

Optimasi Penjadwalan Menggunakan Metode Algoritma Genetika di Sekolah Menengah Kejuruan Annuqayah - Sumenep

Nirwana Haidar Hari¹, Fauzan Prasetyo Eka Putra², Hamdlani³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika

^{1,2,3}Universitas Madura

¹haidar@unira.ac.id, ²prasetyo@unira.ac.id, ³hamdlani42@gmail.com

Abstract

The problem faced by the Annuqayah Vocational School curriculum is the same schedule and is taught by the same teacher. Such problems are quite complex problems because they relate to the number of teachers available. The lesson schedule is presented in the form of day and class hours tables. The subject can be seen that every day schedule divided into time slots. Each time slot has a list of subjects taught by the teacher in a particular room. To optimize the lesson schedule in Annuqayah Vocational School, Genetic Algorithm is used. This algorithm is a computational approach to the principle of natural selection, Charles Darwin's theory of evolution and the theory of Mendel's inheritance [1]. The optimization process in Genetic Algorithms includes individual generation, evaluation of fitness values, determination of probability values, Roulette Wheel selection, crossover, mutations, and new individual generation. Scheduling optimization using the Genetic Algorithm approach was declared successful because it was able to find the right combination of scheduling with optimal fitness values in 10 attempts, and no violations of the established rules from the curriculum were found so that it could assist in the preparation of subject schedules in Annuqayah Vocational High School.

Keywords: curriculum, Vocational High School, scheduling, Genetic Algorithm, optimization.

1. PENDAHULUAN

Sistem penjadwalan mata pelajaran sekolah yang disusun secara konvensional kurang efektif dilakukan ketika terbentur keadaan input data mata pelajaran yang banyak beserta aturan penjadwalan yang tidak boleh dilanggar. Maka peneliti mencoba melakukan pendekatan Algoritma Genetika terhadap sistem penjadwalan mata pelajaran sekolah. Algoritma Genetika merupakan teknik optimasi dalam ilmu komputer berfungsi untuk memberikan solusi terbaik dengan menggunakan teknik yang terinspirasi oleh Biologi Evolusioner yang mempertimbangkan kondisi dan tahapan seperti warisan, mutasi (*mutation*), seleksi alam (*selection*) dan rekombinasi (*crossover*).

Algoritma Genetika yang digunakan dalam penyusunan jadwal diterapkan dalam aplikasi berbasis web supaya lebih dinamis dalam penggunaan dan pengembangannya. Aplikasi ini dapat dikembangkan dan diintegrasikan dengan aplikasi akademik yang memuat aktivitas pembelajaran di Sekolah. Selain ini, Aplikasi penjadwalan menggunakan Algoritma Genetika berbasis web lebih mudah digunakan (*user friendly*) karena tanpa proses instalasi dari sisi klien.

SMK Annuqayah sebagai sekolah menengah yang memiliki problem penjadwalan yang klasik. Diantaranya ada jadwal yang mengikat, jumlah guru terbatas, dan ada parameter-parameter tertentu lainnya. Proses pembuatan jadwal masih dilakukan secara manual dan belum memiliki model optimasi dengan aplikasi komputer.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

- a. Teknik Penelitian Langsung
Teknik pengolahan data, dimana peneliti melakukan observasi secara langsung terhadap obyek yang diteliti.
- b. Teknik Komunikasi Langsung atau Wawancara

Teknik ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data dan berkomunikasi langsung dengan objek peneliti yaitu di SMK Annuqayah. Dalam hal ini diadakan wawancara dengan petugas penyusun jadwal pelajaran di sekolah tersebut.

2.2 Analisis Sistem

Pengertian Sistem adalah integrasi antara satu komponen dengan komponen lain karena sistem memiliki sasaran yang berbeda [1]. Optimasi penjadwalan dilakukan dengan cara dimana kita harus mengetahui permasalahan apa saja yang dihadapi.

2.3 Gambaran Umum Metode Algoritma Genetika

Metode pada Algoritma Genetika memiliki beberapa tahap dan perulangan. Dalam kasus ini, metode pada pembuatan jadwal kelas terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut:

- a. Pembangkitan individu.
- b. Evaluasi nilai fitness.
- c. Penentuan nilai probabilitas.
- d. Seleksi *Roulette Wheel*.
- e. *Crossover*/Persilangan.
- f. Mutasi
- g. Pembangkitan individu baru.

2.4 Batasan Penjadwalan

Adapun batasan penjadwalan ini dibagi menjadi dua, yaitu batasan kaku (*hard constraints*) dan batasan lunak (*soft constraints*).

- a. Batasan Kaku (*Hard Constraints*)
 - Pengajar/Guru yang sama tidak diperbolehkan mengajar matapelajaran yang berbeda dalam kondisi waktu yang bersamaan.
 - batas waktu pengajaran setiap harinya adalah empat kali dengan alokasi waktu 80 menit dalam setiap pertemuan.
- b. Batasan lunak (*Soft Constraints*)
 - Matapelajaran yang diadakan secara paralel dengan Guru yang sama, sebaiknya tidak dijadwalkan dalam waktu yang sama.
 - Mata pelajaran yang dimungkinkan berada di kelas yang berbeda tidak boleh berada dalam waktu yang bersamaan.

2.5 Jumlah Generasi (Iterasi)

Digunakan untuk membatasi pertumbuhan node pada saat berkembang biak / berevolusi, karena jika tidak ditentukan maka node akan terus menerus berkembang biak tanpa memiliki batasan proses algoritma akan berhenti jika sudah mencapai nilai fitness 1 (tidak ada bentrok).

2.6 Pembangkitan Populasi Individu

Populasi individu adalah sebuah string yang berisi data/gen yang berjumlah sesuai dengan jumlah guru mata pelajaran. Sebagai contoh apabila terdapat suatu gen yang panjangnya 10 karakter, maka panjang string adalah 10n, dengan n merupakan jumlah populasi yang telah ditentukan di awal sebelum jadwal di-generate.

Atribut yang digunakan untuk menghasilkan individu awal pada aplikasi ini adalah sebagai berikut:

- a. kode_jadwal;
- b. kode_pengampu;
- c. kode_jam;
- d. kode_hari;
- e. kode_ruang.

Tabel 1. Contoh Populasi Individu

Pertemuan	Kelas		
	X	XI	XII
Sabtu1	Mat1	ASJ1	Fis1
Sabtu2	Fiq1	Ppk1	TLJ1
Ahad1	Mat1	ASJ1	Fis1
Ahad2	Fis1	Mat1	TLJ1
Dst

Tabel 2. Contoh Populasi Individu Berdasarkan Distribusi Kromosom

Pertemuan	Kelas		
	X	XI	XII
Sabtu1	001	002	003
Sabtu2	004	005	006
Ahad1	001	003	004
Ahad2	004	001	008
Dst

2.7 Evaluasi Nilai Fitness

Adapun evaluasi nilai fitness ini ditentukan dengan menghitung setiap pelanggaran yang terjadi dari *hard constraints* dan *soft constraints* pada calon solusi dengan bertambah 1 dalam setiap pelanggaran [3].

$$\text{Nilai fitness} = \frac{1}{(1 + (F_{101} + \dots + F_{n54}))}$$

Keterangan :

- Fn = Banyaknya pelanggaran ke-n
- Bn = Bobot pelanggaran ke-n

2.8 Penentuan Nilai Probabilitas

Penentuan nilai probabilitas didasarkan pada nilai *fitness* yang ditentukan pada poin sebelumnya. Cara yang digunakan untuk pemilihan fungsi fitness dan metode *Roulette Wheel* adalah seperti berikut:

$$\text{Nilai Probabilitas kromosom} = \frac{1}{\text{Nilai Fitness}}$$

2.9 Seleksi

Proses *selection* lebih tepat disebut sebagai proses pembuatan variasi karena dalam proses ini akan terjadi dua proses pembentukan individu baru melalui *crossover* dan *mutation*. Tahap awalnya adalah semua individu dalam populasi akan diurutkan berdasarkan nilai fitness yang dimilikinya. Setelah itu untuk proses *crossover* memilih 10% dari populasi untuk menjadi *parent*. Jika nilai 10% dari populasi melebihi *crossover rate* maka yang menjadi patokan adalah nilai *crossover rate* yaitu dengan mengurangi individu 10% tersebut sampai sama jumlahnya dengan *crossover rate*. Kemungkinan kedua adalah nilai *crossover rate* lebih besar daripada nilai 10% populasi. Maka yang dilakukan adalah dengan memilih individu secara acak dari 90% sisa populasi untuk dijadikan *parent* sampai nilai *crossover rate* tercapai. Contohnya: jika terdapat jumlah populasi 10 individu dengan *crossover rate* 0.8, maka 2 individu (10%) masih di bawah nilai *crossover rate*, karena itu dipilih individu secara acak dari sisa individu yang ada hingga nilai 0.8 dari 10 individu (8) tercapai. Salah satu alasan dalam penggunaan metode *parent selection* seperti ini adalah untuk mempertahankan nilai fitness tertinggi (10%) sekaligus mempertahankan keberagaman dalam populasi dengan memilih secara acak 90% sisanya sebagai *parent* untuk proses *crossover*. Setelah *parent* untuk proses *crossover* didapatkan, maka *parents*

tersebut akan dicrossover hingga membentuk dua offspring (individu baru, child) pada tiap-tiap pasangan. Selanjutnya, jika ada kemungkinan untuk melakukan proses mutation, maka semua individu dalam populasi akan dipilih secara acak untuk dimutasi hingga memenuhi nilai dari *mutation rate*.

Contoh perhitungan:

- a. Menghitung nilai fitness dari masing-masing individu
 Misal terdapat 4 kromosom yang dibangkitkan dengan masing-masing fitness:
 Kromosom 1 = 0.8
 Kromosom 2 = 0.3
 Kromosom 3 = 0.5
 Kromosom 4 = 0.4
- b. Menghitung total fitness dari semua individu:
 Total fitness adalah $0.8 + 0.3 + 0.5 + 0.4 = 2$.
- c. Menghitung probabilitas masing-masing individu
 Probabilitas didapat dari nilai fitness dibagi dengan total fitness, hasilnya:
 $P_1 = 0.8 / 2 = 0.4$
 $P_2 = 0.3 / 2 = 0.15$
 $P_3 = 0.5 / 2 = 0.25$
 $P_4 = 0.4 / 2 = 0.2$
- d. Dari probabilitas tersebut, menghitung jatah masing-masing individu pada angka 1 sampai 100.
 Penentuan jatah dilakukan dengan mencari kumulatif dari probabilitas:
 $PK_1 = 0 + 0.4 = 0.4$
 $PK_2 = 0.4 + 0.15 = 0.55$
 $PK_3 = 0.55 + 0.25 = 0.80$
 $PK_4 = 0.80 + 0.2 = 1$
- e. Membangkitkan bilangan acak antara 0 – 1 sejumlah kromosom
 Dari bilangan acak yang dihasilkan, tentukan individu mana yang terpilih dalam proses seleksi. Misal bilangan pertama adalah 0.2 maka kromosom 1 terpilih (kromosom 1 antara 0-0.4), jika bilangan berikutnya adalah 0.7 maka kromosom 3 yang terpilih (kromosom 3 antara 0.55 sampai 0.80). Dapat dilihat bahwa kemungkinan besar Kromosom 1 untuk terpilih lebih besar karena rentangannya nilainya paling panjang. Kromosom yang dipilih sebanyak jumlah kromosom awal, tapi bisa saja ada kromosom yang sama terpilih dan ada kromosom yang tidak terpilih.

2.10 Crossover (Persilangan)

Pindah silang merupakan pertukaran gen antara dua buah kromosom. Kromosom yang menjadi induk dipilih secara acak sebanyak crossover rate yang sudah diatur di awal. Misal ada 10 kromosom dengan CR (*crossover rate*) 70%, maka induk yang digunakan adalah 7. Dari 7 induk ini akan dipasangkan dua dua yang menghasilkan 1 individu baru. Pasangan induk yang terjadi adalah 7 pasang yaitu, induk 1 dan induk 2, induk 2 dan induk 3, dan seterusnya sampai induk 7 dengan induk 1. Setiap induk akan berpasangan 2 kali.

Metode pindah silang yang digunakan adalah *One Point Crossover* dimana setiap pasangan akan dipilih 1 buah bilangan acak antara 1 sampai jumlah gen dalam kromosom. Misal dalam kromosom terdapat 50 gen, dan bilangan acak dibangkitkan nilainya 20, maka kromosom baru yang diciptakan adalah gen 0-19 dari induk 1 dan 20-49 dari induk 2, begitu juga untuk pasangan yang lain.

Tabel 3. Contoh Hasil *One Point Cross Over*

Individu 1	001	002	006
Individu 2	004	005	003

Keterangan: contoh individu di atas diambil dari populasi individu jadwal pada Tabel 2.

2.11 Mutasi

Cara lain untuk mendapatkan individu yang baru yaitu dengan mutasi. Proses mengubah individu menjadi bentuk *genotype* pada proses mutasi sama dengan proses *crossover*, Probabilitas terjadinya mutasi gen pada suatu kromosom dibuat kecil, lebih kecil dari 50% (*mutation rate*).

Contoh:

$$\text{Total Gen} = 5 * 10 \text{ (jumlah kromosom * jumlah gen per kromosom)} = 50 \text{ gen}$$

$$\text{Jumlah Mutasi} = 50\% * 50 = 25 \text{ gen.}$$

Cara mutasi adalah membangkitkan bilangan acak antara 1 sampe total gen (50) sebanyak 25 kali. Misal bilangan acak pertama adalah 12 maka akan diambil kromosom kedua gen ke dua (karena kromosom pertama hanya sampe 10, kurang lagi 2 diambil di kromosom ke 2). Sehingga ruang dan waktu gen ke dua di kromosom ke dua akan diganti dengan mengambil data ruang dan waktu secara acak. Contoh proses Mutasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Contoh Individu Sebelum Mutasi

Individu 1	001	002	003
------------	-----	-----	-----

Tabel 5. Contoh Individu Setelah Mutasi

Individu 1	002	001	003
------------	-----	-----	-----

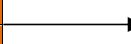
Keterangan: individu di atas diambil dari populasi individu jadwal pada Tabel 3

2.12 Pembuatan Populasi Baru

Satu populasi terbentuk dengan selesainya mutasi 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 oleh sistem.

Tabel 6. Contoh Pembangkitan Populasi Baru

Individu 1	001	005	003
Individu 2	004	002	006
Individu 3	007	008	009
Individu 4	0010	0011	0012



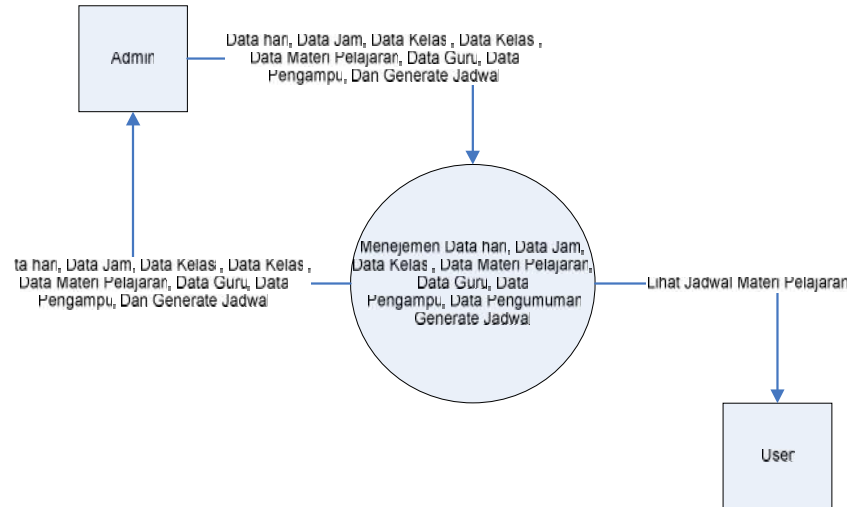
Pembangkitan
Populasi baru

2.13 Perancangan Sistem

Perancangan (*design*) bertujuan untuk menggambarkan sistem baru yang mampu menyelesaikan masalah yang dihadapi, data diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik. Kegiatan yang dilakukan meliputi perancangan output, input dan file.

a. *Data Flow Diagram* (DFD)

Diagram aliran data atau *Data Flow Diagram* (DFD) merupakan model dari sistem untuk menggambarkan pembagian sistem ke modul yang lebih kecil.

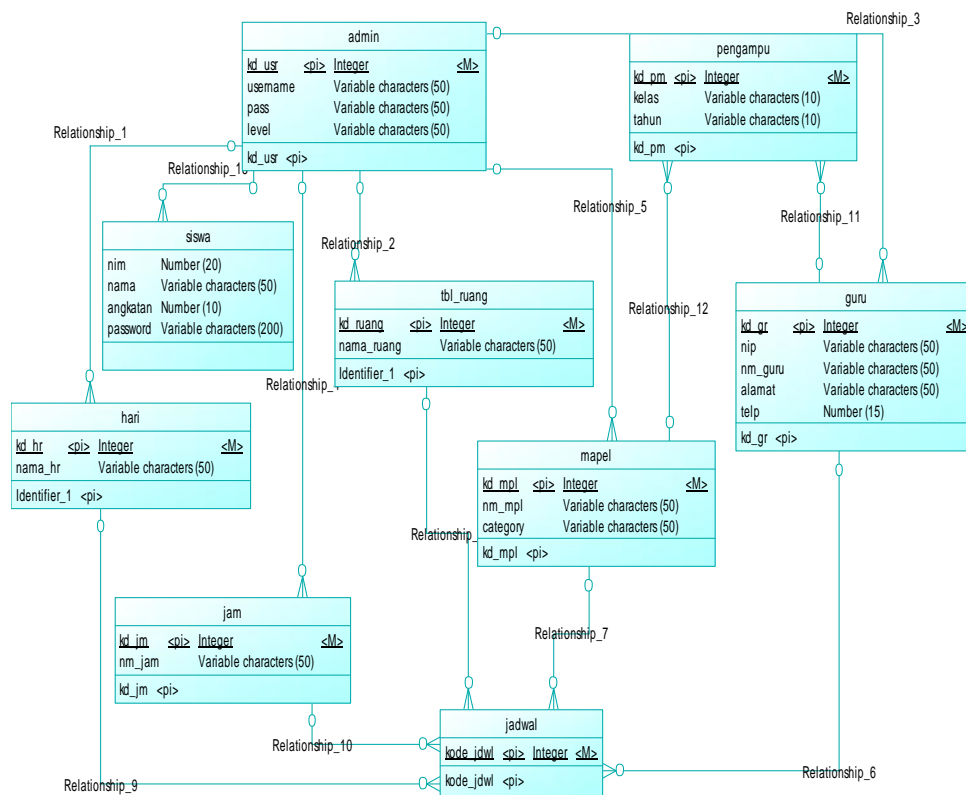


Gambar 1. DFD Level 0 penjadwalan mata pelajaran dengan algoritma genetika

b. *Entity Relationship Diagram (ERD)*

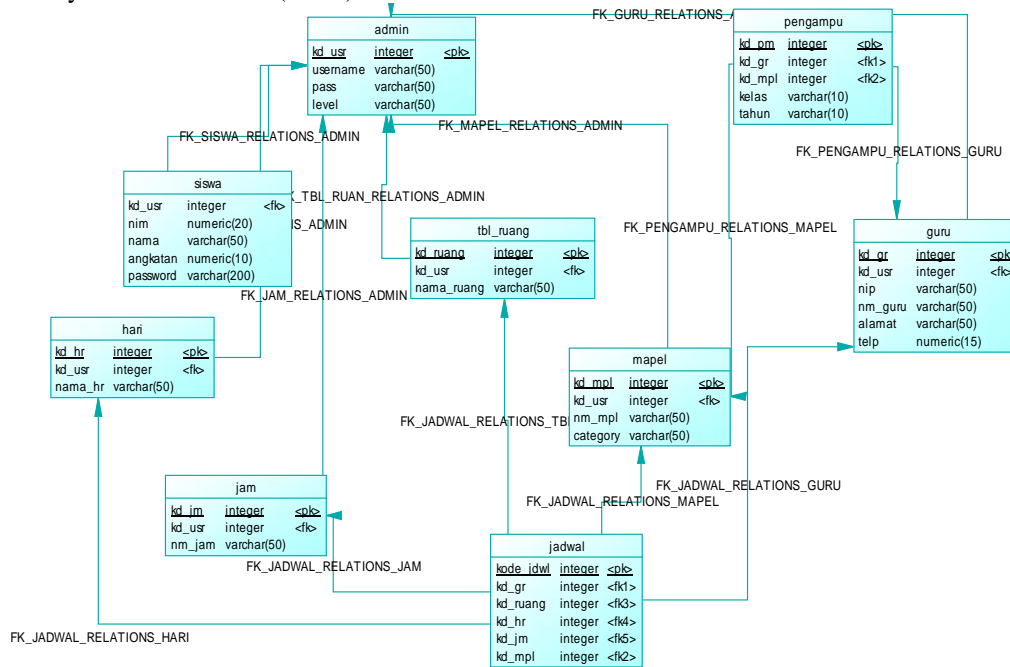
Disajikan dalam bentuk *Conceptual Data Model (CDM)* dan *Physical Data Model (PDM)*.

- **Conceptual Data Model (CDM)**



Gambar 2. CDM dari aplikasi penjadwalan mata pelajaran dengan algoritma genetika di SMK Annuqayah

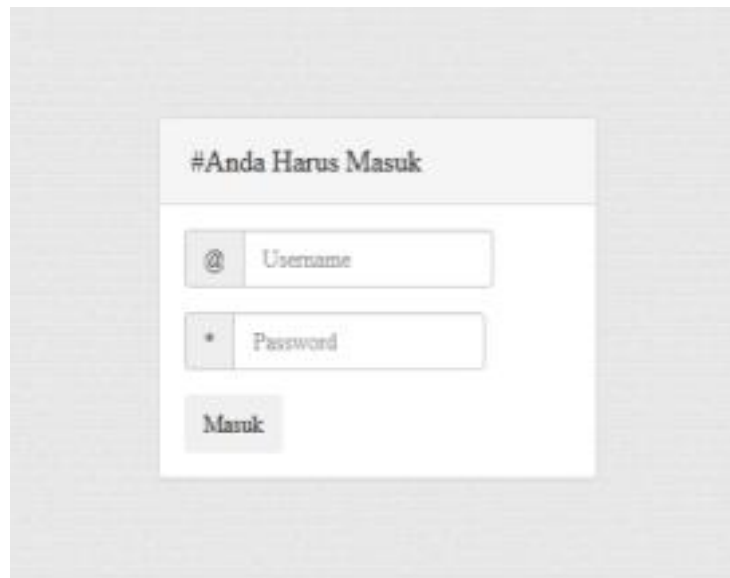
• Physical Data Model (PDM)



Gambar 3. PDM dari aplikasi penjadwalan mata pelajaran dengan algoritma genetika

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Form Login



Gambar 4. Form login

Form login adalah form yang digunakan untuk melakukan login sebelum masuk ke dalam Aplikasi Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Algoritma Genetika.

3.2 Form Pengampu

Gambar 5. Form pengampu

Pada form pengampu ini setiap mata pelajaran disandingkan terlebih dahulu dengan guru dan kelas yang bersangkutan.

3.3 Halaman Generate Jadwal

#	Hari	Sesi	Jam	mapel	Kelas	guru
1	Sabtu	(7-7)	10:10-11:30	Aqidah Akhlak	XII	Mulyono, Spd I
2	Sabtu	(8-8)	11:40-13:30	Bahasa Indonesia	XII	Arif Saleh Hadi, S Pd
3	Sabtu	(4-4)	11:40-13:30	Melakukan instalasi Sistem Operasi berbasis GUI da	XI	Riyadi, S.HI

Gambar 6. Generate jadwal

Halaman ini adalah halaman generate jadwal sekaligus hasil optimal penjadwalan mata pelajaran yang di proses dari algoritma genetika.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian rangkaian penelitian Sistem Penjadwalan Mata Pelajaran Sekolah menggunakan Algoritma Genetika maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Penjadwalan secara otomatis dapat membantu dalam menyusun jadwal sekolah di SMK Annuqayah yang sebelumnya dilakukan penyusunan jadwal secara manual.

2. Pendekatan Algoritma Genetika dalam penyelesaian masalah penjadwalan sekolah berhasil karena mampu mencari kombinasi penjadwalan yang tepat dengan nilai *fitness* maksimal, nilai *error* minimal (ditemukan nilai *error* 0), dan solusi yang optimal (tidak terjadinya tabrakan jadwal pelajaran dan tidak terjadinya kejadian yang menimbulkan peningkatan nilai *error*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Madura dan Kepala Sekolah SMK Annuqayah Sumenep yang telah memberikan dukungan baik berupa finansial maupun fasilitas yang dapat menunjang pelaksanaan penelitian ini.

BAHAN REFERENSI

- [1] T. Sutabri, *Konsep Sistem Informasi*, Inunk Nast., no. 1. Yogyakarta: CV ANDI OFFSET, 2012.
- [2] R. L. Kadri and F. F. Boctor, "An efficient genetic algorithm to solve the resource-constrained project scheduling problem with transfer times: The single mode case," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 265, no. 2, pp. 454–462, 2018.
- [3] L. A. Aditya, "Implementasi Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Mata Pelajaran pada LMS GetSmart," *J. Mantik Penusa*, vol. 21, no. 1, pp. 65–70, 2017.
- [4] W. A. Puspaningrum, A. Djunaidy, and R. A. Vinarti, "Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika di Jurusan Sistem Informasi ITS," *J. Tek. Pomits*, vol. 2, no. 1, pp. 127–131, 2013.
- [5] N. H. Hari, "Perencanaan Strategis Sistem Informasi Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Pamekasan - Jawa timur," *IJNS – Indones. J. Netw. Secur.*, vol. 5, no. 2, pp. 2302–5700, 2016.
- [6] Nasution, Muhammad Irwan Padli, Urgensi Keamanan Pada Sistem Informasi, *Jurnal Iqra'* Volume 02 Nomor 02, 2008.