

SISTEM PENJADWALAN MATA PELAJARAN PADA SMK XY DENGAN ALGORITMA GENETIKA

Achmad Noe'man¹, Tyastuti Sri Lestari², Ajif Yunizar Pramata Yusuf³
^{1,2,3} Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Fakultas Ilmu Komputer Prodi Informatika
¹ achmad.noeman@dsn.ubharajaya.ac.id, ² tyas@dsn.ubharajaya.ac.id
³ ajif.yunizar.pramata.yusuf@dsn.ubharajaya.ac.id

Abstract

Scheduling is a process of compiling and making teaching and learning schedules which are carried out repeatedly every one semester. The goal to be achieved in this research activity is to obtain various materials needed for making subject scheduling applications, including being able to design a subject scheduling system that can meet the learning needs of schools and can find out the benefits of implementing the scheduling information system for SMK XY. In this study, an information system for scheduling subjects was made that would help SMK XY in managing the schedule of subjects more effectively and efficiently. The method used in this study uses the Genetic Algorithm method. Genetic Algorithm that runs by utilizing a scientific selection process known as the evaluation process, so that it can be used to generate scheduling according to existing data. The final result of the subject scheduling information system using genetic algorithms, namely the schedule of subjects at SMK XY can be obtained faster because there is already a genetic algorithm calculation in the scheduling system, so that it can be optimal in scheduling subjects at SMK XY.

Keywords : *Scheduling; Genetic Algorithm;*

Abstrak

Penjadwalan adalah suatu proses penyusunan dan pembuatan jadwal belajar mengajar yang dilakukan secara berulang setiap satu semester. Tujuan yang ingin dicapai dalam kegiatan penelitian ini adalah mendapat berbagai materi yang dibutuhkan untuk pembuatan aplikasi penjadwalan mata pelajaran, diantaranya yaitu dapat merancang sistem penjadwalan mata pelajaran yang dapat memenuhi kebutuhan pembelajaran sekolah serta dapat mengetahui manfaat dengan terapkannya sistem informasi penjadwalan tersebut bagi SMK XY. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan sistem informasi untuk penjadwalan mata pelajaran yang akan membantu pihak SMK XY dalam mengelola jadwal mata pelajaran dengan lebih efektif dan efisien. Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode Algoritma Genetika. Algoritma Genetika yang berjalan dengan memanfaatkan proses seleksi ilmiah yang dikenal dengan proses evaluasi, sehingga dapat digunakan untuk menghasilkan penjadwalan sesuai dengan data yang ada. Hasil akhir dari sistem informasi penjadwalan mata pelajaran dengan menggunakan algoritma genetika yaitu jadwal mata pelajaran SMK XY dapat diperoleh lebih cepat karena sudah terdapat perhitungan algoritma genetika pada sistem penjadwalan, sehingga dapat optimal dalam penjadwalan mata pelajaran pada SMK XY.

Keywords : *Penjadwalan, Algoritma Genetika*

1. PENDAHULUAN

Dalam permasalahan penjadwalan diperlukan suatu algoritma yang multi-objektif dan multi-kriteria agar didapatkan hasil yang optimal. Salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk optimasi penjadwalan yaitu algoritma genetika (genetic algorithm). Penjadwalan diartikan proses pengurutan dan penyusunan mata pelajaran agar dapat lebih efektif (Handoyo et al., 2015).

Metode dan algoritma yang sering digunakan dalam menyelesaikan masalah penjadwalan pelajaran yang masing-masing memiliki keunggulan. Algoritma Genetika adalah salah satu algoritma yang meniru mekanisme dari genetika alam yang dikembangkan untuk mencari solusi bagi permasalahan seperti penjadwalan (Studi et al., 2010).

Algoritma genetika cukup baik untuk digunakan dalam penjadwalan mata pelajaran di sebuah Sekolah Menengah Kejuruan. Algoritma genetika merupakan salah satu jalan untuk memecahkan masalah yang cukup besar dengan solusi yang cukup baik.

Sistem penjadwalan yang didukung dengan algoritma genetika ini diharapkan membantu sekolah dalam menyusun jadwal mata pelajaran yang baik dan sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh sekolah, yaitu untuk meminimalisir permasalahan bentrokan jadwal pelajaran serta mempermudah dalam pembuatan jadwal secara cepat dan tepat menggunakan perhitungan otomatis.

2. Metode Penelitian

A. Algoritma Genetika

Algoritma Genetika merupakan Pada pencarian solusi suatu masalah untuk memberikan solusi yang pasti. Solusi optimum mungkin dapat diperoleh akan

tetapi memerlukan proses perhitungan yang panjang dan tidak praktis. Untuk mengatasi kasus tersebut dapat digunakan metode heuristik, yaitu suatu metode pencarian yang didasarkan atas intuisi atau aturan-aturan empiris untuk memperoleh solusi yang lebih baik daripada sebelumnya. Metode heuristik tidak selalu menghasilkan solusi terbaik, namun jika dirancang dengan baik akan menghasilkan solusi yang mendekati optimum dalam waktu yang cepat. Algoritma Genetika (GA) adalah salah satu cabang evolutionary algorithms, yaitu suatu teknik optimasi yang didasarkan pada genetika alami. Untuk menghasilkan suatu solusi optimal, GA melakukan proses pencarian di antara sejumlah alternatif titik optimal berdasarkan fungsi probabilistik. Masalah utama pada GA adalah bagaimana memetakan satu masalah menjadi satu string kromosom. Siklus perkembangan GA diawali dengan pembuatan himpunan solusi baru (initialization) yang terdiri atas sejumlah string kromosom dan ditempatkan pada penampungan populasi. Kemudian dilakukan proses reproduksi dengan memilih individu-individu yang akan dikembangbiakkan. Penggunaan operator-operator genetik seperti pindah silang (crossover) dan mutasi (mutation) terhadap individu-individu yang terpilih dalam penampungan individu akan menghasilkan keturunan atau generasi baru. Setelah proses evaluasi untuk perbaikan populasi, maka generasi-generasi baru ini akan menggantikan himpunan populasi asal. Siklus ini akan berlangsung berulang kali sampai tidak dihasilkan perbaikan keturunan, atau sampai kriteria optimum ditemukan (Puspaningrum et al., 2013) (Hidayatullah, 2018). Proses seleksi tersebut mencerminkan sebuah proses seleksi alam yang secara bertahap akan berjalan mengikuti alam seperti siapa kuat dia yang akan bertahan. Dengan meniru proses tersebut, algoritma genetika dapat diguna-

kan untuk menyelesaikan permasalahan permasalahan dalam dunia nyata dengan menghasilkan solusi yang paling baik.

Pada algoritma genetika terdapat persamaan yang dapat dipakai dalam membantu perhitungan mencari nilai yang dibutuhkan (Pane et al., 2019).

1. Rumus Mencari Evaluasi *Chromosome*

$$a+2b+3c+4d+\dots+nn-X$$

Dimana:

a, b, c, ... n : nilai dari chromo-some
1, 2, 3, ... n.

2, 3, 4, ... n : angka tetap dalam rumus algoritma genetika.

X : diperoleh dari jumlah *chromosome* yang terbentuk.

2. Rumus Menentukan Rata-Rata Mencari Nilai *Fitness*

$$\text{fungsi objektif 1} + \text{fungsi objektif 2} + \text{fungsi objektif 3} + \dots + \text{fungsi objektif N} / \text{jumlah fungsi objektif}$$

3. Rumus Menentukan Nilai *Fitness*

$$1 / (\text{fungsi_objektif} + 1)$$

Dimana:

1 : Merupakan angka tetap dalam pembagian dan penjumlahan

fungsi_objektif : Nilai dari fungsi objektif

4. Rumus Mencari Nilai Probabilitas

$$P[i] = \text{fitness}[i] / \text{total_fitness}$$

Dimana:

P[i] : Probabilitas

Fitness[i] : Nilai fitness

Total_fitness : Total jumlah fitness yang Dihasilkan

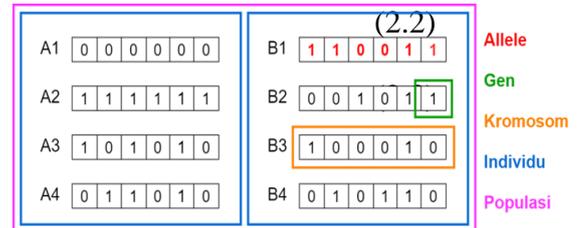
B. Tahapan Algoritma Genetika

1. Inisialisasi Populasi

Proses dimulai dengan menginisialisasi beberapa individu atau disebut dengan populasi. Populasi merupakan kumpulan individu yang dimana akan diproses secara bersama dalam satu proses evolusi. Setiap individu adalah suatu solusi atau *fitness value* yang ingin dicari. Setiap

individu merupakan sekumpulan dari gen atau disebut dengan kromosom. Dalam algoritma genetika, gen ini bisa berupa nilai *biner*, *float*, *integer* maupun karakter, atau kombinatorial.

Sekumpulan gen direpresentasikan dengan kode biner. Kromosom merupakan representasi dari solusi. Operator genetika yang terdiri dari crossover dan mutation dapat dilakukan kedua-duanya atau hanya salah satu saja yang selanjutnya operator evolusi dilakukan melalui proses seleksi kromosom dari parent (generasi induk) dan offspring (generasi turunan) untuk membentuk generasi baru yang diharapkan akan lebih baik dalam memperkirakan solusi optimum, proses iterasi kemudian berlanjut sesuai dengan jumlah generasi yang telah ditetapkan v. Seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 2.5. Kromosom, Individu dan Populasi

2. Fungsi *Fitness* (2.4)

Fungsi *fitness* menghasilkan score atau *fitness value* yang dicari dari setiap individu. *Fitness* adalah nilai yang menandakan baik atau tidaknya suatu solusi. *Fitness* dijadikan pegangan untuk mendapatkan nilai optimal pada algoritma genetika.

3. Seleksi

Pada fase ini individu yang memiliki nilai paling *fit* dibiarkan untuk menjadi *parent*. Proses seleksi dipakai untuk memperoleh induk yang terbaik karena induk yang terbaik menghasilkan keturunan yang baik. Keturunan yang baik diketahui

dengan nilai *fitness* yang tinggi. Terdapat beberapa metode seleksi pada induk, yaitu *rank-based Fitness Assignment*, *Roulette Wheel Selection*, *Stochastic Universal Sampling*, *Truncation Selection*, *Tournament Selection*.

4. Crossover

Individu yang dijadikan parent kemudian disilangkan untuk membentuk individu baru. Proses *crossover* dilakukan dengan probabilitas *crossover* yang ditentukan. Teknik persilangan digunakan dengan menentukan *crossover point* didalam kromosom. Teknik persilangan yang ada antara lain *one point crossover* yakni teknik persilangan dengan cara memotong kromosom pada satu titik tertentu, *multi point crossover* yakni teknik pindah silang dengan cara memotong kromosom dengan banyak titik potong dikarenakan pada suatu masalah tertentu suatu individu terdiri dari sangat banyak gen misalkan 10000 gen sehingga memerlukan lebih dari satu titik pindah silang, dan *uniform crossover* yakni operasi pindah silang pola seragam untuk mempertahankan komposisi gen – gen tertentu pada suatu individu.

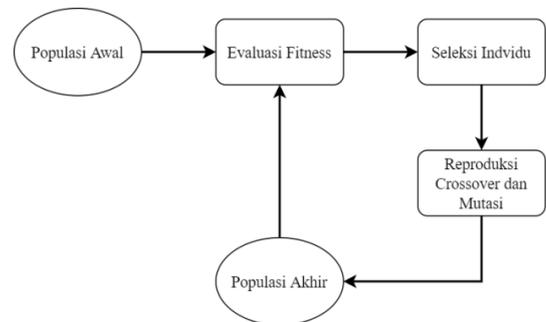
5. Mutasi

Proses mutasi pada algoritma genetika berfungsi untuk mengganti gen yang ada pada suatu individu, diharapkan menghasilkan individu baru yang lebih baik. Proses mutasi biasanya dilakukan dengan probabilitas yang rendah. Mutasi dilakukan untuk mengendalikan keberagaman dalam populasi dan mencegah konvergensi yang terlalu dini.

C. Siklus Algoritma Genetika

Siklus ini kemudian diperbaiki oleh beberapa ilmuwan yang mengemb-angkan algoritma genetika, yaitu Zbigniew Michalewicz dengan menam-bahkan operator elitism dan membalik proses seleksi setelah proses reproduksi.

Mengemukakan bahwa algoritma genetika mempunyai karakteristik-karakteristik yang perlu diketahui sehingga dapat terbedakan dari prosedur pencarian atau optimasi yang lain, yaitu menurut Syah Fitri dalam. Seperti terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Siklus Algoritma Genetika

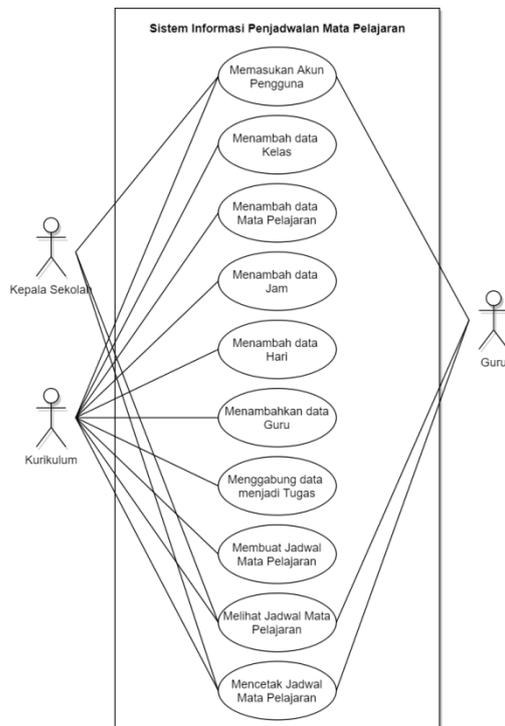
D. Penjadwalan

Penjadwalan merupakan proses pengorganisasian, pemilihan, dan penentuan waktu penggunaan sumber daya yang ada untuk menghasilkan output seperti yang diharapkan dalam waktu yang diharapkan pula.

Dapat disimpulkan bahwa penjadwalan merupakan bagian strategis proses perencanaan dan pengaturan urutan kerja serta pengalokasian sumber baik waktu maupun fasilitas untuk setiap operasi yang harus diselesaikan. Pada pengalokasian sumber daya terdapat tujuan penting yang akan dicapai proses penjadwalan. Terdapat dua target yang ingin dicapai melalui penjadwalan, yaitu jumlah output yang dihasilkan dan batas waktu penyelesaian yang telah ditetapkan (due date).

Kedua target ini dinyatakan melalui kriteria penjadwalan seperti minimum makespan (keseluruhan waktu yang digunakan dalam proses produksi), minimum mean flow time (rata-rata waktu

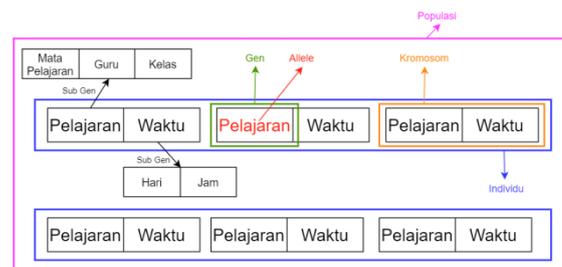
mata pelajaran disekolah dan meminimalisir masalah yang terjadi dalam sistem yang sebelumnya. *Use Case* diagram di bawah menjelaskan saat pegawai sekolah membuka sistem informasi penjadwalan mata pelajaran berbasis web. Untuk Analisis Sistem Penjadwalan Mata Pelajaran dapat terlihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Analisis Sistem Berjalan

D. Inisialisasi Populasi

Inisialisasi populasi membantu dalam mendefinisikan populasi awal yang akan dibentuk. Dalam proses inisialisasi populasi dipresentasikan dalam bentuk larik dengan tipe data *record* yang berisi data yang mendukung proses penjadwalan mata pelajaran. Dalam gambar 2.3 merupakan ilustrasi dari inisialisasi populasi yang dibuat berdasarkan data – data yang berhubungan dengan Penjadwalan Mata Pelajaran pada SMP XY dan diolah sehingga menghasilkan data mata pelajaran yang dapat di pergunakan oleh pihak sekolah.



Gambar 2.3 Inisialisasi Populasi

Dari gambar 2.3 dapat disimpulkan Terdapat dua Gen yaitu Pelajaran dan Waktu. Pada Gen Pelajaran terdapat Sub Gen Mata Pelajaran, Guru dan Kelas.

Pada Gen Waktu terdapat Sub Gen Hari dan Jam. Kromosom merupakan sekumpulan Gen. Individu merupakan sekumpulan Kromosom. Sedangkan Populasi merupakan sekumpulan Individu. Pada inisialisasi populasi, pembentukan jadwal mata pelajaran diurutkan berdasarkan id pelajaran (berisi kode mapel, kode guru dan kode kelas) dan id waktu (berisi hari dan jam) yang nantinya akan digabung sehingga menghasilkan nilai individu. Data mata pelajaran merupakan ilustrasi data-data yang digunakan untuk membuat inisialisasi populasi. Pada inisialisasi populasi, pembentukan jadwal mata pelajaran diurutkan berdasarkan id pelajaran (berisi kode mapel, kode guru dan kode kelas) dan id waktu (berisi hari dan jam) yang nantinya akan digabung sehingga menghasilkan nilai individu. Pada Tabel 2.1 merupakan data mata pelajaran.

Tabel 2.1 Data Mata Pelajaran

Kode Mapel	Nama Mapel	Jam Mata Pelajaran
PAI	Pendidikan Agama	3
PKN	Pendidikan Kewarganegaraan	3
IPS	IPS	2
TFZ	Tahfidz	2

Data Guru yang terdiri dari Kode Guru dan Nama Guru. Seperti terlihat Pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Data Guru

Kode Guru	Nama Guru
001	Dra.Hj.Walana, MM.
002	Novi Prihatini
003	Ekka Hartati, S.Pd
004	Abdul Mukid, S.Pd.

Data Kelas yang terdiri dari kode kelas dan Nama Kelas seperti terlihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Data Kelas

Kode Kelas	Nama Kelas
71	71
81	81
82	82
91	91

Pada dataset id pelajaran terdiri dari tiga atribut yaitu mata pelajaran, guru, dan kelas. Atribut tersebut di dapatkan dari tabel 2.1 sampai dengan tabel 2.3.

Tabel 2.4 merupakan table data pelajaran

Tabel 2.4 Data Pelajaran

Id Pelajaran	Kode Mapel	Kode Guru	Kelas
1	PAI	001	71
2	PKN	002	81
3	IPS	003	82
4	TFZ	004	82
5	TFZ	004	91

Data Hari yang terdiri dari ID Hari dan Nama Hari, terlihat pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Data Hari

Id Hari	Nama Hari
1	Selasa
2	Rabu

Data jam terdiri dari Id Jam dan Nama Jam yang dapat dilihat pada tabel 2.6

Tabel 2.6 Data jam

Id Jam	Nama Jam
1	07.00 – 09.20
2	09.20 – 11.20
3	12.40 – 14.25

Data waktu terdiri dari id waktu, Nama hari, dan nama Jam.seperti terlihat pada tabel 2.7

Tabel 2.7 Data Waktu

Id Waktu	Nama Hari	Nama Jam
1	Selasa	07.00 – 09.20
2	Selasa	09.20 – 11.20
3	Selasa	12.40 – 14.25
4	Rabu	07.00 – 09.20
5	Rabu	09.20 – 11.20
6	Rabu	12.40 – 14.25

Setelah mempersiapkan data yang dibutuhkan saatnya untuk membentuk nilai individu, karena data yang dipakai yaitu hanya id pelajaran dan id waktu maka itulah yang menjadi gen untuk membentuk individu. Dibawah ini merupakan nilai individu yang dibuat dengan cara meletakkan gen id pelajaran terlebih dahulu kemudian diikuti oleh id waktu. Id pelajaran disusun sesuai urutannya dari 1 sampai 5, sedangkan id waktu susunannya ditentukan dengan cara mencari nilai random dari 1 sampai 6 sesuai dengan jumlah data dan diletakan dibelakang nilai id pelajaran.

Setelah mencari inisialisasi populasi maka didapatkan populasi yang berisikan empat individu, yaitu sebagai berikut:

Individu [1] = {[1,4], [2,3], [3,5], [4,6], [5,4]}

Individu [2] = {[1,3], [2,6], [3,5], [4,5], [5,4]}

Individu [3] = {[1,2], [2,5], [3,3], [4,3], [5,6]}

Individu [4] = {[1,4], [2,2], [3,1], [4,3], [5,3]}

Dari keempat individu tersebut maka dapat disusun sesuai dengan isi dari individu, jika terdapat bentrok akan ditandai dengan warna merah. Berikut merupakan tabel – tabel yang berisikan susunan dari setiap individunya:

Tabel 2.8 Individu 1

Individu 1					
Kromosom ke-	Gen 1			Gen 2	
	Mapel	Guru	Kelas	Hari	Jam
1	PAI	001	91	Rabu	07.00 – 09.20
2	PKN	002	81	Selasa	12.40 – 14.25
3	IPS	003	83	Rabu	09.20 – 11.20
4	TFZ	004	83	Rabu	12.40 – 14.25
5	TFZ	004	74	Rabu	07.00 – 09.20

Tabel 2.9 Individu 2

Individu 2					
Kromosom ke-	Gen 1			Gen 2	
	Mapel	Guru	Kelas	Hari	Jam
1	PAI	001	91	Selasa	12.40 – 14.25
2	PKN	002	81	Rabu	12.40 – 14.25
3	IPS	003	83	Rabu	09.20 – 11.20
4	TFZ	004	83	Rabu	09.20 – 11.20
5	TFZ	004	74	Rabu	07.00 – 09.20

Tabel 2.10 Individu 3

Individu 3					
Kromosom ke-	Gen 1			Gen 2	
	Mapel	Guru	Kelas	Hari	Jam
1	PAI	001	91	Selasa	09.20 – 11.20
2	PKN	002	81	Rabu	09.20 – 11.20
3	IPS	003	83	Selasa	12.40 – 14.25
4	TFZ	004	83	Selasa	12.40 – 14.25
5	TFZ	004	74	Rabu	12.40 – 14.25

Tabel 2.11 Individu 4

Individu 4					
Kromosom ke-	Gen 1			Gen 2	
	Mapel	Guru	Kelas	Hari	Jam
1	PAI	001	91	Rabu	07.00 – 09.20
2	PKN	002	81	Selasa	09.20 – 11.20
3	IPS	003	83	Selasa	07.00 – 09.20
4	TFZ	004	83	Selasa	12.40 – 14.25
5	TFZ	004	74	Selasa	12.40 – 14.25

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan semua tahapan algoritma genetika saatnya melihat hasil, dengan cara menghitung kembali nilai *fitness* dari individu terakhir. Dibawah ini hasil dari masing – masing individu pada tahap akhir.

1. $Fitness \text{ individu [1]} = \frac{1}{1+(0+1)} = 0.5$
2. $Fitness \text{ individu [2]} = \frac{1}{1+(0+1)} = 0.5$
3. $Fitness \text{ individu [3]} = \frac{1}{1+(0+0)} = 1$

$$4. \text{ Fitness individu } [4] = \frac{1}{1+(0+1)} = 0.5$$

Total nilai *Fitness* = 0.5 + 1 + 0.5 + 0.5 = 2.5

Karena sudah mendapatkan fitness yang optimal yaitu individu 3 dengan nilai 1, maka sudah terpilih hasil jadwal yang paling optimal dan dapat dipergunakan. Berikut tabel jadwal dari hasil individu ke-3 dengan nilai, {[1,5], [2,2], [3,4], [4,3], [5,6]}.

Tabel 3.1 Jadwal Hasil Algoritma Genetika

Mata Pelajaran	Guru	Kelas	Hari	Jam
Pendidikan Agama	Hj. Mukhlisoh, S.Ag.	91	Rabu	09.20 – 11.20
Pen.Kewarganegaraan	Novi Prihatini	81	Selasa	09.20 – 11.20
IPS	Ekka Hartati, S.Pd	83	Rabu	07.00 – 09.20
Tahfidz	Abdul Mukid, S.Pd.	83	Selasa	12.40 – 14.25
Tahfidz	Abdul Mukid, S.Pd.	74	Rabu	12.40 – 14.25

A. Perancangan antarmuka system

Pemodelan proses merupakan gambaran aplikasi yang akan dirancang dengan mendesain *interface* pada sistem. Dengan begitu konsep tersebut akan terlihat setelah diimplementasikan.

1. Perancangan Masuk Akun Pengguna

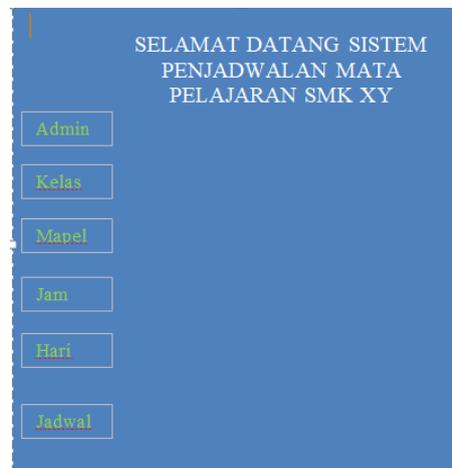
Pada perancangan masuk akun pengguna penulis mengharapkan dalam satu halaman login dapat memberikan akses kepada *users* (Kepala Sekolah, Kurikulum dan Guru) untuk dapat masuk dalam halaman menu yang berbeda untuk setiap kegiatan masing – masing pengguna.



Gambar 3.1 Tampilan Login User

2. Perancangan Tampilan Dashboard

Pada perancangan masuk akun pengguna penulis mengharapkan, setiap tampilan halaman *dashboard* terdapat menu – menu yang berbeda bagi setiap pengguna, lalu ada beberapa menu yang hanya bisa di akses oleh admin yaitu kurikulum.



Gambar 3.2 Tampilan Dashboard

3. Tampilan Menu Pelajaran

Pada menu mata pelajaran berisikan gabungan data antara kelas dan nama mata pelajaran yang digabungkan untuk menjadi sebuah data mata pelajaran.

No	Materi	Nama Mata Pelajaran	Mata	Aktif
1	71	Pendidikan Agama	Islam	🟢
2	72	Pendidikan Agama	Islam	🟢
3	73	Pendidikan Agama	Islam	🟢
4	74	Pendidikan Agama	Islam	🟢
5	75	Pendidikan Agama	Islam	🟢
6	76	Pendidikan Agama	Islam	🟢
7	77	Pendidikan Agama	Islam	🟢
8	78	Pendidikan Agama	Islam	🟢
9	79	Pendidikan Agama	Islam	🟢
10	80	Pendidikan Agama	Islam	🟢

Gambar 3.3 Tampilan Menu Mata Pelajaran

menggunakan algoritma genetika untuk menghasilkan jadwal mata pelajaran.

Dalam pembaruan data yang diperlukan dalam pembuatan jadwal mata

pelajaran dapat dilakukan secara *online*, hal ini tentunya akan mempermudah pihak sekolah dalam mempersiapkan jadwal mata pelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Handoyo, T., Rachmawati, A. K., & Prasetyo, E. (2015). Sistem Penjadwalan Mata Pelajaran di SMA Muhammadiyah 1 Kota Magelang Dengan Algoritma Genetika. *Transformasi*, 11(1), 14–19.
- Hidayatullah, D. (2018). Penjadwalan Produksi. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 8–24.
- Pane, S. F., Maulana Awangga, R., Rahmadani, E. V., & Permana, S. (2019). Implementasi Algoritma Genetika Untuk Optimalisasi Pelayanan Kependudukan. *Jurnal Tekno Insentif*, 13(2), 36–43.
- Puspaningrum, W. A., Djunaidy, A., & Vinarti, R. A. (2013). Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika di Jurusan Sistem Informasi ITS. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 127–131.
- Studi, P., Komputer, I., Matematika, J., & Brawijaya, U. (2010). Agus Wahyu Widodo , ** Wayan Firdaus Mahmudy. *Tourism*, 5(4), 205–211.

