kualitas dari penjadwalan mata kuliah, sehingga suatu jadwal mata kuliah yang optimal dapat terbentuk. Terdapat dua batasan dalam penyusunan penjadwalan kuliah yaitu : *hard constraint* (harus terpenuhi) dan *soft constraint* (diupayakan untuk terpenuhi) [2]. Batasan tersebut merupakan ukuran kualitas dari penjadwalan mata kuliah, sehingga suatu jadwal mata kuliah yang optimal dapat terbentuk.

Kesulitan yang dialami ketika melakukan penjadwalan yakni bagaimanakah menentukan metode yang dapat menghasilkan spesifikasi jadwal yang bebas dari benturan waktu pelaksanaan, penggunaan ruangan, dan juga harus memperhatikan rasio beban mengajar dalam satu hari [5]. Tujuan penjadwalan sendiri untuk mengatur sejumlah komponen dengan syarat tertentu dalam satu waktu. Komponen tersebut terdiri dari pengajar, kegiatan, dan ruang. Komponen ini harus dijadwalkan dengan baik sehingga tidak mengakibatkan penumpukan jadwal pada tempat dan waktu tertentu [2] [6].

Banyak penelitian terkini yang berkaitan dengan penjadwalan. Sebagian besar penelitian ini berfokus pada penjadwalan kelas dan penjadwalan dosen saja [7]. Di Universitas Semarang khususnya bagi Jurusan Teknologi Informasi, masih terdapat beberapa kendala pada proses penjadwalan praktikum karena untuk pembuatan jadwalnya masih menggunakan pengolahan data dengan Microsoft Excel. Oleh karena itu perlu sistem penjadwalan praktikum yang dapat menghasilkan jadwal praktikum secara otomatis agar mempermudah pembuatan jadwal praktikum di Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi. Dalam penjadwalan praktikum ini terdapat beberapa unsur elemen seperti jadwal mata kuliah teori, ruang, hari, jam, mata kuliah praktikum dan plot mengajar. Optimasi penjadwalan dapat dilakukan dengan berbagai metode salah satunya algoritma genetika.

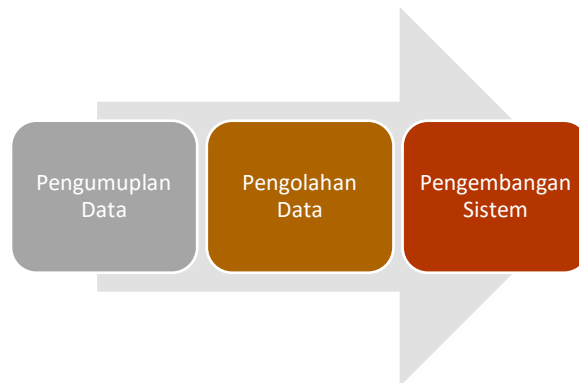
Beberapa penelitian terkait tentang penjadwalan menggunakan algoritma genetika sudah banyak dilakukan. Dalam penelitiannya Dung-Yi-Lin dan Hue-Yu-Lin telah berhasil menggunakan algoritma genetika untuk mengalokasikan penjadwalan keberangkatan kapal tramp dengan mempertimbangkan rute dan petugas kapal [8]. Penelitian Andrie, Meinarini dan Yuni memanfaatkan algoritma genetika untuk penjadwalan perkuliahan sehingga dapat membantu proses penjadwalan menjadi lebih baik [4].

Menurut penelitian Yadav, algoritma genetika merupakan teknik optimasi, pencarian dan pembelajaran mesin yang adaptif dan berulang berdasarkan prinsip-prinsip alam. Sehingga dapat menyelesaikan masalah yang rumit seperti penjadwalan [9]. Penelitian ini memiliki pembaharuan pada studi kasusnya yaitu penerapan algoritma genetika untuk penjadwalan praktikum di Jurusan Teknologi Informasi Universitas Semarang. Diharapkan dengan penerapan algoritma genetika pada kasus penjadwalan ini, permasalahan penjadwalan praktikum yang ada di Fakultas Teknologi Informasidan Komunikasi dapat teratasi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian, ada beberapa tahapan yang dilakukan oleh peneliti. Tahapan tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

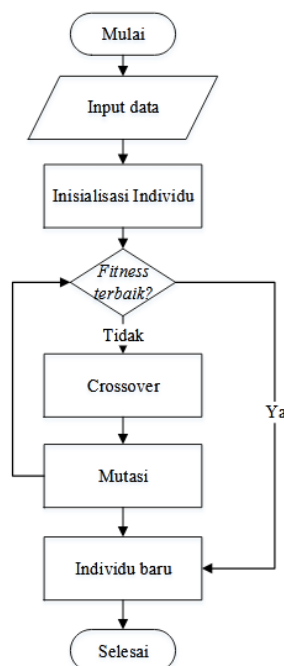
Penjelasan Gambar 1 tahapan penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Pengumpulan Data merupakan tahapan yang dimana peneliti melakukan pengumpulan data mata kuliah, data dosen, data jadwal yang akan dijadikan *sample* untuk penelitian.
- b. Pengolahan Data merupakan tahapan dimana peneliti mulai melakukan penerapan algoritma genetika menggunakan data *sample* sebagai bahan uji coba.

Pengembangan Sistem merupakan tahapan dimana setelah uji coba perhitungan manual menggunakan algoritma genetika berhasil, peneliti mulai membangun sistem penjadwalan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP.

2. 2 Tahapan Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan perkembangan dari dalam bidang kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) dimana algoritma ini terinspirasi dari teori Darwin dan teori-teori ilmu biologi. Sehingga dalam proses penerapan algoritma genetika banyak yang menggunakan istilah dan konsep biologi. Dalam proses-proses yang terjadi pada algoritma genetika sama dengan apa yang terjadi pada evaluasi biologi [10]. Ada 6 komponen utama dalam algoritma genetika yaitu Teknik pengkodean, inialisasi, fungsi fitness, seleksi, *crossover*, mutase [11]. Proses algoritma genetika diatas yang dimulai dari inialisasi kromosom sampai dengan proses mutasi, jika digambarkan dengan *flowchart* dapat dilihat seperti gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Alur Penerapan Algoritma Genetika

Kondisi perulangan selesai, jika setelah beberapa generasi/iterasi berturut-turut nilai fitness terbaik tidak mengalami perubahan kembali. Maka, diambil kromosom/calon solusi dengan nilai fitness terbaik sebagai solusi dan memasukkannya ke dalam matriks slot waktu untuk membentuk suatu jadwal perkuliahan. Adapun penjelasannya dari gambar 2 diatas sebagai berikut :

1. Input Data

Tahapan ini termasuk kedalam tahapan Teknik Pengkodean dimana tahapan yang memberikan kode pada gen dari kromosom. Kromosom merupakan kumpulan dari beberapa gen yang berisi kode informasi. Satu gen biasanya akan terdiri dari satu variabel. Gen dapat dipresentasikan dalam bentuk string, bit, pohon, array dalam bilangan atau representasi lainnya.

2. Inisialisasi

Tahapan inisialisasi merupakan tahap membuat individu awal secara acak menggunakan prosedur tertentu

3. Fungsi Fitness

Fitness berfungsi untuk mengukur kualitas dari kromosom yang terbentuk. Nilai fitness akan mempengaruhi kualitas dari sebuah kromosom didalam populasi. Semakin besar nilai fitness, maka semakin baik kualitas kromosom dalam populasi sehingga kromosom tersebut akan tetap bertahan pada generasi selanjutnya. Perhitungan nilai fitness dengan cara memberikan pinalti pada setiap aturan yang ada di penjadwalan. Rumus fungsi fitness seperti dibawah ini :

$$fitness = \frac{1}{1+(pinalti1+plinalti2+pinalti3...)} \quad (1)$$

4. Seleksi

Tahapan ini merupakan proses untuk memilih individu yang digunakan sebagai individu induk pada generasi selanjutnya. Satu kromosom terdapat satu individu, dimana individu yang terpilih menjadi individu induk merupakan individu dengan nilai fitness paling baik.

5. Crossover

Crossover berfungsi untuk menghasilkan keturunan dari dua buah kromosom induk yang terpilih. Kromosom anak yang dihasilkan merupakan kombinasi gen-gen yang dimiliki oleh kromosom induk. Parameter genetika yang digunakan untuk mengukur operator ini dengan Probabilitas Crossover (P_c) seperti rumus dibawah ini :

$$P_c = \frac{Total\ kromosom\ crossover}{n} \quad (2)$$

6. Mutasi

Mutasi digunakan untuk mencegah kehilangan informasi sehingga dilakukan dengan pertukaran informasi yang berbentuk gen di dalam kromosom. Mutasi dilakukan setelah proses crossover. Parameter genetika yang digunakan untuk mengukur operator ini dengan Probabilitas Mutasi (P_m) seperti rumus dibawah ini :

$$P_m = \frac{Total\ kromosom\ mutasi}{n} \quad (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil penelitian ini akan mengimplementasikan algoritma genetika ke dalam sistem penjadwalan berbasis web sesuai dengan tahapan penelitian yang ditentukan. Sistem Penjadwalan kegiatan praktikum ini merupakan tahapan dalam pengembangan sistem dengan

menggunakan metode algoritma genetika yang diterapkan menggunakan bahasa pemrograman PHP.

3.1. Pengumpulan Data

Definisikan Data penelitian diperoleh secara langsung dari objek penelitian berupa data penjadwalan praktikum semester Genap tahun ajaran 2015/2016 FTIK kelas Regular Pagi yang terdiri dari:

1. Data Dosen
2. Data Matakuliah
3. Data Hari
4. Data Jam
5. Data Ruang
6. Data Pengampu

Mata kuliah yang ditawarkan untuk satu kromosom terdiri dari 27 matakuliah pada tahun ajaran 2015/2016.

3.2. Penerapan Algoritma Genetika

Penelitian ini memiliki tahapan penerapan algoritma genetika sebagai berikut :

a. Inisialisasi kromosom

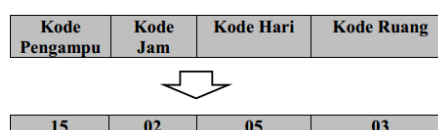
Pada tahap inisialisasi ini akan menentukan jumlah kromosom yang digunakan dalam 1 generasi dan jumlah maksimum generasi yang digunakan. Dalam penelitian ini menggunakan 10 kromosom yang akan dilakukan *crossover* dan menggunakan 100 maksimum generasi, jadi generasi akan berhenti setelah generasi ke 100 walaupun nilai *fitness* belum mencapai 1.

Bentuk inisialisasi kromosom yang dipakai dalam menghasilkan populasi awal pada sistem penjadwalan ini terdiri dari 3 faktor yaitu pengampu, mata kuliah, dan dosen. Inisialisasi gen pembentuk kromosom dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Pembentukan Gen Pengampu

Kode Pengampu	Kode Mata KULiah	Sks	Kode Dosen	Kelas	Gen
01	01	1	92	A-1	01
02	01	1	92	A-2	02
03	01	1	91	B-1	03
04	02	1	91	C-2	04
05	02	1	96	A-1	05

Tabel 1 diatas mengawali pembentukan gen untuk menginisialisasi kromosom. Kromosom terdiri dari beberapa gen yaitu gen pengampu, gen kode jam, gen kode hari dan gen kode ruang. Struktur gen dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 3. Representasi Kromosom

b. Evaluasi Fitness

Dalam penjadwalan ini nilai fitness ini menentukan banyaknya pelanggaran konstrain yang harus dioptimasi. Konstrain-konstrain yang digunakan untuk pengoptimasian aplikasi penjadwalan ini antara lain :

- a. Tidak boleh ada bentrok ruang dan jam, yaitu setiap ruang hanya diperbolehkan digunakan satu Matakuliah pada hari dan jam yang sama.
- b. Tidak boleh ada bentrok dosen, yaitu setiap dosen hanya diperbolehkan mengajar satu perkuliahan pada hari dan jam yang sama.
- c. Tidak boleh ada bentrok dengan jam sholat jumat.

Jika pada masing- masing partikel terjadi pelanggaran terhadap konstrain-konstrain diatas, maka nilai fitness masingmasing partikel akan diincrement sebanyak satu untuk tiap pelanggaran. Fungsi fitness yang telah terbentuk digunakan sebagai probabilitas dari kromosom yang bersangkutan dengan menggunakan rumus (1).

c. Seleksi

Pada seleksi dilakukan penilaian atas nilai fitness dengan menggunakan seleksi ranking. Akibatnya, fitness yang memiliki kualitas kromosom paling baik memiliki kemungkinan terpilih dalam generasi/iterasi selanjutnya lebih besar. Dari hasil evaluasi *fitness* yang ada pada tabel 1 diatas, dapat disimpulkan bahwa jika penentuan seleksi berdasarkan ranking atau peringkat maka yang terpilih untuk generasi selanjutnya adalah kromosom yang memiliki nilai *fitness* paling besar.

d. Crossover

Pada penelitian pemilihan kromosom yang digunakan untuk *crossover* dilakukan secara random. Kromosom yang masuk dalam iterasi *crossover* adalah kromosom yang memiliki nilai probabilitas lebih besar dari nilai probabilitas *crossover* yang telah ditentukan yaitu sebesar 0.70.

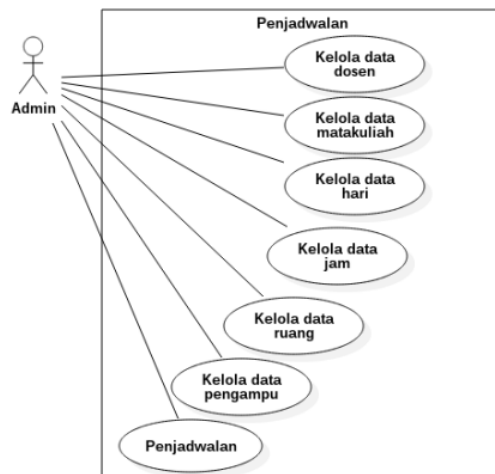
e. Mutasi

Dalam penelitian ini mutasi dilakukan dengan memilih kromosom secara random. Nilai probabilitas mutasi yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 0.40. Proses iterasi mutasi terjadi jika bilangan yang dibangkitkan secara acak nilainya kurang dari probabilitas mutasi.

3.3. Pengembangan Sistem

a. Use Case Diagram

Use case mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang akan dibuat. Secara kasar, use case digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada di dalam sebuah sistem informasi dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi itu. berikut adalah use case diagram dari sistem penjadwalan praktikum di FTIK Universitas Semarang yang diusulkan.



Gambar 4. Use Case Sistem Penjadwalan

Gambar 3 menjelaskan aktor yang terlibat dalam sistem. Pada penelitian ini kebutuhan pengguna atau aktor yang terlibat dalam sistem penjadwalan praktikum di FTIK Universitas Semarang hanya *Admin*. *Admin* merupakan pengguna yang berhak mengakses keseluruhan sistem yang sudah disediakan tanpa harus melakukan registrasi terlebih dahulu.

b. Tampilan Halaman Dosen

Gambar 5 dibawah ini merupakan halaman dosen.

#	NIDN	Nama	Telp	
01	0618069001	Agusta Praba Ristadi Pinem, M.Kom		[Edit] [Hapus]
02	0624057905	APRIL FIRMAN DARUS, M.Kom	081	[Edit] [Hapus]
03	0621038501	Aria Hendrawan, ST, M.Kom		[Edit] [Hapus]
04	0605119001	Astrid Novita Putri, M.Kom		[Edit] [Hapus]
05	0606077501	Atmelko Nugroho, ST, M.Eng		[Edit] [Hapus]

Gambar 5. Halaman Dosen

Didalam modul dosen, admin dapat memanipulasi data dosen sesuai dengan data dosen yang dibutuhkan.

c. Tampilan Halaman Mata Kuliah

Berikut tampilan halaman matakuliah :

#	Kode MK	Nama	SKS	Semester	Jenis	
01	TIS13 2.10P	ALGORITMA DAN STRUKTUR DATA	1	0	PRAKTIKUM	[Edit] [Hapus]
02	TIS13 2.09P	ANALISIS DAN PERANCANGAN BERORIENTASI OBJEK	1	0	PRAKTIKUM	[Edit] [Hapus]
03	TIS13 2.08P	DESAIN GRAFIS	1	0	PRAKTIKUM	[Edit] [Hapus]
04	TIS13 2.07P	ORGANISASI KOMPUTER	1	0	PRAKTIKUM	[Edit] [Hapus]
05	TIS13 2.11P	PENGANTAR WEB	1	0	PRAKTIKUM	[Edit] [Hapus]

Gambar 6. Halaman Mata Kuliah

Fungsi dari modul matakuliah merupakan untuk menambahkan, menghapus atau mengedit data matakuliah yang akan dijadikan jadwal pada tahun ajaran yang diinginkan.

d. Halaman Pengampu

Halaman modul pengampu merupakan halaman yang berisi daftar data pengampu matakuliah tertentu.

#	Matakuliah	Dosen	Kelas	Tahun Akademik
001	ALGORITMA DAN STRUKTUR DATA	Mohammad Sani Suprayogi, S.Kom, M.Cs	A-1	2015-2016
002	ALGORITMA DAN STRUKTUR DATA	Nurriana Hidayati, S.KOM, M.Kom	A-2	2015-2016
003	ALGORITMA DAN STRUKTUR DATA	Prind Tri Ajeng P.S.Kom, M.Kom	C-2	2015-2016
004	ANALISIS DAN PERANCANGAN BERORIENTASI OBJEK	B.VERY CHRISTIKO,S.KOM, M.KOM	A-1	2015-2016
005	ANALISIS DAN PERANCANGAN BERORIENTASI OBJEK	Prind Tri Ajeng P.S.Kom, M.Kom	A-2	2015-2016
006	DESAIN GRAFIS	APRIL FIRMAN DARU,S.Kom, M.Kom	A-1	2015-2016
007	DESAIN GRAFIS	APRIL FIRMAN DARU,S.Kom, M.Kom	A-2	2015-2016
008	DESAIN GRAFIS	Sri Handayani,ST.MT	C-2	2015-2016
009	ORGANISASI KOMPUTER	Almoko Nugroho,ST.M.Eng	A-1	2015-2016

Gambar 7. Halaman Pengampu

Gambar 6 meruakan tampilan halaman pengampu. Halaman ini fungsi untuk tambah, edit dan hapus data pengampu sesuai dengan data pengampu yang dibutuhkan untuk penjadwalan kegiatan praktikum di FTIK Universitas Semarang.

e. Halaman Penjadwalan

Halaman penjadwalan merupakan halaman yang digunakan untuk *generate* jadwal matakuliah sesuai dengan tahun angkatan

#	Hari	Sesi	Jam	Matakuliah	SKS	Semester	Kelas	Dosen	Ruang
1	Senin	(1-1)	08.00-09.30	DESAIN GRAFIS	1	0	A-2	APRIL FIRMAN DARU,S.Kom, M.Kom	M.2.2
2	Senin	(2-2)	09.30-11.00	ALGORITMA DAN STRUKTUR DATA	1	0	C-2	Prind Tri Ajeng P.S.Kom, M.Kom	Q.2.3
3	Selasa	(2-2)	09.30-11.00	ORGANISASI KOMPUTER	1	0	A-1	Almoko Nugroho,ST.M.Eng	Q.2.2
4	Selasa	(2-2)	09.30-11.00	ORGANISASI KOMPUTER	1	0	B-1	Sri Handayani,ST.MT	M.2.3
5	Selasa	(3-3)	11.30-12.30	ALGORITMA DAN STRUKTUR DATA	1	0	A-1	Mohammad Sani Suprayogi, S.Kom, M.Cs	M.2.2
6	Selasa	(4-4)	12.30-14.00	PENGANTAR WEB	1	0	C-1	Febrian Wahyu Christanto, S.Kom, M.Cs	E.2.1
7	Rabu	(2-2)	09.30-11.00	PENGANTAR WEB	1	0	B-2	B.VERY CHRISTIKO,S.KOM, M.KOM	E.2.1

Gambar 8. Halaman Penjadwalan

Gambar 8 menampilkan halaman penjadwalan. Sebelum *generate* jadwal, admin harus mengisi data yang ada di form penjadwalan tersebut. Jika proses *generate* jadwal berhasil, maka data jadwal yang baru akan muncul di halaman penjadwalan, tapi jika proses *generate* gagal maka akan keluar pesan gagal. Jadwal yang telah berhasil di *generate* dapat dicetak dengan menggunakan tombol *print to excel* yang tersedia di halaman penjadwalan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan dengan menerapkan algoritma genetika pada penjadwalan kegiatan praktikum di Jurusan Teknologi Informasi FTIK Universtas Semarang maka dapat diambil kesimpulan yaitu

- a. Data jadwal kuliah praktikum yang terdiri dari data dosen, matakuliah, hari, jam, ruang dan pengampu dapat direpresentasikan ke dalam kromosom-kromosom untuk menghasilkan jadwal praktikum yang optimal dengan memperhatikan konstrain yang ada.
- b. Sistem Penjadwalan kegiatan praktikum telah berhasil diimplementasikan menggunakan algoritma genetika.
- c. Dengan adanya system penjadwalan ini diharapkan dapat membantu pihak program studi untuk mengolah penjadwalan praktikum dengan mudah dan cepat.

5. SARAN

Hasil penelitian ini tidak jauh dari kekurangan-kekurangan yang dapat dikembangkan di penelitian selanjutnya. Adapaun kekurangan tersebut yaitu :

- a. Prototype algoritma genetika belum dapat mengolah data berskala besar dengan maksimal untuk menghasilkan penjadwalan yang optimal.
- b. Untuk pengolahan data penjadwalan sebaiknya diolah melalui *server* yang memiliki kapasitas besar sehingga tidak mempunyai batas waktu eksekusi ketika iterasi.
- c. Untuk pengembangan penelitian lebih lanjut tentang penjadwalan praktikum sebaiknya ditambahkan kontstrain tentang waktu yang tidak bisa yaitu jadwal teori dari masing-masing dosen sehingga jadwal yang terbentuk akan lebih optimal dengan memperhatikan jadwal teori yang sudah ada sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Mardiyono, "An Intelligent System For Course Scheduling In Higher Educations," *Int. J. Inf. Technol. Bus. Manag.*, vol. 31, no. 1, 2014.
- [2] K. Setemen, "Implementasi Algoritma Genetika Dalam Pengembangan Sistem Aplikasi Penjadwalan Kuliah," *J. IKA*, vol. 8, no. 1, pp. 56–68, 2010.
- [3] A. F. Edi Sugiarto, Sri Winarno, "PENJADWALAN PERKULIAHAN OTOMATIS BERBASIS FUZZY LOGIC DAN GENETIC ALGORITHM PADA UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO," *Techno.COM*, vol. 14, no. 4, pp. 315–328, 2015.
- [4] U. siti masrurah maya, resti puspita, arini, "PENGEMBANGAN APLIKASI PENJADWALAN KEGIATAN PELATIHAN TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI DENGAN ALGORITMA GENETIKA (STUDI KASUS : BPRTIK)," *J. Online Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 76–81, 2016.
- [5] A. Oluwasefunmi 'Tale Arogundade Adio T, Akinwale Omotoyosi M, "A Genetic Algorithm Approach for a Real-World University Examination Timetabling Problem," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 12, no. 5, 2010.
- [6] D.-Y. L. and H.-Y. Liu, "Combined ship allocation, routing and freight assignment in tramp shipping," *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 47, no. 4, pp. 414–431, 2011.
- [7] Y. S. Andrie Tri Laksono, Meinarini Catur Utami, "SISTEM PENJADWALAN KULIAH MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA GENETIKA (STUDI KASUS: FAKULTAS KEDOKTERAN DAN KESEHATAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA)," *urnal Sist. Inf.*, vol. 9, no. 2, pp. 177–188, 2016.
- [8] S. L. Yadav, "Study of the various selection techniques in Genetic Algorithms," *Int. J. Eng. Sci. Math.*, vol. 6, no. 3, pp. 198–204, 2017.
- [9] V. G. U. Rudy Hartadi, Arief Hidayat, "Perancangan Aplikasi Penjadwalan Mata Kuliah

(Studi Kasus : STMIK Provisi Semarang),” J. Komput. Inform., vol. 4, no. 1, pp. 31–40, 2016.

[10]Suyanto, "Algoritma Optimasi Deterministik atau Probabistik". Graha Ilmu, 2010.

[11]N. R. Y. A. Sukarna, Rahmat Syam, “GENETIC ALGORITHM AND ITS APPLICATION TO SCHEDULING THE LECTURE AT DEPARTMENTOF MATHEMATICS FMIPAUNM,” J. Math. Comput. Stat., vol. 1, no. 1, pp. 41–47, 2015.
