APLIKASI PENJADWALAN KULIAH JURUSAN TEKNIK KOMPUTER UNIVERSITAS KOMPUTER INDONESIA MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Selvia Lorena Br.Ginting[1], Hamdan Nursidik[2]
[1,2]Jurusan Teknik dan Ilmu Komputer, Program Studi Sistem Komputer UNIKOM Bandung
Jl. Dipatiukur No.112 Bandung 40132
[1]selvialorena@yahoo.com, [2]hamdan.nursidik@gmail.com

Abstrak *– Penjadwalan kuliah adalah suatu proses untuk menerapkan event yang berisi komponen mata kuliah, dosen, kelas dan semester pada time slot yang berisi komponen waktu dan ruang. Pada saat ini di Jurusan Teknik Komputer Universitas Komputer Indonesia menggunakan aplikasi excel untuk membuat jadwal kuliah. Melihat hal tersebut dibutuhkan aplikasi penjadwalan lain yang menggunakan metode optimasi lain. Banyak metode yang digunakan dalam membuat optimasi penjadwalan kuliah salah satunya adalah algoritma genetika. Algoritma genetika merupakan suatu metode heuristik yang dikembangkan berdasarkan prinsip genetika dan proses seleksi alamiah teori evolusi Darwin. Proses pencarian penyelesaian atau proses terpilihnya sebuah penyelesaian dalam algoritma genetika berlangsung sama seperti terpilihnya suatu individu untuk bertahan hidup dalam proses evolusi, sehingga individu yang terbaik akan lebih besar untuk bertahan dibandingan individu yang lebih buruk. Dari algoritma genetika ini memungkinkan jadwal yang dibuat akan lebih cepat. Aplikasi ini dibuat mengunakan pemograman berbasis website karena banyak yang menggunakan dan lebih mudah dalam penerapannya. Dalam aplikasi tersebut admin memasukkan parameter yaitu: data pengampu, data dosen, data ruang, data waktu, data mata kuliah, data kelas dan data absen. Lalu untuk mebuat jadwal kuliah admin melakukan proses generate jadwal. Bedasarkan hasil pengujian semakin besar nilai kromosom yang dibangkitkan dan maksimum generasi, maka nilai fitness yang dihasilkan akan lebih medekati 1, waktu dan penggunaan memori akan lebih besar. Selanjutnya perbedaan spesifikasi laptop sangat berpengaruh dalam waktu generate jadwal kuliah, semakin tinggi spesifikasi semakin cepat proses generate-nya. Dan yang terakhir jumlah data gen dalam kromosom sangat mempengaruhi waktu dan jumlah penggunaan memori, selain itu semakin kecil jumlah gen data pengampu semakin kecil jadwal yang bentrok.*

Kata kunci *- Algoritma Genetika, Penjadwalan Kuliah, pemograman website.*

I. PENDAHULUAN

Penjadwalan merupakan suatu proses pengorganisasian waktu untuk mendapatkan waktu yang efektif dan optimal. Penjadwalan memiliki banyak aspek kebutuhan dalam penyusunan penjadwalan sesuai kegiatan yang membutuhkan adanya suatu penjadwalan. Semakin kompleks permasalahan penjadwalan, Maka semakin banyak apek-aspek yang dibutuhkan. Aspek-aspek yang telah ditentukan tersebut dapat dijadikan batasan-batasan dalam penyusunan penjadwalan yang bersifat terpenuhi (*hard constraint*) dan tidak terpenuhi (*soft constraint*) yang akan menjadi acuan dalam proses penyusunan penjadwalan dan salah satunya adalah proses penjadwalan kuliah[13].

Proses penjadwalan kuliah adalah suatu proses untuk menerapkan event yang berisi komponen mata kuliah, dosen, kelas dan semester pada time slot yang berisi komponen waktu dan ruang. Jika menggunakan sistem manual maka masalah ini membutuhkan waktu proses yang cukup lama untuk pencarian solusinya, terlebih lagi bila ukuran permasalahan semakin besar dengan bertambahnya jumlah komponen dan tetapan atau syarat yang ditentukan oleh institusi tempat jadwal tersebut di gunakan.

Banyak metode yang digunakan dalam membuat optimasi penjadwalan kuliah salah satunya adalah algoritma genetika. Algoritma genetika merupakan suatu metode heuristik yang dikembangkan berdasarkan prinsip genetika dan proses seleksi alamiah teori evolusi Darwin. Proses pencarian penyelesaian atau proses terpilihnya sebuah penyelesaian dalam algoritma genetika berlangsung sama seperti terpilihnya suatu individu untuk bertahan hidup dalam proses evolusi[1][2].

Berdasarkan pengamatan membuat penjadwalan kuliah Jurusan Teknik Komputer Universitas Komputer Indonesia memiliki beberapa aspek yang harus dipertimbangkan untuk memperoleh jadwal kuliah. Oleh karena

itu perlu ditetapkan suatu batasan yang menjadi acuan dalam proses penyusunan jadwal kuliah yaitu waktu per-SKS, mahasiswa, jadwal dosen, matakuliah di masing-masing semester, hari perkuliahan dan ruangan kelasnya, Sehingga tidak terjadi bentrok perkuliahan baik itu ruangan, dosen ataupun mata kuliahnya.

II. TEORI PENUNJANG

A. Jadwal Kuliah

Penjadwalan Kuliah merupakan pengaturan penempatan waktu dan ruangan berdasarkan jumlah kuliah dan akademik sejenis, dengan memperhatikan sejumlah aturan yang berhubungan dengan kapasitas dan lokasi dari ruangan yang tersedia, waktu bebas yang diperlukan dan sejumlah aturan lain yang berkaitan dengan toleransi untuk dosen, dan hubungan antar mata kuliah khusus[13].

B. Algoritma Genetika

Algoritma ini ditemukan di Universitas Michigan, Amerika Serikat oleh John Holland (1975) melalui sebuah penelitian dan dipopulerkan oleh salah satu muridnya, David Goldberg (1989). Dimana mendefenisikan algoritma genetika ini sebagai metode algoritma pencarian berdasarkan pada mekanisme seleksi alam dan genetik alam[1].

Algoritma genetika merupakan evaluasi atau perkembangan dunia komputer dalam bidang kecerdasan buatan (artificial intelligence). Kemunculan algoritma genetika ini terinspirasi oleh teori Darwin dan teori-teori dalam ilmu biologi, sehingga banyak istilah dan konsep biologi yang digunakan dalam algoritma genetika, karena sesuai dengan namanya, proses-proses yang terjadi dalam algoritma genetika sama dengan apa yang terjadi pada evaluasi biologi[1].

Dalam teori evolusi Darwin, suatu individu tercipta secara acak kemudian berkembang biak melalui proses reproduksi sehingga terbentuk sekumpulan individu sebagai populasi. Setiap individu dalam populasi mempunyai tingkat kebugaran yang berbeda-beda. Tingkat kebugaran ini menentukan seberapa kuat untuk tetap betahan hidup dalam populasinya. Sebagian individu tetap bertahan hidup dan sebagian lainnya mati.

Pada dasarnya, algoritma genetika merupakan metode pencarian yang didasarkan pada proses evolusi alamiah, yaitu terbentuknya populasi awal secara acak yang terdiri dari individu-individu dengan sifat yang bergantung pada gen-gen dalam kromosomnya. Individu-individu melakukan proses reproduksi untuk melahirkan keturunan. Sifat keturunan dibentuk dari kombinasi sifat kedua induknya atau mewarisi sifat-sifat induknya[1].

C. Bahasa Pemograman Web

Bahasa pemograman web merupakan bahasa yang digunakan untuk membuat sebuah web. Adapun bahasa yang digunakan untuk membangun aplikasi ini adalah PHP, HTML, JavaScript, dan CSS[3].

D. Basis Data

Basis data adalah kumpulan informasi yang disimpan di dalam komputer secara sistematik sehingga dapat diperiksa menggunakan suatu program komputer untuk memperoleh informasi dari basis data tersebut. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengelola dan memangil kueri (*query*) basis data disebut sistem manajemen basis data (*database management sistem, DBMS*)[7].

E. UML (Unified Modelling Language)

UML merupakan bahasa yang telah menjadi standar untuk melakukan perancang, *visualisasi* dan mendokumentasikan sistem pada piranti lunak, dengan UML kita dapat memodelkan aplikasi yang dapat berjalan pada sistem operasi dan dapat ditulis menggunakan berbagai macam bahasa pemrograman, namun bahasa pemrograman yang sering digunakan dalam pembuatan *software* yaitu bahasa yang berorientasi objek seperti C++, JAVA, C# atau VB.NET [9].

F. Perangkat Lunak Pendukung

Perangkat Lunak yang digunakan untuk membuat dan menjalankan aplikasi ini adalah Netbeans IDE sebagai media membuat aplikasi penjadwalan, MySQL sebagai media penyimpanan data, dan XAMPP sebagai media penghubung *database* dan untuk menjalankan aplikasi[5][6].

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Berikut adalah analisis dan perancangan sistem yang dibuat:

A. Analisis Sistem

Tahap analisis sistem ini akan menganalisis sistem dari aplikasi penjadwalan kuliah, selanjutnya akan menganalisis pada tahap awal pembuatan aplikasi.

a. Analisis Masalah

Saat ini di Jurusan Teknik Komputer Universitas Komputer Indonesia masih sangat kesulitan dalam mengatur penjadwalan kuliah secara manual. Karena dalam membuat penjadwalan kuliah memiliki banyak aspek-aspek yang harus dipenuhi, dimulai dari komponen mata kuliah, dosen, kelas dan semester pada time slot yang berisi komponen waktu dan ruang. Jika dengan menggunakan cara manual tersebuat pembuatan penjadwalan akan memakan waktu yang cukup lama.

Untuk mengoptimalkan penjadwalan tersebut, maka penulis akan membuat sofwere penjadwalan dengan metode algoritma genetika untuk mendapatkan jadwal yang efektif dan optimal dengan kata lain mahasiswa, dosen dan ruangan tidak akan mengalami jadwal yang bentrok antara satu matakuliah dengan matakuliah lainnya.

b. Analisis Kebutuhan Data

Analisis kebutuhan data digunakan untuk membantu pengumpulan data dalam perancangan aplikasi, berikut kebutuhan data yang diperlukan dalam perancangan aplikasi yang akan dibuat:

Tabel. 3.1 Tabel Analisis Data

Field Name	*Type*	*Description*
Data Waktu	Table	Merupakan data waktu yang digunakan dalam penjadwalan (hari dan jam)
Data Pengampu	Table	Merupakan data kuliah penjadwalan berisi dosen, mata kuliah yang diampu, kelas dan waktu.
Data Dosen	Table	Merupakan data dosen yang mengajar di dalam penjadwalan
Data Mata Kuliah	Table	Merupakan data mata kuliah yang ada di penjadwalan.
Data Kelas	Table	Merupakan data kelas yang tersedia di penjadwalan.
Data Ruang	Table	Merupakan data ruang yang tersedia di penjadwalan.
Data Absen	Table	Merupakan data absen dosen yang tersedia di penjadwalan.

B. Analisis Algoritma

Algoritma genetika merupakan suatu metode heuristic 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 Goldreg pada tahun 1980-an. Proses pencarian penyelesaian atau proses terpilihnya suatu individu untuk bertahan hidup dalam proses evolusi.

Pada dasarnya, algoritma genetika merupakan metode pencarian yang didasarkan pada proses evolusi alamiah, yaitu terbentuknya populasi awal secara acak yang terdiri dari individu-individu dengan sifat yang bergantung pada gen-gen dalam kromosomnya. Individu-individu melakukan proses reproduksi untuk melahirkan keturunan. Sifat keturunan dibentuk dari kombinasi sifat kedua induknya atau mewarisi sifat-sifat induknya.

Oleh karena itu algoritma genetika dapat menyelesaikan permasalahan penjadwalan perkuliahan yang sangat rumit dan kompleks. Algoritma genetika merupakan metode pencarian dimana dalam proses encoding (pengkodean) menghasilkan string yang kemudian disebut kromosom yang terdiri dari sekumpulan bit-bit. Bit-bit ini dikenal sebagai penyusun sebuah kromosom. Jadi satu kromosom terdiri dari gen-gen. Gen dalam kasus ini adalah urutan tabel mata kuliah, tabel dosen, jadwal ruangan dan waktu telah dikodekan terlebih dahulu sehingga membentuk suatu kromosom, berarti bahwa panjang kromosom akan sesuai dengan jumlah penjadwalan perkuliahan. Sedangkan individu merupakan kumpulan kromosom, dalam kasus ini satu individu memiliki satu kromosom. Sedangkan populasi, merupakan kumpulan individu yang telah ditentukan jumlahnya oleh user. Secara singkat algoritma genetika dapat dijelaskan dengan diagram alir pada gambar 3.1.

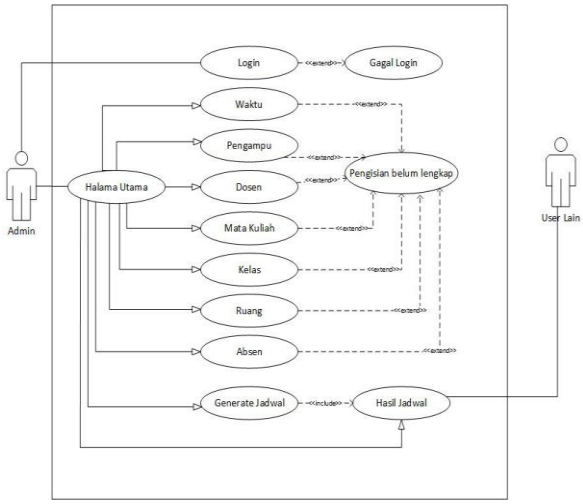


Gambar 3.1 Diagram Alir Algoritma Genetika

Pada Gambar 3.1 merypakan diagram alir algoritma genetika. Dimana proses algoritma genetika dimulai dari pengkodean data lalu pembentukan populasi awal, selanjutnya proses evaluasi *fitness*, proses seleksi *fitness*, perkawinan silang dan mutasi selalu berulang sampai mendapatkan hasil *fitness* = 1 atau maksimum generasi terpenuhi.

C. Pemodelan *Use Case* Diagram

Use Case Diagram adalah gambaran *graphical* dari beberapa atau semua aktor *use case*, dan interaksi diantaranya yang memperkenalkan suatu sistem. *Use case* diagram tidak menjelaskan secara detail tentang penggunaan *use case*, tetapi hanya memberi gambaran singkat hubungan antara *use case*, aktor, dan system pada *use case* diagram yang telah digambarkan, terdapat 2 aktor yang memiliki peranan, dan terdapat 13 *use case*. Gambaran *use case* aplikasi penjadwalan dapat dilihat pada gambar 3.2



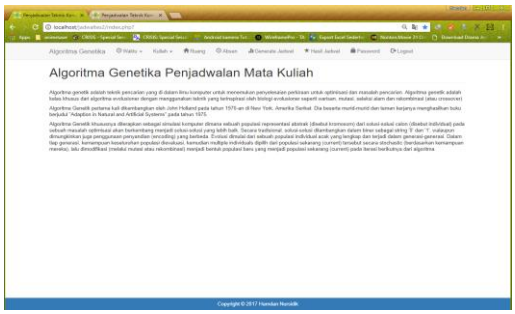
Gambar 3.2 Use case diagram sistem

IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

Adapun hasil pengujian dan analisa yang didapat dari pembuatan aplikasi ini adalah:

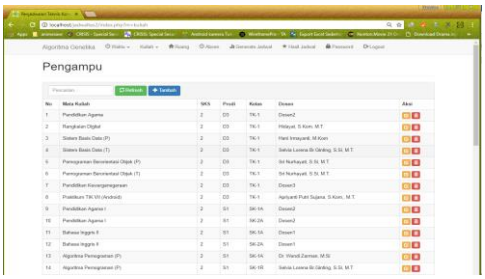
A. Implementasi Antarmuka

Antarmuka aplikasi merupakan screenshot aplikasi yang telah dibuat, dimana antamuka aplikasi ini merupakan tampilan yang akan digunakan oleh pengguna dalam menjalankan aplikasi Penjadwalan kuliah. Berikut ini terdapat beberapa halaman antarmuka aplikasi yang telah dibuat :



Gambar 4.1 Antarmuka Halaman Utama

Gambar 4.1 merupakan antarmuka halaman utama aplikasi penjadwalan setelah melakukan login. Pada halaman tersebut terdapat *menu bar* untuk mengakses halaman yang lain. Pada *menu bar* tersebut terdapat waktu yang berisi halaman (data waktu, hari dan jam), kuliah yang berisi halaman (pengampu, mata kuliah, dosen dan kelas), halaman ruang, halaman *generate* jadwal, halaman hasil jadwal, halaman *password* dan *logout*.



Gambar 4.2 Antarmuka Halaman Pengampu

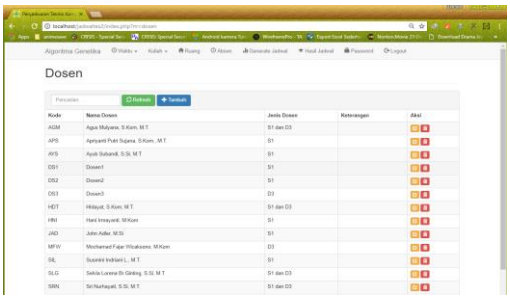
Gambar 4.2 merupakan antarmuka halaman pengampu aplikasi penjadawalan setelah masuk halaman utama. Pada halaman tersebut admin dapat melihat tabel pengampu, dan admin dapat menambah, mengubah dan menghapus tabel tersebut.



Gambar 4.3 Antarmuka Halaman Mata Kuliah

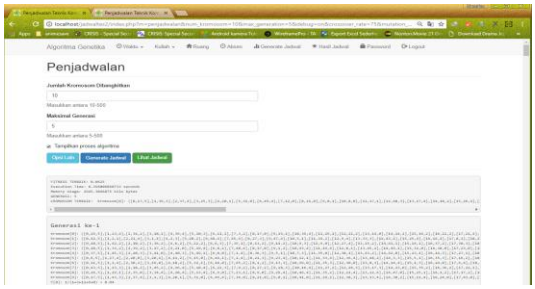
Gambar 4.3 merupakan antarmuka halaman mata kuliah aplikasi penjadawalan setelah masuk halaman utama. Pada halaman tersebut admin dapat melihat tabel matkul, dan

admin dapat menambah, mengubah dan menghapus tabel tersebut.



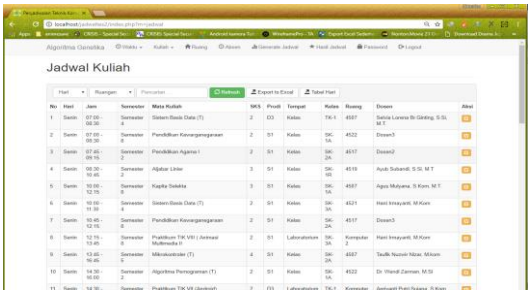
Gambar 4.4 Antarmuka Halaman Dosen

Gambar 4.4 merupakan antarmuka halaman dosen aplikasi penjadawalan setelah masuk halaman utama. Pada halaman tersebut admin dapat melihat tabel dosen, dan admin dapat menambah, mengubah dan menghapus tabel tersebut.



Gambar 4.5 Antarmuka Halaman Generate Jadwal

Gambar 4.14 merupakan antarmuka halaman *generate* jadwal aplikasi penjadawalan setelah masuk halaman utama. Pada halaman tersebut admin mengisi form jumlah kromosom yang dibangkitkan dan form maksimal generasi. Setelah itu admin meng-*klik generate* jadwal untuk membuat jadwal kuliah.



Gambar 4.6 Antarmuka Halaman Hasil Jadwal

Gambar 4.6 merupakan antarmuka halaman hasil jadwal aplikasi penjadawalan setelah melakukan *generate* jadwal. Pada halaman tersebut admin dapat melihat tabel jadwal, dan admin dapat mengubah dan meng-*export* ke format excel tabel tersebut.

B. Pengujian

Berikut merupakan hasil pengujian aplikasi menggunakan metode black box sesuai skenario pengujian yang telah disusun.

a. Pengujian Alpha Black Box

Dari hasil pengujian Alpha yang telah dilakukan, berdasarkan hasil pengujian sistem dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini menghasilkan output yang diinginkan sesuai dengan tujuan dan fungsi pembuatan aplikasi tersebut.

1. Halaman Utama Admin

Ketika admin melakukan login lalu *username* dan *password* benar maka admin akan masuk ke halaman utama. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

2. Halaman Waktu

Ketika admin dapat melakukan menambah, mengubah dan menghapus tabel waktu di halaman waktu. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

3. Halaman Hari

Ketika admin dapat melakukan menambah, mengubah dan menghapus tabel hari di halaman hari. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

4. Halaman Jam

Ketika admin dapat melakukan menambah, mengubah dan menghapus tabel jam di halaman jam. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

5. Halaman Pengampu

Ketika admin dapat melakukan menambah, mengubah dan menghapus tabel pengampu di halaman pengampu. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

6. Halaman Mata Kuliah

Ketika admin dapat melakukan menambah, mengubah dan menghapus tabel

mata kuliah di halaman mata kuliah. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

7. Halaman Dosen

Ketika admin dapat melakukan menambah, mengubah dan menghapus tabel dosen di halaman dosen. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

8. Halaman Kelas

Ketika admin dapat melakukan menambah, mengubah dan menghapus tabel kelas di halaman kelas. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

9. Halaman Ruang

Ketika admin dapat melakukan menambah, mengubah dan menghapus tabel ruang di halaman ruang. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

10. Halaman Absen

Ketika admin dapat melakukan menambah, mengubah dan menghapus tabel absen di halaman absen. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

11. Halaman *Generate* Jadwal

Ketika admin dapat melakukan *generate* jadwal dan hasilnya di simpan di tabel jadwal. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

12. Halaman Hasil Jadwal

Ketika admin dapat mengubah tabel jadwal dan meng-*export* ke excel. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

13. Halaman Ganti *Password*

Ketika admin dapat mengubah *username* dan *password* admin. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

14. Log Out

Ketika admin dapat keluar dari halaman utama admin. Dari hasil pengujian *black box* keseluruhan fungsi berjalan dengan baik.

b. Pengujian Penjadwalan Kuliah

Pengujian penjadwalan kuliah dilakukan untuk mengetahui bagaimana metode algoritma genetika dalam membuat jadwal.

1. Pengujian Kromosom dan Generasi Terhadap Pembuatan Jadwal

Pengujian ini dilakukan untuk melihat bagaimana pengaruh jumlah kromosom yang dibangkitkan dan jumlah maksimum generasi. Pengujian dengan jumlah data pengampu sebanyak 20 dengan 4 dosen yang aktif, jumlah data ruang 5 ruang kelas dan 1 ruang laboratorium. Dari hasil pengujian didapatkan hasil semakin besar jumlah kromosom yang dibangkitkan dan maksimum generasi maka kesempatan jadwal kuliah bentrok semakin kecil namun waktu yang dibutuhkan untuk meng-generate akan semakin lama namun tidak lebih dari 5 menit, tetapi juga tergantung dari spesifikasi komputernya.

2. Pengujian Jumlah Data Pengampu Terhadap Pembuatan Jadwal

Pengujian selanjutnya adalah melihat pengaruh jumlah data pengampu terhadap penjadwalan. Pengujian dengan jumlah dosen yang aktif 4 orang, jumlah kromosom yang dibangkitan 10, maksimum generasi 5, jumlah data ruang 5 ruang kelas dan 1 ruang laboratorium. Dari hasil pengujian didapatkan hasil Dari pengujian tersebut diperoleh bahwa semakin sedikit jumlah data penganpu yang digunakan semakin kecil kesempatan jadwal kuliah.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, implementasi, pengujian dan analisa sistem pada aplikasi Penjadwalan Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengujian *black box* semua halaman aplikasi Penjadwalan Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika tidak semua berjalan yang diharapkan. Karena ada masalah dalam melakukan *generate* jadwal jika data pengampu besar. Selain itu masalah dalam melakukan ke *excel* tidak sesuai yang di harapkan.

2. Pada saat menggunakan aplikasi penjadwalan penggunaannya cukup mudah dan tampilan cukup dinamis.
3. Pada saat pengujian algoritma genetika dengan membedakan jumlah kromosom yang dibangkitkan dan maksimal generasi semakin tinggi maka dihasilkan jumlah waktu dan penggunaan memori semakin besar, lalu nilai *fitness* yang diperoleh akan medekati optimal atau 1.
4. Pada saat pengujian algoritma genetika dengan menggunakan dua laptop yang berbeda, maka speksifikasi laptop yang lebih tinggi akan menghasilkan waktu dalam proses *generate* jadwal lebih cepat.
5. Pada saat pengujian algoritma genetika dengan menggunakan data pengampu yang berbeda, maka data pengampu yang lebih kecil berkesempatan mendapatkan jadwal bentrok yang lebih kecil dibandingkan dengan data pengampu yang lebih besar.

B. Saran

Adapun saran untuk meningkatkan kinerja atau kemampuan sistem aplikasi pembelajaran komponen utama mesin kendaraan bermotor adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi tidak dapat melakukan *export* tabel excel dengan sempurna, maka diharapkan kedepannya aplikasi dapat melakukan *export* tabel excel dengan sempurna.
2. Laboratorium yang digunakan hanya laboratorium komputer 2, maka diharapkan semua laboratorium dapat dimasukkan ke dalam aplikasi penjadwalan.
3. Menggunakan metode optimasi lain selain metode algoritma genetika, misalnya tabu serach atau bee colony.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Zukhri, Z. 2014. Algoritma Genetika Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi, Yogyakarta: ANDI.

[2]. Sivandam,S. N., and Deepa, S. N., 2007. Introduction to Genetic Algorithms. New York: Springer Berlin Heidelberg.

[3]. Kusumadewi, S., 2003. Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya), Yogyakarta: Graha Ilmu.

[4]. Suyanto, 2008. *Evolutionary Computation* Komputasi Berbasis "Evoluasi" dan "Genetika". Bandung: Informatika.

[5]. Sianipar, R. H., 2015. HTML5 & CSS3. Bandung: Informatika.

[6]. Sianipar, R. H., 2015. Membangun Web Dengan PPH & Mysql, Bandung: Informatika.

[7]. Fathansyah, 2012. Basis Data. Bandung: Informatika.

[8]. Rosa, A.S., dan Shalahudin, M., 2013. Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur. Bandung: Informatika.

[9]. Munawar, 2005. Pemodelan Visual Dengan UML. Yogyakarta: Graha ilmu.

[10]. Hamilton, K., 2006. Learning UML 2.0. California: O'Reilly Media.

[11]. Suyanto, 2005. Algoritma Genetika dalam MATLAB. Yogyakarta: ANDI.

[12]. Patton, R, 2001. Software Testing. Indianapolis: Sams.

[13]. Setemen, K., 2008. Optimasi *Generate* Jadwal Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika dan *Tabu Search*, Jurnal IKA**, 8(1)**: 56 - 68.