

OPTIMASI PENJADWALAN MATA KULIAH MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA PADA PRODI TEKNIK INFORMATIKA STT PELITA BANGSA

Agung Nugroho¹, Wowon Priatna², Ikhsan Romli³

1,2,3Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa, Bekasi
agung@pelitabangsa.ac.id, wowon@pelitabangsa.ac.id, ikhsan.romli@pelitabangsa.ac.id

ABSTRAK

Penjadwalan atau sering disebut dengan istilah University Course Timetabling Problem (UCTP) termasuk ke dalam masalah kombinatorial yang memiliki batasan-batasan kondisi yang harus dipenuhi, oleh karena itu hal ini menjadi sebuah pekerjaan rumit yang harus diselesaikan secara cepat, tepat, dan akurat. Kapasitas ruang kelas, ketersediaan ruang kelas, ketersediaan dosen, dan mahasiswa merupakan batasan mutlak yang harus dipenuhi, sedangkan kecenderungan dosen dalam memilih waktu mengajar dapat dijadikan batasan lunak. Penjadwalan mata kuliah di program studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa selama ini masih dilakukan secara manual dan membutuhkan waktu yang lama. Hal ini terjadi karena jumlah mata kuliah yang ditawarkan di seluruh kelas yang tersedia sangat banyak. Pengoptimalan masalah tersebut biasanya melibatkan suatu algoritma. Algoritma yang telah banyak digunakan dalam masalah penjadwalan adalah Algoritma Genetika. Algoritma ini berhasil mengungguli Algoritma yang lain dengan fitness rata-rata paling tinggi. Pada penelitian ini, telah dibuat aplikasi penjadwalan matakuliah menggunakan optimasi Algoritma Genetika untuk menyelesaikan masalah UCTP pada program studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa

Kata Kunci: penjadwalan, algoritma genetika, optimasi

1. PENDAHULUAN

Penjadwalan mata kuliah di setiap Institusi Perguruan Tinggi dilakukan oleh penyusun jadwal yang mana biasanya pekerjaan ini ditugaskan kepada Admin di masing-masing Program Studi atau Jurusan. Demikian juga di Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa (STT PB) masih dilakukan secara manual sehingga memerlukan kerja yang ekstra teliti, waktu yang cukup lama, dan membutuhkan biaya yang cukup mahal serta terkadang pekerjaan seperti ini terjadi ketidakkonsistenan oleh para penyusun jadwal tersebut.

Inti permasalahan dalam proses penyusunan jadwal perkuliahan yaitu bagaimana cara mengkombinasikan dengan baik antara dosen, mata kuliah, ruang, waktu, dan kelas tanpa terjadi saling bentrok. Walaupun sebetulnya masalah tersebut dapat diatasi dengan cara konvensional yaitu secara manual tetapi cara tersebut memerlukan waktu yang panjang serta harus dilakukan dengan teliti dan fokus agar hasil penyusunan jadwalnya tidak terjadi bentrok. Hal-hal yang biasanya disiasati oleh penyusun jadwal dalam menyusun adalah mengelompokkan data berupa waktu kesediaan dosen serta mata kuliah yang sanggup diampu. Kemudian, mata kuliah yang paling sedikit diminati untuk diampu oleh para dosen akan didahulukan untuk dijadwalkan. Meskipun penyusun sudah melakukan dengan trik seperti itu, waktu yang dibutuhkan untuk

menyelesaikan pekerjaan tersebut bisa sampai berjam-jam bahkan bisa berhari-hari.

Ada banyak penelitian tentang jenis algoritma optimasi yang dapat diterapkan untuk mengoptimalkan dalam penyusunan jadwal perkuliahan secara otomatis, antara lain Algoritma *Particle Swarm Optimization* (Wati & Rochman, 2013), Algoritma Genetika (Puspaningrum, dkk., 2013). Dua metode yang sering digunakan oleh peneliti sebelumnya yaitu Algoritma Genetika dan Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO). Akan tetapi Marbun, dkk. mengatakan bahwa hasil komparasi terkait kinerja antara kedua jenis algoritma tersebut telah terbukti bahwa *fitness* rata-rata dari Algoritma Genetika berhasil mengungguli Algoritma PSO (Marbun, dkk., 2013).

Dengan alasan itu, maka pada penelitian ini penulis akan memilih Algoritma Genetika di dalam menyelesaikan masalah UCTP ini di prodi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa.

Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligent) merupakan suatu proses belajar mengenai cara membuat komputer dapat melakukan hal-hal yang pada saat itu dapat dilakukan lebih baik oleh manusia (Rich, 1991). Sedangkan menurut (kusumadewi, 2003) Artificial Intelligent (AI) adalah salah satu bagian ilmu komputer yang membuat komputer dapat melakukan pekerjaan seperti yang dilakukan dan sebaik yang dilakukan oleh manusia. Pada awal diciptakannya, komputer

hanya dipakai sebagai alat hitung saja. Namun seiring dengan berkembangnya zaman, komputer mendominasi hampir disetiap bidang kehidupan umat manusia.

a. Penjadwalan

Penjadwalan adalah kegiatan yang berkaitan dengan membangun jaringan waktu dengan satu atau lebih sumber daya dari organisasi tersebut. Sumber daya yang dimaksud bisa berupa perlengkapan, peralatan, fasilitas, dan aktivitas manusia (Stevenson, 2009). Sedangkan menurut Pinedo (Pinedo, 2002) Penjadwalan selalu berhubungan dengan pengalokasian sumber daya yang ada pada jangka waktu tertentu. Kegiatan penjadwalan disebabkan karena adanya beberapa pekerjaan yang dikerjakan secara bersamaan, sedangkan sumber daya yang dimiliki terbatas.

b. Algoritma Genetika

Algoritma genetik 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 (Desiani dan Arhami, 2006).

Struktur Dasar Algoritma Genetika menurut Thiang (Thiang dkk, 2001).

1. Membangkitkan populasi awal

Populasi awal ini dibangkitkan secara random sehingga didapatkan solusi awal. Populasi itu sendiri terdiri atas sejumlah kromosom yang merepresentasikan solusi yang diinginkan.

2. Membentuk generasi baru

Untuk membentuk generasi baru, digunakan operator reproduksi/seleksi, crossover dan mutasi. Proses ini dilakukan berulang-ulang sehingga didapatkan jumlah kromosom yang cukup untuk membentuk generasi baru di mana generasi baru ini merupakan representasi dari solusi baru. Generasi baru ini dikenal dengan istilah anak (offspring).

3. Evaluasi solusi

Pada tiap generasi, kromosom akan melalui proses evaluasi dengan menggunakan alat ukur yang dinamakan fitness. Nilai fitness suatu kromosom menggambarkan kualitas kromosom dalam populasi tersebut. Proses ini akan mengevaluasi setiap populasi dengan menghitung nilai fitness setiap kromosom dan mengevaluasinya sampai terpenuhi kriteria berhenti.

2. PEMBAHASAN

Analisa Masalah

Saat ini proses penjadwalan matakuliah di prodi Teknik Informatika STT Pelita Bangsa

masih dilakukan dengan cara manual, sehingga dalam proses pembuatan jadwal masih sering terjadi jadwal kelas bentrok, baik pada waktu maupun ruang kelas yang digunakan.

Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut akan lebih baik apabila dalam proses penjadwalan mata kuliah dilakukan dengan bantuan kecerdasan buatan sehingga dapat meminimalisir terjadinya bentrok jadwal atau ketidaksesuaian dengan penjadwalan. Dengan adanya kecerdasan buatan, proses penjadwalan dapat dilakukan secara otomatis sehingga dapat menghemat waktu dan dapat memaksimalkan proses penjadwalan.

Elemen Penjadwalan

Proses penjadwalan mata kuliah tersusun dari beberapa elemen utama seperti kelas, mata kuliah, ruang, waktu, dan dosen. Masing-masing elemen memiliki karakteristik yang berbeda dalam proses pembuatan jadwal kuliah.

Kelas merupakan sekumpulan mahasiswa yang mengikuti perkuliahan pada mata kuliah tertentu. Di prodi Teknik Informatika STT Pelita Bangsa, kelas ditentukan berdasarkan angkatan masuk. Setiap angkatan dibagi beberapa kelas dengan ketentuan jumlah maksimal kelas adalah 40 mahasiswa. Setiap kelas dalam Penjadwalan mata kuliah, akan ditentukan paket mata kuliahnya di tiap-tiap semester. contoh daftar kelas yang ada dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Daftar kelas

No	Kelas	Jumlah	Program	Semester
1	TI.17.A.1	50	Pagi	2
2	TI.17.A.2	50	Pagi	2
3	TI.17.B.1	40	Malam	2
4	TI.17.B.2	40	Malam	2
5	TI.17.B.3	35	Malam	2

Mata kuliah merupakan data sebaran daftar mata kuliah yang ditentukan di tiap-tiap semester berdasarkan kurikulum yang berlaku. Table 2 adalah contoh sebaran mata kuliah berdasarkan paket semester.

Dosen merupakan tenaga pengajar yang mengampu mata kuliah pada kelas dan semester tertentu sesuai bidang keahliannya. Table 3 adalah contoh data dosen yang ada.

Ruang merupakan tempat penyelenggaraan perkuliahan. Ruang yang tersedia pada prodi Teknik Informatika STT Pelita Bangsa semuanya dapat digunakan pada semua jam mata kuliah yang ada. Kapasitas ruang yang tersedia sebagian besar sama, akan tetapi ada beberapa ruang yang memiliki kapasitas yang berbeda. Table 4 adalah contoh data ruang yang ada.

Tabel 2. Contoh daftar mata kuliah

<i>N</i> <i>o</i>	<i>Kode</i>	<i>Mata kuliah</i>	<i>sk</i> <i>s</i>	<i>Semeste</i> <i>r</i>
1	MMU10 1	Pendidikan Agama	2	1
2	MMU10 2	Bahasa Inggris 1	2	1
3	KPI201	Kalkulus	3	1
4	KPI202	Algorithma Dan Pemrograman 1	2	1
5	KPI203	Prak Algoritma Dan Pemrograman 1	2	1
6	KPL303	Pengantar Teknologi Informasi	3	1
7	MMU10 3	Bahasa Inggris 2	2	2
8	KPI204	Aljabar Linier	3	2
9	KPI205	Logika Informatika	3	2
10	KPI206	Pendidikan Pancasila & Kewarganegaraan	2	2
11	KPI207	Algorithma Dan Pemrograman 2	2	2
12	KPI208	Pratikum Algorithma Dan Pemrograman 2	2	2

Tabel 3. Daftar dosen

<i>No</i>	<i>NIDN</i>	<i>Nama</i>
1	0415058205	Agung Nugroho, M.Kom
2	0408107502	Donny Maulana. S.Kom, M.MSi
3	0403049102	Andriani, S.ST., MT
4	0415088207	Wahyu Hadikristanto, S.Kom.,M.Kom.
5	0417118103	Wiyanto, S.Kom., M.Kom.
6	0426018003	Aswan Supriyadi Sunge S.E, M.Kom
7	0427075905	Ir. Nanang Tedi Kurniadi M.T
8	0420118405	A. YUDI PERMANA, S.Kom, M.Kom
9	0413058603	Ikhsan Romli, S.Si., M.Sc
10	0426078401	Elkin Rilvani, S.Kom, M.M

Tabel 4. Daftar ruang

<i>No</i>	<i>Ruang</i>	<i>Kapasitas</i>
1	201	50
2	202	50
3	203	50
4	204	50
5	205	50

Waktu merupakan kombinasi dari jam dan hari yang digunakan dalam penyelenggaraan perkuliahan. Pada prodi Teknik Informatika STT Pelita Bangsa, perkuliahan dilaksanakan selama 5 hari dalam seminggu, yaitu mulai hari senin sampai dengan hari jumat. Setiap hari dibagi menjadi 7 sesi kecuali hari jumat menjadi 6 sesi. Table 5 adalah urutan waktu yang digunakan.

Tabel 5. Daftar ruang

<i>Sesi</i>	<i>Jam Mulai</i>	<i>Jam Selesai</i>
1	08.30	10.00
2	10.00	11.30
3	12.30	14.00
4	14.00	15.30
5	16.00	17.30
6	18.30	20.00
7	20.00	21.30

Setiap mata kuliah akan diampu oleh dosen pengajar. Dosen dapat mengampu lebih dari satu mata kuliah di setiap semester pada jam yang berbeda. Tabel 6 adalah contoh dosen mata kuliah.

Tabel 6. Dosen dan mata kuliah

<i>No</i>	<i>Mata kuliah</i>	<i>Dosen pengampu</i>
1	Bahasa Inggris	Putri Anggun Sari, S.Pt., M.Si, Arvita Emarilis Intani, S.T., M.T.
2	Aljabar Linier	Ikhsan Romli, S.Si., M.Sc, Ir. Nanang Tedi Kurniadi M.T
3	Logika Informatika	Ikhsan Romli, S.Si., M.Sc, Abdul Halim Anshor S.Kom M.Kom
4	Algorithma Dan Pemrograman 2	Anwar Sucipto, S.Kom, Edy Widodo, S.Kom. M.Kom, Ibrahim Syahril, S.Kom
5	Analisa Dan Perancangan SI	Agung Nugroho, M.Kom, Elkin Rilvani, S.Kom, M.M, Wiyanto, S.Kom, M.Kom

Constraint

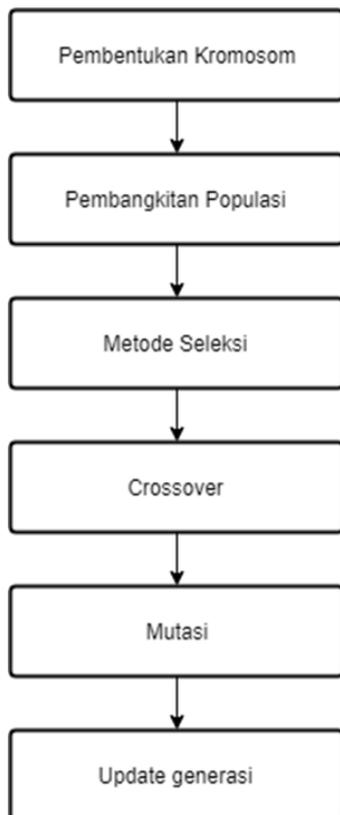
Constraint merupakan batasan atau syarat khusus yang harus dipenuhi dalam pembuatan jadwal kuliah. *Constraint* tersebut terbagi menjadi dua jenis, yaitu *hard constraint* dan *soft constraint*. *Hard constraint* merupakan batasan-batasan yang harus dipenuhi dalam penyusunan jadwal, jika tidak terpenuhi maka jadwal tidak dapat digunakan. *Hard constraint* yang digunakan dalam proses penjadwalan disini adalah sebagai berikut:

1. Dosen tidak boleh mengajar pada dua mata kuliah
2. yang berbeda pada hari dan jam yang sama pada kelas yang berbeda.

3. Dua dosen yang berbeda tidak boleh menempati ruangan yang sama pada hari dan jam yang sama.
4. Beban kerja dosen tidak boleh lebih dari 12 sks per semesternya.
5. Penempatan dosen mengajar harus sesuai dengan bidang ilmu yang dimiliki dan berdasarkan prioritasnya.
6. Selanjutnya adalah *soft constraint*. *Soft constraint* merupakan batasan yang boleh tidak dipenuhi, akan tetapi apabila terpenuhi akan menjadi lebih baik. Dalam hal ini, apabila batasan tidak terpenuhi, jadwal tetap bisa digunakan. *Soft constraint* dalam penelitian ini yang digunakan adalah, waktu atau mata kuliah yang dijadwalkan sesuai dengan permintaan dosen yang bersangkutan.

Proses Penjadwalan Algoritma Genetika

Penyelesaian masalah penjadwalan dengan menerapkan algoritma genetika dengan beberapa tahapan yang akan dilakukan seperti pada gambar 1.



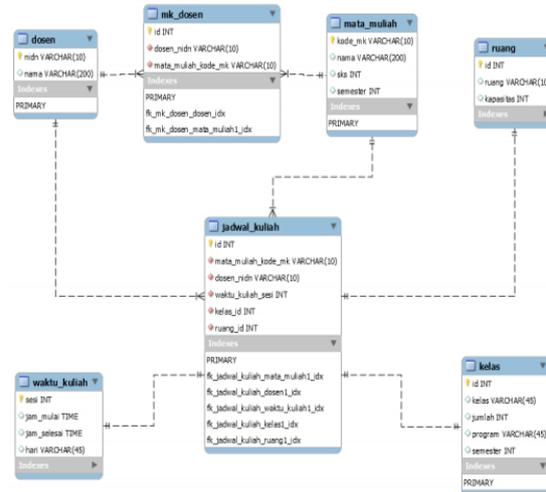
Gambar 1. Proses Algoritma Genetika

Perancangan Aplikasi

Pada penelitian ini, aplikasi yang digunakan untuk implementasi algoritma genetika menggunakan *Java* dan database *MySQL*.

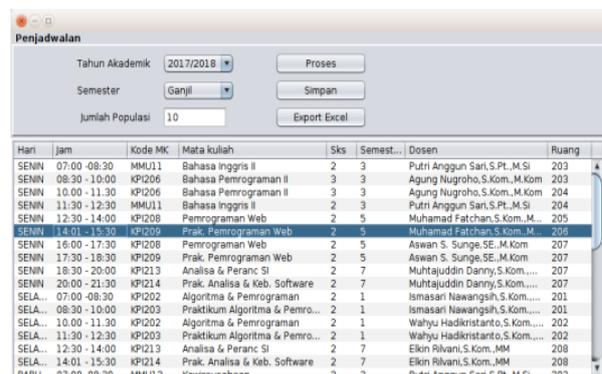
Perancangan Database

Database digunakan untuk menyimpan data awal yang akan digunakan dalam proses penjadwalan mata kuliah untuk memudahkan dalam mengelola data, seperti data dosen, data kelas, data sebaran mata kuliah atau kurikulum, data ruang dan waktu perkuliahan.



Gambar 2. ERD Penjadwalan Mata kuliah Perancangan User Interface

User interface atau antar muka program terdiri dari 3 menu utama yaitu pengelolaan data master, penetapan data matakuliah dosen, dan halaman penjadwalan. Ketiga menu tersebut dapat diakses melalui tampilan utama seperti pada gambar berikut:



Gambar 3. Contoh Interface Implementasi Algoritma Genetika

1. Pembentukan kromosom dan populasi

Inisialisasi kromosom direpresentasikan dalam bentuk larik atau array yang berisi data yang berkaitan dengan jadwal. Panjang kromosom adalah sebanyak jumlah gen yang ada. Pada kasus ini setiap gen adalah mewakili ruang dan waktu. Setelah kromosom dibentuk, kemudian dilakukan pembuatan populasi awal. Populasi terdiri dari individu-individu

pembentuk solusi awal penjadwalan sesuai aturan yang sudah ditetapkan. Pembentukan individu dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

- a. Pilih secara acak dari daftar dosen mata kuliah berdasarkan prioritas dan maksimal jumlah sks dosen.
 - b. Pilih ruang dan waktu secara acak yang belum pernah digunakan.
2. Fungsi *fitness* dan seleksi
- Seleksi dilakukan dengan memperhatikan nilai *fitness* dari tiap individu, manakah yang dapat digunakan untuk generasi berikutnya. Seleksi digunakan untuk mendapatkan calon individu terbaik, semakin kecil nilai *fitness* maka semakin kecil juga kemungkinan individu tersebut terpilih. Banyak cara untuk membagun fungsi *fitness*. Untuk mendapatkan nilai *fitness* yang baik diperlukan batasan-batasan yang diberikan sehingga menentukan prioritas batasan yang ada. Dalam kasus penjadwalan batasan tersebut dapat ditentukan berdasarkan nilai *constraint*.
3. Perkawinan silang

Crossover merupakan bagian dari proses algoritma genetika dengan menyilangkan individu satu dengan individu lainnya. Setiap individu yang memenuhi syarat *crossover* akan dipotong menjadi dua sesuai dengan kaidah tertentu dan akan menghasilkan dua buah gen baru. Setiap gen tersebut akan dipasangkan dengan gen lain dari individu lainnya.

Proses kawin silang yang pertama dilakukan adalah dengan membuat pasangan individu. Tidak ada aturan khusus dalam membentuk pasangan individu tersebut. Pasangan individu tersebut dapat dibuat dengan pengelompokan jenis individu, misal individu ganjil dengan ganjil, individu genap dengan genap, atau dilakukan secara acak. Setelah dilakukan pemasangan individu, selanjutnya adalah membuat *generate crossover rate*. Jika memenuhi syarat, lakukan silang gen.

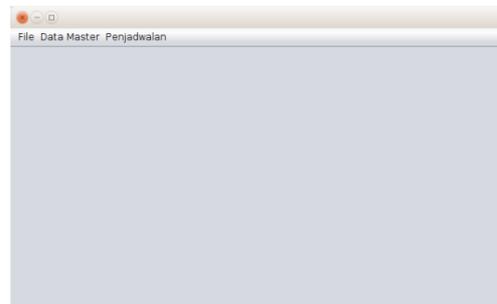
4. Mutasi

Mutasi adalah mekanisme proses dalam algoritma genetika untuk mengganti satu atau beberapa gen dari sebuah individu menjadi gen lain yang disusun secara acak. Pola susunan gen pada proses mutasi tersebut tidak ada kaidah tertentu. Karena karakteristik dari algoritma genetika memang disusun secara acak.

Pada proses mutasi membutuhkan syarat *mutation rate*. *Mutation rate* adalah angka yang dijadikan prasyarat dalam menentukan individu dapat dilakukan mutasi atau tidak. Nilai dari *mutation rate* tidak memiliki kaidah tertentu.

Menjalankan Aplikasi

Ketika aplikasi dijalankan maka akan ditampilkan layar utama aplikasi optimasi penjadwalan menampilkan menu-menu pilihan yang terdiri dari: menu data master, menu penjadwalan. Pada menu data master, berisi menu-menu untuk melakukan input data awal, seperti data dosen, data mata kuliah, data ruang, data kelas, dan data sesi mengajar. Data-data tersebut adalah data yang sifatnya permanen yang bisa di isi pertama kali sebelum dilakukan proses penjadwalan.



Gambar 4. Menu utama

Menentukan dosen pengampu

Proses penjadwalan dilakukan setelah data master mata kuliah dan dosen tersedia. Selanjutnya adalah menentukan dosen pengampu pertama kuliah. Penentuan dosen pengampu tersebut berdasarkan ketentuan yang berlaku pada Program Studi Teknik

Informatika STT Pelita Bangsa, dan disesuaikan dengan bidang keahlian tiap-tiap dosen.

Gambar 5. Input dosen pengampu

Proses Penjadwalan

Setelah data pengampu mata kuliah tersedia pada periode semester tahun ajaran, maka proses penjadwalan dapat dilakukan. Pada proses ini algoritma genetika akan bekerja. Proses optimasi penjadwalan berlangsung pada proses ini. Sebelum

memproses penjadwalan, perlu ditentukan jumlah populasi yang akan dibangkitkan untuk mencari nilai optimasi pada proses penjadwalan.

Gambar 6. Proses penjadwalan

Setelah diproses, maka akan ditampilkan hasilnya pada tabel dibawahnya, apabila hasil sudah sesuai data dapat disimpan kedalam database, atau bisa juga di export kedalam bentuk file excel.

Hari	Jam	Kode MK	Mata kuliah	Sks	Semest...	Dosen	Ruang
SENIN	07:00 - 08:30	MMUJ1	Bahasa Inggris II	2	3	Putri Anggun Sari, S.Pt., M.Si	203
SENIN	08:30 - 10:00	KPI206	Bahasa Pemrograman II	3	3	Agung Nugroho, S.Kom., M.Kom	203
SENIN	10:00 - 11:30	KPI206	Bahasa Pemrograman II	3	3	Agung Nugroho, S.Kom., M.Kom	204
SENIN	11:30 - 12:30	MMUJ1	Bahasa Inggris II	2	3	Putri Anggun Sari, S.Pt., M.Si	204
SENIN	12:30 - 14:00	KPI208	Pemrograman Web	2	5	Muhamad Fatchan, S.Kom., M.	205
SENIN	14:01 - 15:30	KPI209	Prak. Pemrograman Web	2	5	Muhamad Fatchan, S.Kom., M.	206
SENIN	16:00 - 17:30	KPI208	Pemrograman Web	2	5	Aswan S. Sunge, SE., M.Kom	207
SENIN	17:30 - 18:30	KPI209	Prak. Pemrograman Web	2	5	Aswan S. Sunge, SE., M.Kom	207
SENIN	18:30 - 20:00	KPI213	Analisa & Peranc SI	2	7	Muhtajuddin Danny, S.Kom., ...	207
SENIN	20:00 - 21:30	KPI214	Prak. Analisa & Keb. Software	2	7	Muhtajuddin Danny, S.Kom., ...	207
SELA...	07:00 - 08:30	KPI202	Algoritma & Pemrograman	2	1	Ismasari Nawangsih, S.Kom., ...	201
SELA...	08:30 - 10:00	KPI203	Praktikum Algoritma & Pemro...	2	1	Ismasari Nawangsih, S.Kom., ...	201
SELA...	10:00 - 11:30	KPI202	Algoritma & Pemrograman	2	1	Wahyu Hadikristanto, S.Kom., ...	202
SELA...	11:30 - 12:30	KPI203	Praktikum Algoritma & Pemro...	2	1	Wahyu Hadikristanto, S.Kom., ...	202
SELA...	12:30 - 14:00	KPI213	Analisa & Peranc SI	2	7	Elkon Rivani, S.Kom., MM	208
SELA...	14:01 - 15:30	KPI214	Prak. Analisa & Keb. Software	2	7	Elkon Rivani, S.Kom., MM	208
BABU...	07:00 - 08:30	MMUJ1	Bahasa Inggris II	2	3	Putri Anggun Sari, S.Pt., M.Si	203

Gambar 7. Hasil penjadwalan

3. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah menghasilkan suatu perhitungan menggunakan metode algoritma genetika untuk penjadwalan mengajar.
2. Penerapan metode ini dapat membantu developer dalam melakukan pengembangan system dalam hal penjadwalan mengajar.
3. Algoritma genetika cukup efektif dan efisien digunakan untuk pembuatan jadwal mengajar dibandingkan dengan menggunakan excel.

REFERENSI

- Desiani, A. dan Arhami, M. 2006. "Konsep Kecerdasan Buatan". Yogyakarta : Andi.
- Kusumadewi, Sri, (2003). Artificial Intelligence. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Marbun, Yuniar dkk. 2013. Analisa PSO dan GA untuk optimasi penjadwalan matakuliah. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Pinedo, Michael. 2002. Scheduling Theory, Algorithms, and System, Third Edition. New York : Prentice Hall, Inc.
- Puspaningrum, Wiga Ayu, dkk. 2013. Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika di Jurusan Sistem Informasi ITS. Jurnal Teknik Pomits. Vol 2, No 1, Hal 127-131. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Rich, E. and Knight, K., Artificial Intelligence, Second Editions, 1991.
- Stevenson, William J. (2009). Operations Management. 10th Edition. New York: Mc.Graw-Hill.
- Thiang, Ronald Kurniawan, Hany Ferdinando. "Implementasi Algoritma Genetika pada Mikrokontroler MCS51 Untuk Mencari Rute Terpendek". Proceeding, Seminar of Intelligent Technology and Its Applications (SITIA 2001) Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2001.
- Wati, D.A.R., dan Rochman, Y.A., 2013, Model Penjadwalan Matakuliah Secara Otomatis Berbasis Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO). Jurnal Rekayasa Sistem Industri, 2(1), 22-31.