



## SISTEM PENJADWALAN MENGAJAR DI SMA NU AL MA'RUF KUDUS MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Nor Wahyono, Agus Subhan Akbar, Joko Minardi  
Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara  
norwahyono@unisnu.ac.id, agussa@unisnu.ac.id, joxmin@unisnu.ac.id

### ABSTRACT

*At SMA NU Al Ma'ruf Kudus, the management of the teacher's teaching schedule related to rooms and classes still use conventional or manual methods and have not fully use computerized processing. Problems that arise in the beginning of each learning year is the occurrence of a schedule that collides with several students teacher. Starting from the background of the existing problems, the author designed the System Web-based information to be implemented for scheduling processing teaching at the NU Al Ma'ruf Kudus High School. In this study, the Genetic Algorithm method used to build a scheduling information system by completing complex optimization problems, which are difficult to perform by conventional methods. Results research shows that the Genetic Algorithm method can be used to build a teaching scheduling system. By generating a different task\_ID consists of subjects and teachers to produce the best fitness values in the shortest time short. From testing by generating as many as 10 chromosomes and 25 generations the best fitness value = 0.024, time = 126.99 seconds, in the 12th generation. (kosong satu spasi)*

**Keywords** : Genetic Algorithms, Fitness function, Optimization, Teaching Scheduling, Cromossom, Crossovers, Mutations

### ABSTRAK

*Di SMA NU Al Ma'ruf Kudus pengelolaan jadwal guru mengajar yang berkaitan dengan ruangan dan kelas masih menggunakan cara konvensional atau manual dan belum sepenuhnya menggunakan pengolahan komputerisasi. Permasalahan yang muncul dalam setiap awal tahun pembelajaran adalah terjadinya jadwal yang benturan pada beberapa guru. Berawal dari latar belakang permasalahan yang ada maka penulis merancang Sistem Informasi berbasis Web yang akan diimplementasikan untuk pengolahan penjadwalan mengajar di SMA NU Al Ma'ruf Kudus. Pada penelitian ini, metode Algoritma Genetika digunakan untuk membangun sistem informasi penjadwalan dengan menyelesaikan masalah optimasi kompleks, yang sulit dilakukan oleh metode konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Algoritma Genetika dapat digunakan untuk membangun Sistem penjadwalan mengajar. Dengan cara men-generate ID\_tugas yang terdiri mapel dan guru untuk menghasilkan nilai fitness yang terbaik dengan waktu yang singkat. Dari pengujian dengan membangkitkan sebanyak 10 kromosom dan 25 generasi di dapat nilai fitness terbaik = 0,024, waktu = 126.99 seconds, pada generasi ke-12.*

**Kata Kunci** : Algoritma Genetika, Fitness, Optimasi, Penjadwalan Mengajar, Kromosom, Pindah Silang, Mutasi.

### 1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan berbangsa, sebuah pendidikan mengambil peranan yang sangat penting untuk menjamin kelangsungan hidup dalam berbangsa dan bernegara. Karena pendidikan merupakan media untuk meningkatkan dan mengembangkan kualitas sumber daya manusia. Perkembangan teknologi pada era globalisasi ini telah berkembang pesat dan dapat dilihat dari pemakaian sistem informasi penjadwalan yang digunakan untuk memudahkan Tim pengembang kurikulum

dalam manajemen jadwal mengajar. Begitu juga perkembangan teknologi informasi yang berkembang di SMA NU Al Ma'ruf Kudus sudah waktunya untuk mengembangkan sistem informasi penjadwalannya agar dapat mengikuti perkembangan dan perubahan zaman.

Pemanfaatan teknologi sistem informasi ini sangat dibutuhkan oleh pihak yayasan dan sekolah untuk meningkatkan efisiensi dan produktifitas bagi sistem pembelajaran di sekolah. Penjadwalan merupakan kegiatan yang harus dimiliki oleh setiap guru untuk dapat membantu dalam melakukan aktifitas

kegiatan belajar mengajar sehari-hari. Begitu pentingnya penjadwalan dalam dunia sekolah agar sistem pembelajaran dapat berlangsung dengan baik dan lancar.

Di SMA NU Al Ma'ruf Kudus pengelolaan jadwal guru mengajar yang berkaitan dengan ruangan dan kelas masih menggunakan cara konvensional atau manual dan belum sepenuhnya menggunakan pengolahan komputerisasi. Saat ini di sekolah tersebut memiliki jumlah guru sebanyak 65 orang dan jumlah rombongan belajar 30. Sehingga tanpa pengaturan yang tepat dan bantuan sebuah Sistem Informasi akan menyulitkan Tim Kurikulum untuk membuat sebuah jadwal mengajar.

Permasalahan yang muncul dalam setiap awal tahun pembelajaran adalah terjadinya jadwal yang benturan pada beberapa guru, hal ini terjadi karena kesalahan sistem yang berjalan secara manual. Sehingga harus di revisi dalam pembuatannya. Hal ini tentunya akan menghambat berjalannya proses kegiatan belajar mengajar. Disamping itu permintaan yang berbeda-beda pada masing-masing guru pada jadwal penempatan hari dan ruang juga sangat berpengaruh dengan jadwal yang akan dirilis oleh Tim Kurikulum sekolah.

Dalam rangka menyusun jadwal yang baik, maka harus dilakukan korelasi antar komponen-komponen tersebut agar tidak terjadi kasus "tabrakan" jadwal. Tidak hanya tabrakan jadwal saja yang menjadi pertimbangan. Namun juga beberapa parameter lain, seperti tidak boleh terjadi pengulangan jadwal yang sama dalam satu hari, jumlah jam mengajar guru yang dibatasi, jumlah jam bagi siswa yang disesuaikan dengan tingkatan kelasnya. Dengan banyaknya permasalahan ini, tenaga manusia yang bertugas membuat jadwal tentunya besar kemungkinan akan mendapat kesulitan.

Oleh karena itu penting sekali dengan adanya Sistem Informasi yang berguna untuk mengolah data-data dalam penjadwalan sekolah. Sehingga dengan adanya sistem informasi pembelajaran ini, diharapkan tim kurikulum lebih efektif dalam mengolah penjadwalan sekolah agar sistem kegiatan pembelajaran dapat berjalan dengan tertib. Untuk guru nantinya akan mendapatkan jadwal secara individu sesuai dengan kelas yang tersedia pada pembelajaran yang ada.

Sehingga perlu digunakan sebuah sistem informasi yang terkomputerisasi menggunakan metode yang tepat, Metode yang terpilih untuk mengatasi masalah penjadwalan sekolah adalah metode Algoritma Genetika. Karena penerapan Metode Algoritma Genetika dapat digunakan untuk menyelesaikan penjadwalan matapelajaran, sehingga

dapat menghasilkan jadwal yang lebih akurat dengan aturan yang ada dalam waktu yang lebih singkat (Subanar, 2013).

Dengan memanfaatkan Algoritma Genetika dalam proses penjadwalan mengajar, maka tim kurikulum tidak perlu direpotkan dengan jumlah data yang berupa banyaknya kelas, guru, mapel, dan ruang yang tersedia. Karena, aplikasi dapat berjalan meskipun data yang ada pada database pendukung aplikasi diganti dengan jumlah data yang berbeda namun harus dengan jenis data dan format tabel yang sama (Puspaningrum, 2013).

Dari penjelasan diatas, maka dalam laporan tugas akhir ini penulis akan mengangkat judul "Sistem Informasi Penjadwalan Mengajar Di SMA NU Al Ma'ruf Kudus Menggunakan Algoritma Genetika"

## 2. KERANGKA TEORI

### 2.1. Algoritma Genetika.

Algoritma genetika (AG) adalah suatu algoritma pencarian yang berbasis pada mekanisme seleksi alam dan genetika. Algoritma genetika merupakan salah satu algoritma yang sangat tepat digunakan dalam menyelesaikan masalah optimasi kompleks, yang sulit dilakukan oleh metode konvensional. Algoritma genetika diperkenalkan pertama kali oleh John Holland (1975) dari Universitas Michigan. John Holland menyatakan bahwa setiap masalah yang berbentuk adaptasi (alami maupun buatan) dapat diformulasikan ke dalam terminologi genetika (Muliadi, 2014).

Sifat algoritma genetika adalah mencari kemungkinan dari calon solusi untuk mendapatkan solusi yang optimal dalam penyelesaian masalah. Ruang cakupan dari semua solusi yang layak, yaitu berbagai obyek diantara solusi yang sesuai, yang dinamakan ruang pencarian. Tiap titik didalam ruang pencarian mempresentasikan satu solusi yang layak. Tiap solusi yang layak dapat ditandai dengan nilai fitnessnya. Solusi yang dicari dalam algoritma genetika adalah titik (satu atau lebih) diantara solusi yang layak dalam ruang pencarian. Sifat pencarian inilah yang menyebabkan algoritma genetika baik untuk diterapkan dalam menyelesaikan masalah Penjadwalan Mengajar.

#### 2.1.1. Istilah dalam Algoritma Genetika.

Karena mengambil dari kaidah konsep genetika biologi, beberapa istilah dalam Algoritma Genetika juga mengambil konsep yang sama yaitu: (Suyanto, 2005)

1. Populasi, adalah sekelompok individu yang akan dicari penyelesaiannya dalam Algoritma Genetika.

2. Kromosom atau Individu, adalah satu permasalahan dan atau penyelesaian yang merupakan komponen iterasi.

3. Genotype (Gen), adalah bagian dari kromosom yang memiliki nilai tertentu dan bertugas menyusun kromosom menjadi individu utuh.

4. Nilai fitness, adalah derajat kebaikan suatu individu yang menentukan apakah individu tersebut berkualitas atau tidak.

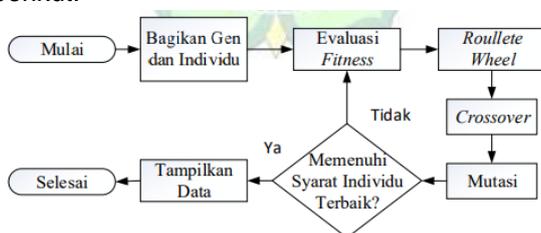
5. Generasi, adalah jumlah tingkatan peranakan sebuah kelompok populasi yang akan dikembangbiakkan menjadi populasi yang mutan, mengalami crossover dan mutasi beberapa kali sehingga menimbulkan generasi terbaik. Lebih jelas tentang istilah dalam algoritma genetika dapat dilihat pada table 3.1

### 2.1.2. Kelebihan Algoritma Genetika.

Algoritma genetika memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode komputasi konvensional antara lain: 1. Algoritma genetika tidak memerlukan kebutuhan matematis banyak mengenai masalah optimasi. 2. Kemudahan dan kenyamanan pada operator-operator evolusi membuat algoritma genetika sangat efektif dalam melakukan pencarian global. 3. Algoritma genetika menyediakan banyak fleksibilitas untuk digabungkan dengan metode heuristik yang tergantung domain, untuk membuat implementasi yang efisien pada masalah-masalah khusus.

### 2.1.3. Mekanisme Algoritma Genetika.

Secara umum, Algoritma Genetika dapat dijabarkan sebagai alur dan bagan pada gambar 1 berikut:



Gambar 1 Bagan Perulangan Algoritma Genetika

Sebelum Algoritma Genetika dijalankan, maka perlu didefinisikan fungsi fitness sebagai masalah yang ingin dioptimalkan. Jika nilai fitness semakin besar, maka sistem yang dihasilkan semakin baik. Fungsi fitness ditentukan dengan metode heuristik. Algoritma Genetika sangat tepat digunakan untuk penyelesaian masalah optimasi yang kompleks dan sukar diselesaikan dengan menggunakan metode konvensional.

### 2.1.4 Komponen-Komponen Algoritma Genetika

Algoritma Genetika mempunyai beberapa komponen yang mendukung kinerja sistem informasi, adapun komponennya adalah sebagai berikut (Suhartono, 2015).

#### 1. Pengkodean.

Teknik pengkodean adalah bagaimana mengkodekan gen dari kromosom, gen merupakan bagian dari kromosom. Satu gen akan mewakili satu variabel. Agar dapat diproses melalui algoritma genetika, maka alternatif solusi tersebut harus dikodekan terlebih dahulu kedalam bentuk kromosom. Masing-masing kromosom berisi sejumlah gen yang mengodekan informasi yang disimpan didalam individu atau kromosom.

#### 2. Inisialisasi Populasi Awal.

Inisialisasi populasi awal merupakan suatu metode untuk menghasilkan kromosom-kromosom awal. Jumlah individu pada populasi awal merupakan masukan dari pengguna. Setelah jumlah individu pada populasi awal ditentukan, dilakukan inisialisasi terhadap kromosom yang terdapat pada populasi tersebut. Inisialisasi dilakukan secara acak, namun tetap memperhatikan domain solusi dan kendala permasalahan yang ada

#### 3. Fungsi Evaluasi (Fungsi Fitness)

Fungsi evaluasi dalam algoritma genetika merupakan sebuah fungsi yang memberikan penilaian kepada kromosom (fitness value) untuk dijadikan suatu acuan dalam mencapai nilai optimal pada algoritma genetika. Nilai fitness ini kemudian menjadi nilai bobot suatu kromosom. Ada dua hal yang harus dilakukan dalam melakukan evaluasi kromosom, yaitu: evaluasi fungsi objektif (fungsi tujuan) dan konversi fungsi objektif ke dalam fungsi fitness.

Dengan  $a$  adalah bilangan yang kecil dan bervariasi [0-1] sesuai dengan masalah yang akan diselesaikan. Oleh karena itu fungsi fitness menjadi masalah atau penentu utama keberhasilan algoritma genetika. Didalam penelitian ini batasan atau constraint dalam penyusunan jadwal mengajar yang dijadikan fungsi objektifnya yaitu meminimumkan pelanggaran terhadap constraint yang telah ditentukan. Jadi persamaan diatas cocok dipakai pada kasus dalam penelitian ini (Ivan, Raphael and Agung, 2018)

### 2.1.5. Seleksi Roulette.

Seleksi Roulette adalah salah satu metode seleksi individu yang tetap melibatkan keanekaragaman populasi. Sesuai dengan

namanya, metode ini menirukan permainan Roulette Wheel di mana masing-masing individu menempati potongan lingkarannya pada roda Roulette secara proporsional sesuai dengan nilai fitness (Suyanto, 2005).

#### 2.1.6. Pindah Silang (Crossover.)

Pindah silang atau crossover adalah sebuah proses yang membentuk kromosom baru dari dua kromosom induk dengan menggabungkan bagian informasi dari masing-masing kromosom. Crossover menghasilkan kromosom baru yang disebut kromosom anak (offspring). Crossover bertujuan untuk menambah keanekaragaman string dalam satu populasi dengan penyilangan antar string yang diperoleh dari reproduksi sebelumnya.

#### 2.1.7. Mutasi.

Dalam dunia nyata, sebuah mutasi dapat terjadi akibat suatu proses. Begitu pula yang terjadi dalam Algoritma Genetika (Hermawanto, 2007). Secara umum, proses mutasi dilakukan dengan cara membangkitkan sebuah bilangan random yang kurang dari probabilitas mutasi (mutation rate) kemudian gen yang ada diubah menjadi nilai kebalikannya. Semisal 0 menjadi 1, 1 menjadi 0 (Suyanto, 2005).

#### 2.1.8. Permasalahan umum dalam algoritma Genetik

Meskipun Algoritma Genetika digunakan sebagai Suatu Alternatif Penyelesaian Permasalahan Searching, Optimasi yang cukup baik saat ini. Tetapi masih terdapat beberapa permasalahan yang perlu di perhatikan dalam menggunakan metode ini dalam proses pembuatan jadwal (Erama, 2014). Diantaranya adalah sebagai berikut. - Jumlah gen yang terlalu banyak akan menyebabkan proses generate jadwal menjadi sangat lama. - Untuk mencapai solusi yang diharapkan tentunya jumlah Individu yang dibangkitkan juga harus semakin kecil.

## 2.2. MySQL.

MySQL merupakan software system manajemen database (Database Management Systems/DBMS) yang sangat populer. Dikalangan pemrograman web, terutama di lingkungan Linux dengan menggunakan script PHP dan Perl. Software database ini kini telah tersedia juga pada platform sistem operasi Windows (Kustiyaningsih, 2011).

## 2.3. Flowchart

Flowchart (diagram alir) adalah bagan (chart) yang menunjukkan alir (flow) di dalam program atau prosedur istem secara logika. Flowchart merupakan metode untuk menggambarkan tahap-tahap pemecahan

masalah dengan mempresentasikan symbol-simbol tertentu yang mudah dimengerti, mudah digunakan dan standar. Tujuan penggunaan Flowchart adalah untuk menggambarkan suatu tahapan penyelesaian masalah secara sederhana, terurai, rapi, dan jelas dengan menggunakan symbol-simbol yang standar. Tahapan penyelesaian masalah yang disajikan harus jelas, sederhana, dan tepat.(Jogiyanto, 2001).

## 2.4. Pengertian ERD (Entity Relational Diagram)

ERD (Entity Relationship Diagram) adalah suatu model jaringan yang menggunakan susunan data yang disimpan dalam sistem secara abstrak (Al-Bahra bin Ladjamudin, 2013).

Komponen-komponen diagram Hubungan Entitas.

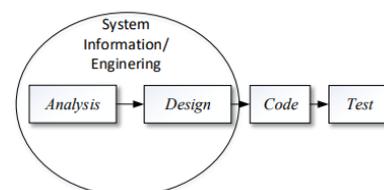
Notasi-notasi yang digunakan dalam ERD dengan notasi Chen (Shalahuddin and Sukamto, 2018), yaitu

## 2.5. Data Flow Diagram (DFD)

Data Flow Diagram (DFD) atau dalam bahasa Indonesia menjadi Diagram Alir Data (DAD) adalah representasi grafik yang menggambarkan aliran informasi dan transformasi informasi yang diaplikasikan sebagai data yang mengalir dari masukan (input) dan keluaran (output) (Shalahuddin and Sukamto, 2018).

## 2.6. Perancangan Perangkat Lunak.

Proses perangkat lunak adalah kerangka kerja yang memuat tugas-tugas yang diperlukan untuk membangun perangkat lunak yang berkualitas baik (Pressman, 2010). Terdapat beberapa teori dalam proses perancangan perangkat lunak, antara lain adalah Waterfall / Linear Sequential Process. Proses Waterfall merupakan metode software process yang paling klasik, dapat disebut juga dengan model sekuensial linier terdiri dari pendekatan sistematis berurutan untuk pengembangan perangkat lunak yang berisi proses analisis, desain, coding, pengujian, dan support (Pressman, 2010). Gambar 2 berikut menampilkan Linear Sequential Model:

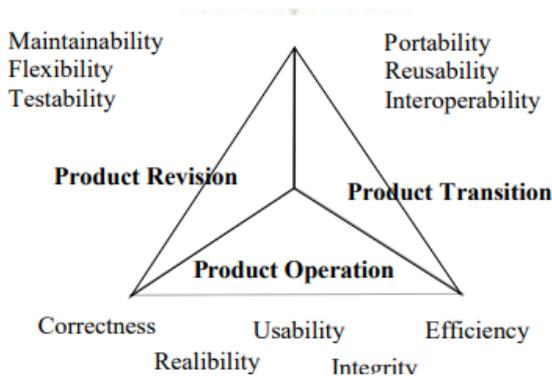


Gambar 2 Linear Sequential Software Model.

## 2.7. Kualitas Perangkat Lunak (Software Quality).

Kualitas Perangkat Lunak atau Software Quality adalah gabungan beberapa faktor yang mempengaruhi antara aplikasi dengan konsumen yang membutuhkan. Dalam hal ini, kualitas software diidentifikasi sebagai deskripsi dari aktifitas manusia dalam mengapresiasi sebuah software (Pressman, 2010).

karakteristik operasional, kemampuan untuk dalam menangani perubahan, dan kemampuan beradaptasi dengan lingkungan baru. Kategori tersebut digambarkan dalam gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3 Kualitas Perangkat Lunak menurut McCall

## 2.8. Kualitas Correctness.

Suatu program harus beroperasi dengan benar dengan parameter sejauh mana perangkat lunak dapat melakukan fungsi yang dibutuhkan. Ukuran yang paling umum untuk menilai faktor correctness atau kebenaran adalah error per KLOC (kilo lines of code), di mana cacat pada program didefinisikan sebagai ketidaksesuaian antara kode dengan persyaratan perangkat lunak. Ketika menilai kualitas keseluruhan produk perangkat lunak, error didefinisikan sebagai masalah yang dilaporkan oleh pengguna program setelah program telah dirilis untuk penggunaan umum (Pressman, 2010)

## 2.9. Kualitas Functionally.

Functionally merupakan faktor kualitas yang menunjukkan tingkat kemampuan menyediakan fungsi – fungsi yang diharapkan sehingga dapat memberikan kepuasan kepada pengguna (Pressman, 2010)

Faktor kualitas functionally dapat diuji dengan analisis fungsionalitas dari setiap komponen dari suatu perangkat lunak. Terdapat beberapa metode pengujian fungsionalitas. Salah satunya adalah metode black-box testing yang merupakan metode yang cocok untuk melakukan pengujian fungsionalitas perangkat lunak. black-box testing, atau juga disebut behavioral testing, adalah testing yang

terfokus pada kebutuhan fungsional dari suatu perangkat lunak. Pengujian ini memungkinkan analisis sistem memperoleh kumpulan kondisi input yang akan mengerjakan seluruh keperluan fungsional program (Pressman, 2010).

## 2.10. Kualitas Usability.

Usability adalah suatu usaha untuk mengukur tingkat kebergunaan sebuah program dan dapat diukur dari empat karakteristik: (1) keterampilan dan tingkat intelektual yang diperlukan untuk belajar sistem, (2) waktu yang dibutuhkan untuk penggunaan sistem secara efisien, (3) peningkatan produktivitas diukur ketika sistem ini digunakan oleh seseorang yang cukup efisien, dan (4) penilaian subyektif (dapat juga diperoleh melalui kuesioner) atau sikap pengguna terhadap sistem (Pressman, 2010)

Standar ISO 9126 mengategorikan usability sebagai faktor kualitas nonfungsional. Usability berkaitan langsung dengan bagaimana sebuah perangkat lunak digunakan oleh pengguna. Standar ISO 9126 membagi faktor kualitas usability menjadi beberapa subfaktor yaitu understandability, learnability, operability dan attractiveness (Hass, 2008)

Understandability berkaitan dengan tingkat kesulitan pengguna dalam mengerti bagaimana menggunakan perangkat lunak dalam konsep logis. Learnability berkaitan dengan bagaimana pengguna dapat belajar dalam menggunakan suatu perangkat lunak. operability berkaitan dengan bagaimana pengguna dapat menggunakan fungsi – fungsi dalam perangkat lunak. Sementara attractiveness berhubungan dengan bagaimana kemenarikan perangkat lunak sehingga pengguna mau menggunakannya (Hass, 2008).

## 2.11. Pengujian Black-Box.

Pengujian black-box berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak. Pengujian black-box memungkinkan perekayasa perangkat lunak mendapatkan serangkaian kondisi input yang sepenuhnya menggunakan semua persyaratan fungsional untuk satu program. Pengujian black-box berusaha menemukan kesalahan dalam kategori sebagai berikut:

1. Fungsi-fungsi yang tidak benar atau hilang.
2. Kesalahan interface.

3. Kesalahan dalam struktur data atau akses database eksternal.
4. Kesalahan kinerja.
5. Inisialisasi dan kesalahan terminasi.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan rangkaian tahapan penelitian yang tersusun secara sistematis. Tujuan dari metodologi penelitian adalah agar penelitian mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian.

#### 3.1 Pengumpulan Data.

Sumber informan dalam uji kualitas usability adalah personal pembuat jadwal di sekolah terkait (SMA NU Al Ma'ruf Kudus) dan guru TIK yang memahami alur aplikasi. Pemilihan sumber informan ini dititikberatkan pada orang yang memang berkecimpung dalam dunia penjadwalan sekolah (Staf kurikulum atau pembuat jadwal) dan guru TIK yang memiliki pemahaman terhadap aplikasi.

Ada tiga pendekatan yang penulis lakukan untuk memperoleh informasi-informasi atau pengumpulan data ini diantaranya adalah:

##### a. Wawancara.

Wawancara adalah percakapan langsung yang dilakukan oleh dua pihak dengan satu tujuan yang telah ditetapkan. Metode wawancara identik dengan interview.

##### b. Observasi

Observasi yang dilakukan adalah jenis observasi partisipan, karenanya dalam studi ini peneliti bertindak tidak hanya sebagai pengamat.

##### c. Dokumentasi.

Dokumentasi berasal dari kata dokumen yang mengandung arti barang-barang tertulis, maka metode dokumentasi berarti mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, data guru, data ruang, data mata pelajaran, rekam jadwal, dan sebagainya.

##### d. Studi Pustaka (Library Research)

Studi pustaka merupakan metode yang dilakukan untuk menemukan dan mengumpulkan data atau informasi kasus dari referensi-referensi terkait. Referensi referensi ini dapat berupa buku-buku tentang metode penjadwalan, jurnal-jurnal atau tulisan penelitian.

#### 3.1.2. Lokasi Penelitian.

Lokasi penelitian untuk uji kemampuan dan pendekatan Algoritma Genetika untuk penjadwalan mata pelajaran sekolah dilakukan secara individu di

PC peneliti. Dalam hal ini pengujian terhadap kualitas dan kenaikan nilai fitness, kesesuaian fungsi objektif, dan kualitas software correctness, functionally dan portability.

#### 3.1.3. Data Penelitian.

Data yang mendukung dalam melakukan penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yaitu: 1) Data Primer adalah data yang diperoleh langsung dari objek data berupa data Nama guru, Nama kelas, data mata pelajaran, dan data lain yang mendukung proses pengambilan keputusan pembuatan jadwal mengajar. 2) Data Sekunder adalah data yang diperoleh dengan membaca dan mempelajari referensi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

#### 3.1.4. Alat Penelitian

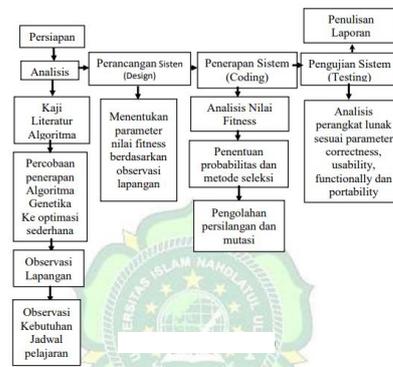
Pada pembangunan aplikasi ini menggunakan PHP dan MySQL sebagai medium penyimpanannya serta menggunakan algoritma genetika untuk optimalisasi penjadwalan. Spesifikasi hardware yang digunakan adalah PC Server HP Proliant ML 10 Gen 9.

#### 3.2. Prosedur Penelitian.

Dalam pengumpulan data pada penelitian ini dipergunakan berbagai teknik, yaitu wawancara, observasi dan dokumentasi. Ketiga teknik tersebut dipergunakan untuk memperoleh data dan informasi yang saling menunjang.

#### 3.3. Desain Penelitian.

Desain penelitian dikembangkan dari model pengembangan software linear dengan penambahan sub tahap seperti yang tertampil pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4 Desain Penelitian

#### 3.4. Teknik Pengumpulan Data.

##### 3.4.1. Teknik Pengaplikasian Algoritma Genetika.

Metode pada Algoritma Genetika memiliki beberapa tahap dan sekian perulangan. Dalam kasus ini, metode pada pembuatan jadwal kelas memiliki beberapa tahap seperti pada gambar 5 yaitu:

- 1) Pembangkitan individu.
- 2) Evaluasi fungsi objektif dan nilai fitness.
- 3) Penentuan nilai probabilitas.
- 4) Seleksi Roulette Wheel.
- 5) Crossover / Persilangan.
- 6) Mutasi
- 7) Pembangkitan individu baru

#### 3.4.2. Variabel yang Digunakan dalam Proses Algoritma Genetika

##### 1. Jumlah Individu per Populasi.

Jumlah individu per populasi ditentukan sendiri pada awal pemrograman. Semakin banyak jumlah individu per populasi.

##### 2. Jumlah Generasi (iterasi).

Jumlah generasi adalah jumlah maksimal iterasi / paket perulangan yang diperbolehkan. Variabel ini menentukan sampai berapa kali populasi awal akan berubah, jadi juga memiliki peran yang tak kalah penting dalam menampilkan jumlah variasi individu, yang akan berpengaruh terhadap hasil Algoritma Genetika.

##### 3. Fungsi Objektif dan Nilai Fitness.

Fungsi objektif adalah formula yang dibuat untuk mengukur derajat kualitas individu. Formula ini yang akan dibuat untuk menghitung angka nilai fitness.

##### 4. Tingkat Persilangan (cross over)

Tingkat persilangan adalah peluang untuk terjadi persilangan antara sepasang individu.

##### 5. Persentase Persilangan (crossover rate).

Persentase Persilangan merupakan angka persentase yang akan mempengaruhi berapa gen yang akan disilangkan.

##### 6. Tingkat Mutasi (mutation rate)

Variabel yang berupa angka persentase ini akan mempengaruhi cukup banyak terjadinya mutasi dalam suatu populasi. Variabel TM merupakan salah satu variabel yang berbentuk peluang.

##### 3.4.3. Pembangkitan Populasi Individu.

Populasi merupakan kumpulan beberapa individu. Semua populasi dalam Algoritma Genetika ini berasal dari satu populasi yaitu populasi awal. Solusi atau kromosom terbaik dari populasi awal ini akan dipertahankan, dan akan mengalami proses evolusi untuk mendapatkan kemungkinan solusi yang lebih baik.

##### 3.4.4. Evaluasi Nilai Fitness.

Untuk mengetahui baik tidaknya solusi yang ada pada suatu individu, setiap individu pada populasi harus memiliki nilai pembandingnya (fitness cost).

Sebelum melakukan penempatan jadwal kelas dilakukan dua buah pengecekan terlebih dahulu, yaitu pencarian hari dan jam yang masih kosong dan pengecekan prioritas yaitu pada hari dan jam mana yang paling tinggi prioritasnya.

Nilai fitness merepresentasikan tingkat kebugaran sebuah individu. Semakin tinggi nilai fitness, maka semakin tinggi pula tingkat kebugaran dan probabilitas untuk lolos seleksi. Nilai fitness dihitung berdasarkan tingkat error pada setiap individu. Tingkat error ini dicari dengan formula fungsi objektif.

##### 3.4.5. Penentuan Nilai Probabilitas.

Nilai probabilitas adalah angka yang dikembangkan dari nilai fitness pada tiap individu yang digunakan untuk penentuan peluang kelolosan dalam seleksi. Makin tinggi nilai fitness, makin tinggi pula probabilitas atau peluang untuk lolos seleksi.

Jadi, semakin tinggi nilai fitness, probabilitasnya semakin banyak dan peluang untuk lolos seleksi semakin tinggi.

##### 3.4.6. Seleksi Roulette Wheel.

Melanjuti tahap sebelumnya yaitu penentuan probabilitas, maka yang dilakukan adalah seleksi fitness. Dalam kasus ini yang digunakan adalah seleksi menggunakan Roulette Wheel (Mesin Roulette).

##### 3.4.7. Crossover (Persilangan).

Setelah menjalani proses seleksi, maka individu yang terpilih akan dilakukan Crossover. Tahapan ini akan menyilangkan dua individu yang ada dalam suatu populasi, untuk mendapatkan dua individu baru. Setelah tahap, maka akan didapat populasi baru yang jumlahnya 2 kali lipat dari populasi lama.

##### 3.4.8. Mutasi

Cara lain untuk mendapatkan individu yang baru yaitu dengan mutasi. Probabilitas terjadinya mutasi gen pada suatu kromosom sangatlah kecil, karena itu dalam penerapannya pada Algoritma Genetika, probabilitasnya seringkali dibuat kecil, lebih kecil dari  $\frac{1}{2}$  (mutation rate).

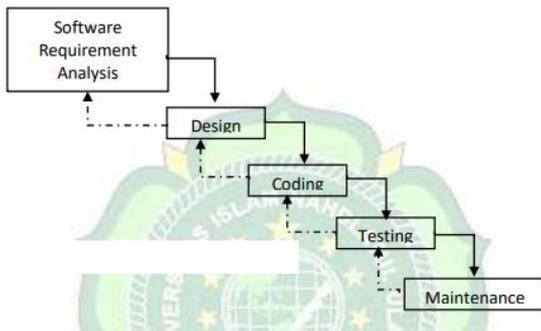
##### 3.4.9. Pembangkitan Populasi Baru

Satu populasi baru telah terbentuk dengan selesainya mutasi. Populasi baru tersebut akan

menjadi populasi awal bagi generasi selanjutnya dan Algoritma Genetika akan mengulang tahap 2 sampai 4 secara terus menerus sampai sejumlah generasi yang telah ditentukan.

### 3.5. Metode Pengembangan Perangkat Lunak.

Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem penjadwalan mengajar menggunakan algoritma genetika ini adalah metode waterfall. Alasan menggunakan metode ini adalah karena metode waterfall melakukan pendekatan secara sistematis dan berurutan dalam membangun suatu sistem. Tahapan dari metode waterfall adalah:



### 3.6. Penerapan Algoritma Genetika

Hasil penerapan dan perancangan untuk setiap bagian sistem Algoritma Genetika Penjadwalan Mata Pelajaran Sekolah adalah sebagai berikut:

#### 3.6.1. Pembangkitan Individu

Langkah paling awal dalam menentukan jalannya Algoritma Genetika adalah membangkitkan Individu. Individu dalam kasus penjadwalan adalah istilah untuk satu buah entitas penuh sebuah jadwal dalam satu minggu siklus jadwal.

#### 3.6.2. Kode Guru Mengajar.

Kode guru merupakan bentuk representasi array gen-gen dalam jadwal. Kode ini memiliki kemiripan langsung dengan kode mapel. Kode guru ini dibuat untuk pengisi slot-slot array pada skema jadwal.

#### 3.6.3. Parameter Jadwal dalam Penelitian.

Parameter jadwal adalah batasan dan mekanisme yang menunjukkan bagaimana jadwal tersebut dibuat. Adapun poin-poin parameter adalah sebagai berikut:

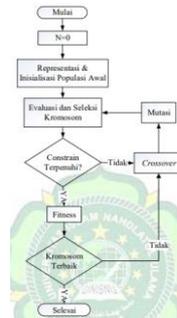
1. Setiap guru dapat mengajar pada setiap jurusan yang ada dan tingkat kelas yang berbeda, hal ini untuk memudahkan Tim kurikulum dalam membagi tugas tanpa menambahkan jumlah guru baru.
2. Jumlah tatap muka pelajaran siswa adalah 36 jam tatap muka dalam seminggu.
3. Jumlah jam mengajar guru sudah ditetapkan sesuai pembagian tugas dari sekolah.

4. Proses generate dilakukan setelah semua pembagian jam mengajar guru sudah diinput.

5. Jumlah Jam mengajar guru adalah 24 jam seminggu tatap muka

### 3.7. Analisis Sistem.

Tahap ini merupakan tahap analisa terhadap data-data yang telah berhasil dikumpulkan, terdiri dari analisa data masukan, analisa model dari algoritma genetika, dan analisa data keluaran.



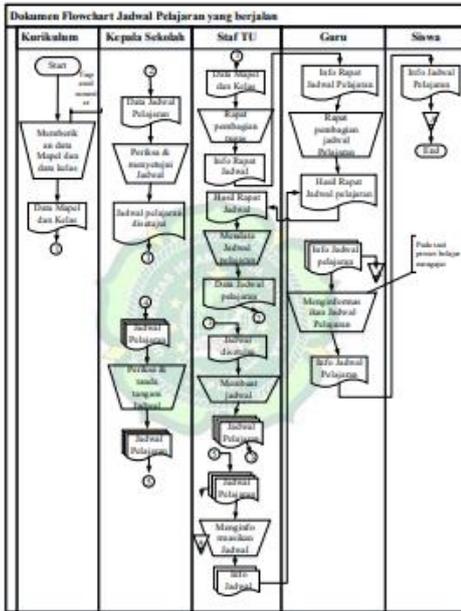
Gambar 5 flowchart Penjadwalan Mengajar menggunakan Algoritma Genetika.

#### 3.7.1. Perancangan Sistem

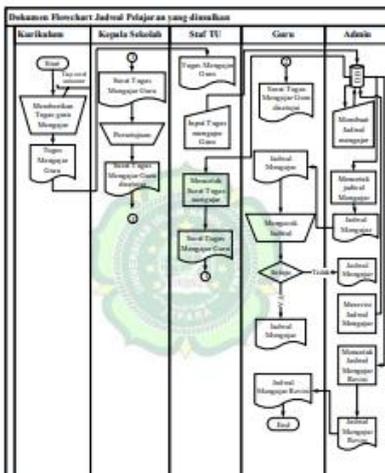
Perancangan berarti metode yang khusus digunakan untuk merancang hal-hal yang telah dianalisa dengan tujuan untuk memberikan kemudahan dan menyederhanakan suatu proses atau jalannya aliran data, perancangan terhadap model sistem, dan merancang bangun sistem ini.

#### 3.7.2. Document Flow

Berikut ini akan digambarkan document flow penyusunan jadwal guru pada SMA NU Al Ma'ruf Kudus. Dalam document flow yang masih manual dan system flow yang sudah terkomputerisasi ini menjelaskan proses penyusunan jadwal mengajar pada SMA NU AL Ma'ruf Kudus.



Gambar 6 Document Flow jadwal Mengajar yang berjalan

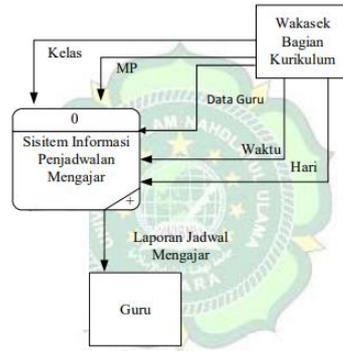


Gambar 7 Dokumen Flow Jadwal Mengajar Yang Diusulkan

3.7.3. Data Flow Diagram (DFD)

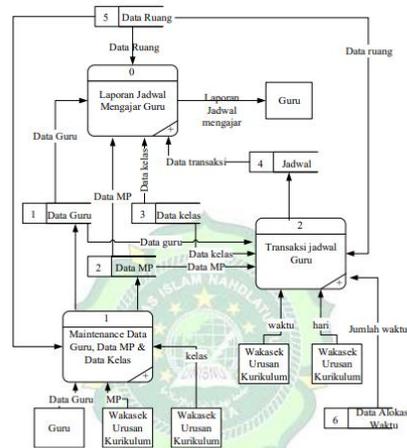
DFD dari sistem informasi penyusunan jadwal mengajar di SMA NU Al Ma'rif Kudus adalah sebagai berikut;

a. Context Diagram dari sistem informasi penyusunan jadwal mengajar pada SMA NU AL Ma'rif Kudus terdapat dua entity yang berhubungan langsung dengan sistem ini.



Gambar 8 Diagram Context Sistem Informasi Penjadwalan

b. DFD Level 0. DFD level 0 dari sistem informasi penyusunan jadwal mengajar untuk guru pada SMA NU AL Ma'rif Kudus adalah decompose dari context diagram.



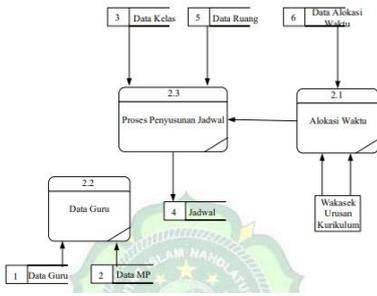
Gambar 9 DFD Level 0 Sistem Informasi Penjadwalan

c. DFD Level 1 Sub Proses Maentenance

DFD Level 1 sub proses maintenance dari sistem informasi penyusunan jadwal mengajar guru pada SMA NU Al Ma'rif Kudus menjelaskan tentang proses maintenance data guru, mata pelajaran dan kelas.

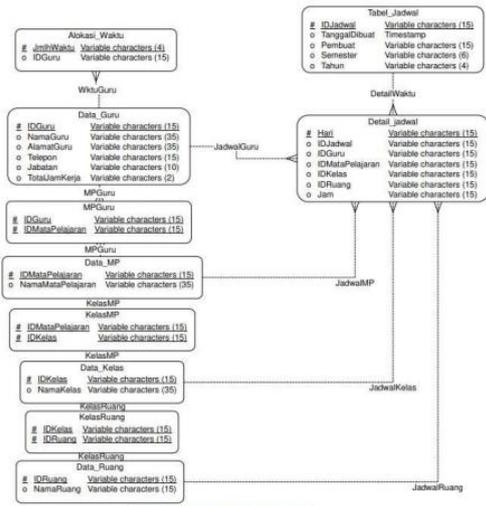
d. DFD Level 1 Sub Proses Transaksi

DFD Level 1 sub proses transaksi dari sistem informasi penyusunan jadwal mengajar guru pada SMA NU Al Ma'rif Kudus menjelaskan tentang proses alokasi waktu, mapping mata pelajaran.



Gambar 10 DFD Level 1 Sub Proses Transaksi

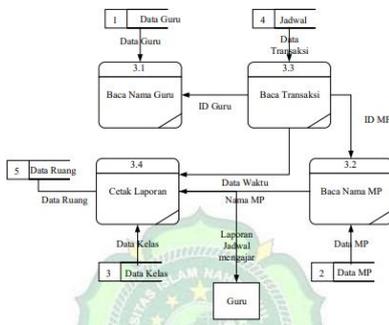
PDM adalah hasil generate dari CDM. Data tabel pada PDM inilah yang akan digunakan pada saat membuat aplikasi.



Gambar 13 PDM Sistem Informasi Penjadwalan

e. DFD Level 1 Sub Proses Laporan.

DFD Level 1 sub proses laporan dari sistem informasi penyusunan jadwal mengajar guru pada SMA NU AL Ma'rif Kudus menjelaskan proses baca nama guru, nama mata pelajaran, transaksi dan cetak laporan.



Gambar 11 DFD Level 1 Sub Proses Laporan

3.8. Implementasi.

Pada tahap ini dilakukan penyusunan perangkat lunak sistem (coding) sesuai dengan hasil perancangan sistem yang telah dibuat. Untuk mengimplementasikan sistem ini maka dibutuhkan perangkat pendukung, perangkat tersebut berupa perangkat keras dan perangkat lunak.

3.8.1. Perancangan User Interface (UI).

Di bawah ini terdapat gambaran user interface dari aplikasi sistem informasi penjadwalan SMA NU AL Ma'rif Kudus.

3.8.2 Desain Form Menu Utama.



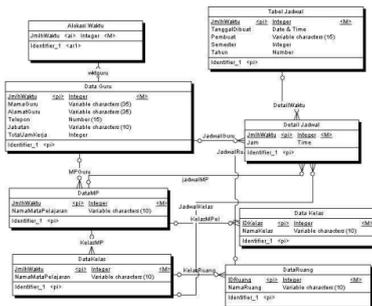
Gambar 14 desain Form Menu Utama

3.8.3. Desain Form Login

3.7.4. Entity Relationship Diagram (ERD)

Dibawah ini ERD dari sistem informasi penyusunan jadwal mengajar guru, adalah sebagai berikut;

a. CDM (Conceptual Data Model) CDM dari sisitem informasi penyusunan jadwal mengajar guru pada SMA NU AI Ma'rif Kudus terdapat 5 tabel.



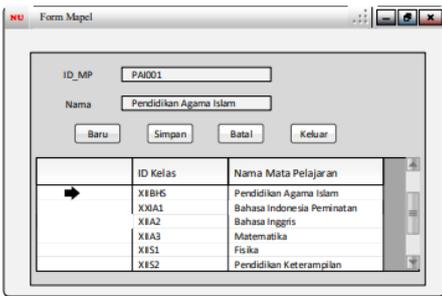
Gambar 12 CDM Sistem Informasi Penjadwalan

b. PDM (Physical Data Model)



Gambar 15 Desain Form Login

3.8.4. Desain Form Master Mata Pelajaran



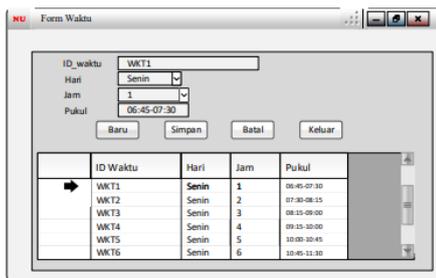
Gambar 16 Desain Form Mata Pelajaran

3.8.5. Desain Form Master Kelas.



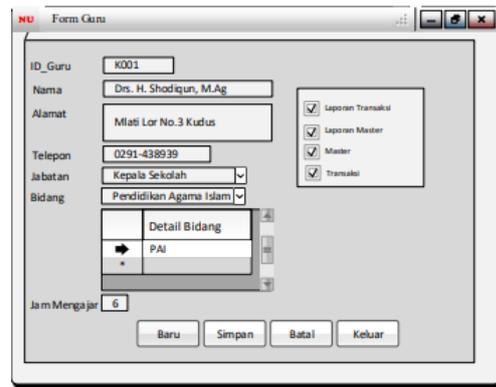
Gambar 17 Desain Form Kelas

3.8.6. Desain Form Master Waktu



Gambar 18 Desain Form Waktu

3.8.7. Desain Form Master Guru



Gambar 19 Desain Form Karyawan

3.9. Metode Pengujian.

Selanjutnya dilakukan pengujian (testing) terhadap perangkat lunak yang telah dibangun agar dapat diketahui hasilnya.

3.9.1. Contoh Perhitungan Algoritma Genetika Penjadwalan.

Penerapan algoritma genetika dalam penjadwalan sangat sering digunakan, baik untuk penjadwalan shift kerja, penjadwalan ujian, atau penjadwalan mata pelajaran. Algoritma genetika memberikan solusi yang tidak bisa dipecahkan dengan metode konvensional.

3.10. Perhitungan Algoritma Genetika.

Sebelum melangkah ke tahap bagaimana algoritma genetika dalam penjadwalan, harus dipahami cara menentukan nilai fitness.

3.11. Pembangkitan Generasi Awal.

Sebelum pembangkitan generasi awal, ada beberapa pengaturan yang harus dibuat ketika merancang aplikasi Penjadwalan menggunakan Algoritma Genetika.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tahap Implementasi

Tahapan implementasi merupakan tahapan dimana suatu sistem atau perangkat lunak yang telah dianalisa, dirancang dan selanjutnya akan direalisasikan sebagai serangkaian program, lalu diuji kelayakannya.

4.2. Implementasi Interface Menu Beranda

Setelah tahap analisa dan perancangan selesai dilakukan, maka dilanjutkan dengan tahap implementasi sistem dari hasil analisa yang telah diperoleh dan mengimplementasikan hasil perancangan interface yang telah dibuat.

Berikut ini akan dijelaskan mengenai hasil implementasi dari rancang bangun sistem penjadwalan mengajar ini, dimana pada sistem penjadwalan ini memiliki 9 menu utama, yaitu menu Jurusan, Kelas, Ruang, Jam, Hari, Mapel, Guru, Tugas, dan Generate.



Gambar 20 Interface Menu Beranda

Interface pada Gambar 20 merupakan tampilan yang akan muncul pertama sekali ketika user menjalankan aplikasi penjadwalan sistem ini.

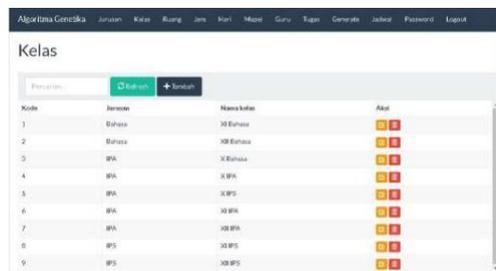
### 1.2.1. Implementasi Interface Menu Pengaturan.



Gambar 21 Hasil implementasi Interface Jurusan.

merupakan tampilan dari menu Jurusan yang digunakan untuk memasukkan data jurusan yang tersedia di sekolah kedalam database.

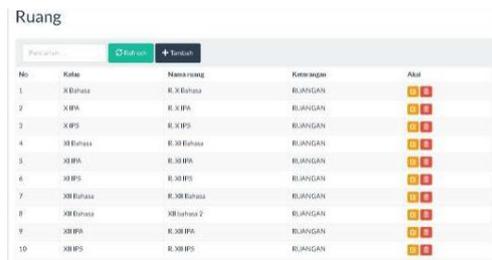
### 1.2.2. Hasil implementasi Interface Kelas.



Gambar 22 Hasil implementasi Interface Kelas.

merupakan implementasi tampilan menu Kelas. Menu ini digunakan untuk menambahkan kelas sesuai dengan jumlah rombongan yang tersedia di sekolah.

### 1.2.3. Hasil implementasi Interface Ruang.



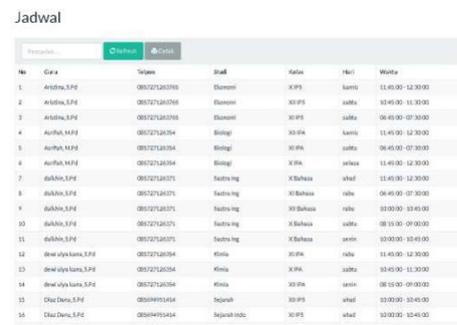
Gambar 23 Hasil implementasi Interface Ruang.

### 1.2.4. Hasil implementasi Interface Generate.



Gambar 24 Hasil implementasi Interface Generate.

### 4.3. Proses Generate Jadwal.



Gambar 25 Jadwal hasil generate proses algoritma genetika.

### 4.4. Pengujian Sistem

Setelah tahap implementasi selesai, maka dilanjutkan dengan pengujian dari implementasi yang telah dibuat. Pengujian sistem dilakukan dengan tujuan untuk menjamin sistem.

### 4.5. Pengujian Blackbox.

Pengujian sistem dilakukan untuk memeriksa kinerja antar komponen sistem yang diimplementasikan. Tujuan utama dari pengujian sistem adalah untuk memastikan bahwa elemen-elemen atau komponen-komponen dari sistem telah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

### 4.6. Pengujian Performansi.

Pengujian performansi merupakan pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali menggunakan nilai parameter default dan nilai parameter masukan dari user terhadap sistem penjadwalan mengajar.

## 5. SIMPULAN

Setelah menyelesaikan serangkaian tahapan-tahapan dalam menerapkan algoritma genetika pada sistem penjadwalan mengajar maka dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Banyaknya tugas mengajar ditentukan dari jumlah mata pelajaran, guru, dan waktu yang tersedia, sehingga akan berpengaruh besar terhadap banyaknya gen yang dibangkitkan pada masing-masing kromosom.
2. Semakin besar jumlah tugas mengajar maka menghasilkan jumlah kromosom semakin banyak, sehingga proses generate jadwal menjadi berat dan lambat. Hal ini terlihat pada tabel 4.6
3. Besarnya nilai generasi yang digunakan saat proses generate bertujuan untuk memberikan waktu atau kesempatan yang lebih lama untuk mencapai solusi yang lebih baik.

## SARAN

Adapun saran-saran yang diajukan oleh penulis untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu:

1. Didalam penelitian ini hanya menggunakan mata pelajaran inti saja yang berjumlah 4 mapel yaitu PAI, PKN, B. Indonesia, B. Inggris karena keterbatasan waktu dalam proses generate. Untuk penelitian berikutnya diharapkan dapat menambahkan seluruh mapel yang tersedia berdasarkan kurikulum 2013 yang berjumlah 19 Mapel untuk masing-masing tingkat kelas dan jurusan.
2. Adanya keterbatasan jumlah kromosom yang semakin banyak maka semakin berat program di generate, maka perlu dipertimbangkan penggunaannya untuk penjadwalan mengajar dalam skala besar.
3. Dapat dikembangkan sistem penjadwalan mengajar yang diintegrasikan dengan absensi daftar hadir guru, sehingga atasan dapat memonitoring keaktifan proses kegiatan belajar mengajar

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Bahra bin Ladjamudin (2013) 'Analisis dan Desain Sistem Informasi', Analisis dan Desain Sistem Informasi. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Erama, rahma (2014) 'Modifikasi Algoritma Genetika untuk Penyelesaian Permasalahan Penjadwalan Pelajaran Sekolah', IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems), 8(2), pp. 111–120. doi: 10.22146/ijccs.6539.

- Erery, S., Irawan, B. and Ilhamsyah (2014) 'Aplikasi Jadwal Perkuliahan Dengan Metode Algoritma Genetika Menggunakan Visual Basic.Net', Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi Untan, 02(3), pp. 30–39.
- Hass, N. (2008) 'IATF certification to ISO standards', Qualitaet und Zuverlaessigkeit.
- Hermawanto, D. (2007) 'Algoritma Genetika Dan Contoh Aplikasinya', IlmuKomputer.com.
- Ivan, I., Raphael, S. and Agung, H. (2018) 'Aplikasi Penjadwalan Mata Pelajaran Di Sman 31 Menggunakan Algoritma Genetika Berbasis Web', Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer, 9(1), pp. 641–656. doi: 10.24176/simet.v9i1.2010.
- Ivan, I., Raphael, S. and Agung, H. (2018) 'Aplikasi Penjadwalan Mata Pelajaran Di Sman 31 Menggunakan Algoritma Genetika Berbasis Web', Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer, 9(1), pp. 641–656. doi: 10.24176/simet.v9i1.2010.
- Jogiyanto, H. M. (2001) 'Analisa dan Desain Sistem Informasi, edisi kedua', Yogyakarta: Andi Offset.
- Kustiyaningsih, Y. (2011) Pemrograman Basis Data berbasis Web Menggunakan PHP dan MySQL. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- McConnel, M. B. and Galligan, D. T. (2004) 'The use of integer programming to select bulls across breeding companies with volume price discounts', Journal of Dairy Science. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73491-8.
- McConnel, M. B. and Galligan, D. T. (2004) 'The use of integer programming to select bulls across breeding companies with volume price discounts', Journal of Dairy Science. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73491-8.
- Nielsen, J. (1994) 'Usability inspection methods', in Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings. doi: 10.1145/259963.260531.
- Pressman, R. S. (2010) Software Engineering: a practitioner's approach., McGraw-Hill, New York.
- Puspaningrum, W. A. (2013) 'Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika di Jurusan Sistem Informasi ITS', 2(1), pp. 127–131.
- Shalahuddin, M. and Sukamto, R. A. (2018) Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek Edisi Revisi, Jurnal Pilar Nusa Mandiri.
- Subanar, M. desak D. U. P. (2013) 'Penerapan Algoritma Genetika Untuk Menyelesaikan Permasalahan Penjadwalan Perawat Dengan Fuzzy Fitness Function', IJCCS, Vol.6, No.2, July 2012, pp. 11–22, 6(2). doi: 10.22146/ijccs.2148.

Suhartono, E. (2015) 'Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah dengan Algoritma Genetika ( Studi Kasus di AMIK JTC Semarang )', Infokam.

Suyanto (2005) 'Algoritma Genetika Dalam Matlab', Andi Offset, Yogyakarta, Indonesia. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphotochem.2015.06.007>.