

**Jurnal Politeknik Caltex Riau**Terbit Online pada laman <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jkt/>

| e- ISSN : 2460-5255 (Online) | p- ISSN : 2443-4159 (Print) |

## Recommendation System for Collegian Student's Weekly Course Schedule

**Susana Limanto<sup>1</sup>, Heru Arwoko<sup>2</sup> dan Jason Austin Juwono<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Universitas Surabaya, Teknik Informatika, email: susana@staff.ubaya.ac.id<sup>2</sup>Universitas Surabaya, Teknik Informatika, email: heru\_a@staff.ubaya.ac.id<sup>3</sup>Universitas Surabaya, Teknik Informatika, email: s160417004@student.ubaya.ac.id

### [1] Abstrak

*Selama ini, penelitian terkait dengan penjadwalan mata kuliah hanya dilakukan dengan mempertimbangkan sisi institusi. Namun, biasanya mahasiswa memiliki pertimbangan lain, seperti kegiatan rutin di luar kuliah, waktu perkuliahan, hari libur kuliah, dan jeda waktu tunggu antar mata kuliah. Kondisi ini tidak pernah dipertimbangkan dalam penelitian yang ada. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem rekomendasi dengan menggunakan gabungan antara metode Depth First Search dan Simple Multi Attribute Ranking Technique. Metode Depth First Search digunakan untuk mencari semua kemungkinan alternatif jadwal. Semua alternatif jadwal yang didapatkan akan digunakan untuk menentukan jadwal yang paling sesuai dengan preferensi mahasiswa menggunakan metode Simple Multi Attribute Ranking Technique. Kinerja dari sistem dievaluasi melalui simulasi untuk mendapatkan rekomendasi jadwal mata kuliah bagi 28 mahasiswa. Hasil simulasi kemudian dibandingkan dengan jadwal ideal yang diinginkan oleh mahasiswa dan jadwal mata kuliah yang riil dijalani mahasiswa. Akurasi dari jadwal yang direkomendasikan terhadap jadwal ideal yang diinginkan mahasiswa mencapai 70,8% dengan rata-rata waktu untuk menghasilkan jadwal yang direkomendasikan adalah 1,05 detik. Akurasi jadwal yang direkomendasikan meningkat menjadi sekitar 91% jika dibandingkan dengan jadwal mata kuliah yang riil dijalani oleh mahasiswa yang bersangkutan. Jadi dapat disimpulkan bahwa penelitian yang dilakukan dapat membantu merekomendasikan jadwal kuliah mingguan mahasiswa secara riil.*

**Kata kunci:** sistem rekomendasi, penjadwalan mata kuliah, preferensi mahasiswa, depth first search, simple multi attribute ranking technique

### [2] Abstract

*Existing research on course scheduling was conducted only from the institutional side. However, students usually have other considerations, such as routine activities outside of class, course time, holidays in a week of study, and lead time between courses. These conditions had never been taken into consideration in existing research. In this paper, a recommendation system was proposed using Depth First Search and Simple Multi Attribute Ranking Technique methods. Depth First Search method was used to find all possible alternative schedules. All the possible alternative schedules were used to determine the schedule that best suits student preferences using Simple Multi Attribute Ranking Technique method. The system performance was measured through simulation to get course schedule recommendations for 28 students. The simulation*

*results were compared with the ideal schedule desired by the students and the real course schedule for those students. The accuracy of the recommended schedule against the ideal schedule desired by students was 70.8% with an average processing time of 1.05 seconds. The accuracy of the recommended schedule increased to about 91% when compared to the actual student courses schedule. So it can be concluded that the research can help to recommend students' weekly class schedules in real terms.*

**Keywords:** *recommendation system, course scheduling, student preferences, depth first search, simple multi attribute ranking technique*

---

## 1. Pendahuluan

Penjadwalan merupakan suatu kegiatan yang banyak dijumpai di berbagai bidang tidak terkecuali bidang pendidikan [1][2]. Salah satu contoh penjadwalan di bidang pendidikan adalah penjadwalan mata kuliah di tiap semester. Penjadwalan mata kuliah ini merupakan suatu permasalahan yang kompleks dan rumit namun menantang karena biasanya melibatkan banyak batasan [3], [4]. Sebenarnya, penjadwalan mata kuliah dapat ditinjau dari 2 sisi, yaitu institusi dan mahasiswa. Penjadwalan dari sisi institusi merupakan penjadwalan yang tidak melibatkan peran mahasiswa dalam proses pencarian jadwal yang optimal. Namun, penjadwalan mata kuliah dari sisi institusi lebih banyak diminati oleh para peneliti. Berbagai metode digunakan oleh para peneliti untuk membentuk jadwal yang optimal, seperti metode Bayesian [2], Tabu Search [5], [6], Graph coloring [7], [8], Genetic algorithm [9]–[11], dan simulated annealing [12], [13]. Beberapa peneliti menggunakan metode hybrid untuk mendapatkan hasil yang lebih baik seperti hybrid Artificial Bee Colony with Hill Climbing algorithms [1], hybrid Parallel Genetic Algorithm and Local Search [14], hybrid Simulated Annealing with Tabu Search [15], hybrid Genetic Algorithm with Simulated Annealing [16], and hybrid Genetic Algorithm with Graph coloring [17].

Penelitian mengenai penjadwalan mata kuliah dari sisi institusi dilakukan dengan berbagai batasan dan tujuan. Sebagai contoh penelitian yang dilakukan oleh Yongkai Sun, dkk [18] adalah membangun sebuah sistem penjadwalan mata kuliah dengan tujuan untuk mengurangi konsumsi energi terkait dengan waktu penggunaan dan jumlah pengguna. Yongkai Sun, dkk [18] mencoba untuk mengatur waktu perkuliahan agar mengelompok di pagi hari atau sore hari sesuai dengan parameter waktu kuliah dan kapasitas kelas sehingga meminimalkan konsumsi energi. Hasil ujicoba penelitian ini selama musim gugur menunjukkan bahwa jadwal kuliah yang dihasilkan dapat menghemat konsumsi energi gedung sebesar 3,6%. Yasari dkk. [19] melakukan penjadwalan mata kuliah dalam dua tahap, yaitu: setelah perencanaan studi dan setelah tahap batal/tambah. Penjadwalan dilakukan untuk meminimalkan risiko dan kemungkinan perubahan pada tahap batal/tambah mata kuliah. Sementara itu, Lü dan Hao [5] melakukan penelitian dengan menggunakan metode heuristik, Adaptive Tabu Search untuk mendapatkan hasil penjadwalan yang optimal dengan mempertimbangkan ketersediaan dosen, ruang kelas, hari kerja, dan kurikulum. Gulcu dan Akan [13] mengembangkan algoritma Simulasi Annealing untuk menghasilkan jadwal sedemikian hingga jika terjadi perubahan data, maka perubahan yang perlu dilakukan pada jadwal awal adalah seminimal mungkin. Pendekatan hibrid heuristik saat ini banyak digunakan oleh peneliti untuk menjadwalkan mata kuliah karena dianggap memberikan hasil yang lebih baik [20]–[22]. Babaei dkk. [23] mengusulkan pendekatan hibrid antara metode fuzzy, algoritma pencarian lokal dan algoritma genetika. Hasil simulasi menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dapat meningkatkan kepuasan dosen. Algoritma hibrid, Cuckoo Self-adaptive digunakan oleh Thepphakorn [24] untuk penjadwalan mata kuliah di Universitas Naresuan. Algoritma yang diusulkan mampu memberikan hasil yang lebih baik daripada algoritma Cuckoo yang konvensional maupun Particle Swarm Optimization baik tunggal ataupun

hybrid untuk semua kasus [24]. Ada tiga strategi yang digunakan, yaitu pengaturan parameter, strategi perpindahan, dan hibridisasi pencarian lokal. Hasil yang sama terlihat dalam penelitian yang dilakukan oleh [25] dan [26]. **Namun semua penelitian di atas hanya mempertimbangkan sisi institusional**, sedangkan kenyamanan dan kepuasan mahasiswa yang terlibat langsung dalam kegiatan perkuliahan tidak diperhatikan.

Mahasiswa adalah seorang siswa yang dianggap telah dewasa sehingga dianggap mampu menyusun sendiri jadwal mata kuliah yang akan diambil tiap semester mulai semester 2 karena pada semester pertama jadwal sudah ditetapkan dari program studi. Sebenarnya program studi sudah memberikan panduan alur pengambilan mata kuliah tiap semester namun mahasiswa dapat mengambilnya disesuaikan dengan kemampuan dan perencanaan kegiatannya. Namun setiap semester, suatu program studi biasanya membuka banyak matakuliah dengan beberapa kelas paralel disesuaikan dengan kurikulum, perkiraan jumlah mahasiswa yang akan mengambil, dan ketentuan yang berlaku. Untuk itu, mahasiswa perlu membuat perencanaan studi dengan teliti agar tidak ada dua atau lebih mata kuliah yang diambil dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan. Selain itu, biasanya mahasiswa mempunyai pertimbangan lain saat menentukan kelas paralel yang akan diambil, seperti kegiatan rutin di luar kuliah, waktu perkuliahan, hari libur yang direncanakan dalam satu minggu perkuliahan, dan jeda waktu antar mata kuliah. Hal ini menambah kesulitan dalam menyusun rencana jadwal kuliah mingguan. Hal ini diperkuat dengan hasil survey terhadap 56 mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Ubaya yang aktif di semester Gasal 2020-2021, yaitu 62.5% responden mengalami kesulitan saat menyusun jadwal kuliah.

Penelitian dibuat untuk membangun sebuah sistem **untuk membantu perencanaan jadwal mata kuliah mingguan mahasiswa sesuai dengan daftar matakuliah yang akan diambil dan preferensi mahasiswa tersebut**. Sistem dibangun dalam dua tahap. Tahap pertama akan dilakukan proses untuk mendapatkan semua kemungkinan jadwal yang mungkin dan tidak tubrukan dengan menggunakan algoritma Depth First Search (DFS). Pada tahap kedua, hasil dari DFS akan digunakan untuk menentukan jadwal yang paling sesuai dengan preferensi mahasiswa dengan menggunakan metode Simple Multi Attribute Ranking Technique (SMART). Hasil penelitian diharapkan memberikan manfaat kepada mahasiswa khususnya mahasiswa tingkat pertama karena masih dalam masa adaptasi di program studi. Mahasiswa tingkat 1 merupakan mahasiswa yang pada jenjang pendidikan sebelumnya, tidak pernah menyusun jadwal sekolah mingguannya sendiri karena sistem yang diberlakukan adalah sistem paket, yaitu mata pelajaran yang ditawarkan harus diikuti semuanya.

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian diawali dengan mengumpulkan data mengenai cara mahasiswa dalam menyusun jadwal mata kuliah mingguan berdasarkan daftar mata kuliah yang dibuka semester selanjutnya, faktor-faktor yang biasanya dipertimbangkan oleh mahasiswa dalam menyusun jadwal mata kuliah mingguan, dan kesulitan yang sering dialami saat menyusun jadwal. Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuisioner secara online dengan bantuan Google Form. Responden didapatkan dengan metode Cluster Sampling yaitu dari mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Ubaya yang aktif di semester Gasal 2020-2021 yang dikombinasikan dengan metode Simple Random Sampling. Data yang didapatkan dari 56 responden diolah dengan menggunakan metode statistika deskriptif. Profil responden dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil pengolahan kuisioner menunjukkan bahwa rata-rata responden mengambil 6 sampai 8 mata kuliah dalam 1 semester. Saat menyusun jadwal mata kuliah, 89% responden terbiasa berdiskusi dengan teman satu grupnya untuk mendapatkan jadwal bersama. Namun, 92% responden masih menggunakan cara konvensional untuk menyusun jadwal, yaitu dengan mencocokkan jadwal mata kuliah yang diinginkan satu per satu sehingga tidak bertubrukan dengan bantuan kertas atau MS Excel. Faktor yang biasanya dipertimbangkan oleh responden saat menyusun jadwal mata

kuliah adalah waktu pelaksanaan kuliah (93%), waktu tunggu antara dua mata kuliah pada hari yang sama (86%), adanya hari libur tambahan di luar hari Sabtu dan Minggu (75%), kelas paralel (71%), dan kegiatan lain di luar kuliah (30%). Kelas Paralel (KP) menjadi salah satu faktor yang dipertimbangkan mahasiswa dikarenakan mahasiswa melihat dosen pengajarnya. Cara penyusunan secara konvensional mengakibatkan 62.5% responden merasa kesulitan saat menyusun jadwal kuliah.

**Tabel 1. Profil responden**

<b>Responden</b>	<b>Jumlah</b>
Angkatan 2016-2017	3
Angkatan 2017-2018	36
Angkatan 2018-2019	15
Angkatan 2019-2020	2

Setelah mengetahui faktor-faktor yang biasanya dipertimbangkan oleh mahasiswa dalam menyusun jadwal mata kuliah, selanjutnya dirancang sebuah sistem yang dapat merekomendasikan jadwal mata kuliah mingguan bagi seorang mahasiswa. Sistem rekomendasi yang dirancang terdiri dari dua proses utama, yaitu mencari semua kemungkinan jadwal yang tidak tubrukan dan menentukan jadwal yang paling sesuai dengan preferensi mahasiswa. Kedua proses dilakukan secara sekuensial sehingga output dari proses pertama akan digunakan di proses kedua. Proses pertama dijalankan dengan menggunakan algoritma Depth First Search (DFS). Sedangkan proses kedua dijalankan dengan menggunakan metode Simple Multi Attribute Ranking Technique (SMART). Alur kerja dari pembentukan jadwal yang direkomendasikan dapat dilihat pada Algoritma 1.

1. MULAI
2. BACA mata kuliah dan KP yang dibuka
3. BACA kegiatan di luar kuliah
4. BACA mata kuliah dan KP yang diinginkan
5. BACA preferensi waktu perkuliahan, hari libur, jeda waktu antara dua mata kuliah yang berurutan
6. GENERATE semua kemungkinan jadwal dengan metode DFS
7. HITUNG jadwal yang paling sesuai dengan preferensi untuk direkomendasikan menggunakan metode SMART
8. TAMPILKAN jadwal yang direkomendasikan
9. SELESAI

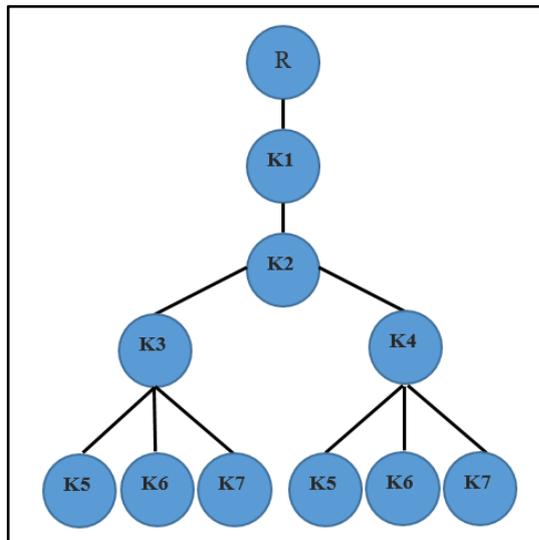
**Algoritma 1. Alur kerja sistem rekomendasi mata kuliah mingguan**

Input yang dibutuhkan pada proses pencarian semua kemungkinan jadwal adalah jadwal mata kuliah yang akan dibuka pada semester berikutnya, daftar kegiatan rutin di luar kuliah yang diikuti oleh mahasiswa yang bersangkutan, dan daftar mata kuliah yang ingin diambil di semester berikutnya. Selanjutnya dicari semua KP yang dibuka dari semua mata kuliah yang ingin diambil untuk digunakan membentuk *tree*. Setiap kegiatan rutin di luar kuliah diwakili oleh sebuah level dari *tree*. Demikian juga dengan semua KP yang dibuka untuk sebuah mata kuliah yang ingin diambil juga diwakili oleh sebuah level dari *tree*. Setelah *tree* terbentuk, proses pencarian semua kemungkinan jadwal yang tidak tubrukan dimulai. Pada proses penelusuran, saat mengunjungi sebuah *node*, akan dilakukan pengecekan apakah terjadi tubrukan jadwal antara *node* tersebut dengan semua *node* parent. Apabila terjadi bentrokan maka penelusuran yang melibatkan jalur tersebut dihentikan, namun apabila hingga *node* daun tidak terjadi bentrokan jadwal, maka jalur yang terbentuk akan disimpan sebagai salah satu kemungkinan. Sebagai ilustrasi, seorang

mahasiswa mempunyai dua aktifitas di luar kuliah dan ingin mengambil dua mata kuliah. Jadwal aktifitas di luar kuliah beserta jadwal dari semua KP yang ada dari mata kuliah yang diinginkan dapat dilihat pada Tabel 2. *Tree* yang terbentuk dengan menggunakan input dari Tabel 2 dapat dilihat pada Gambar 1. Pada saat penelusuran jalur R-K1-K2-K3, terdeteksi adanya bentrokan jadwal antara K2 dengan K3, maka semua jalur dari K3 ke *node* di bawahnya dibuang dari proses pembentukan kemungkinan jadwal mata kuliah mingguan. Proses penelusuran dilanjutkan pada jalur R-K1-K2-K4-K5, namun pada jalur ini juga terdeteksi adanya bentrokan jadwal antara K4 dengan K5 maka semua jalur dari K4 ke *node* di bawahnya dibuang dari proses pembentukan kemungkinan jadwal mata kuliah mingguan. Jalur selanjutnya yang ditelusuri adalah R-K1-K2-K4-K6 dan R-K1-K2-K4-K7. Pada kedua jalur ini tidak dideteksi adanya tubrukan jadwal sehingga kedua jalur ini menjadi output dari proses pertama.

**Tabel 2. Jadwal aktifitas luar kuliah dan semua KP dari mata kuliah yang diinginkan**

No.	Kegiatan	Kode Kegiatan	Jadwal
1	Aktifitas keagamaan	K1	Selasa pukul 10.00 – 12.00 WIB
2	Latihan basket	K2	Senin pukul 15.00 – 18.00 WIB
3	Mata kuliah 1 – KP A	K3	Senin pukul 13.00 – 15.45 WIB
4	Mata kuliah 1 – KP B	K4	Selasa pukul 07.00 – 09.45 WIB
5	Mata kuliah 2 – KP O	K5	Selasa pukul 08.50 – 10.40 WIB
6	Mata kuliah 2 – KP P	K6	Rabu pukul 10.40 – 12.30 WIB
7	Mata kuliah 2 – KP Q	K7	Selasa pukul 13.00 – 14.50 WIB



**Gambar 1. Tree yang terbentuk dari input pada Tabel 2**

Input yang dibutuhkan pada proses kedua adalah semua kemungkinan jadwal mata kuliah yang dihasilkan oleh algoritma DFS dan faktor yang dipertimbangkan dalam penyusunan jadwal (preferensi) beserta bobotnya. Bobot diinput dengan range nilai antara satu (sangat tidak mempengaruhi penyusunan jadwal mata kuliah) sampai sepuluh (sangat mempengaruhi).

Langkah pertama yang dilakukan adalah menyusun matrik yang berisi tingkat kecocokan antara setiap kemungkinan jadwal dengan setiap faktor yang digunakan. Faktor yang diperhitungkan adalah KP, waktu perkuliahan, hari libur dan jeda waktu antar mata kuliah. Perhitungan tingkat kecocokan setiap faktor dilakukan dengan cara:

## 1. Faktor KP

Tingkat kecocokan KP dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.

$$KP_i = \frac{nKP_i}{n} \quad (1)$$

$KP_i$  = tingkat kecocokan KP dari kemungkinan jadwal mata kuliah ke-i

$nKP_i$  = jumlah mata kuliah dengan KP yang diinginkan sesuai dengan kemungkinan jadwal mata kuliah ke-i

$n$  = jumlah mata kuliah yang ingin diambil

## 2. Faktor waktu perkuliahan

Tingkat kecocokan waktu perkuliahan dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.

$$WP_i = \frac{\sum_{j=1}^n nWPS_{ij}}{\sum_{j=1}^n nWP_{ij}} \quad (2)$$

$WP_i$  = tingkat kecocokan waktu perkuliahan yang diinginkan dengan kemungkinan jadwal mata kuliah ke-i

$n$  = jumlah mata kuliah yang ingin diambil

$nWP_{ij}$  = jumlah waktu pelaksanaan (dihitung per sks) mata kuliah ke-j dari kemungkinan jadwal ke-i

$nWPS_{ij}$  = jumlah waktu pelaksanaan (dihitung per sks) mata kuliah ke-j dari kemungkinan jadwal ke-i yang sesuai dengan preferensi mahasiswa

## 3. Faktor hari libur

Tingkat kecocokan jadwal perkuliahan dengan preferensi hari libur selain Sabtu dan Minggu dihitung dengan menggunakan Persamaan 3. Saat ini institusi yang digunakan sebagai objek penelitian tidak menggunakan hari Sabtu dan Minggu untuk perkuliahan. Tingkat kecocokan akan semakin kecil apabila jumlah mata kuliah yang diadakan pada hari libur yang menjadi preferensi mahasiswa semakin banyak.

$$HL_i = \frac{1}{1 + nHL_i} \quad (3)$$

$HL_i$  = tingkat kecocokan jadwal perkuliahan dengan preferensi hari libur selain Sabtu dan Minggu dari kemungkinan jadwal mata kuliah ke-i

$nHL_i$  = jumlah mata kuliah dari kemungkinan jadwal ke-i yang jadwal perkuliahannya di hari libur yang menjadi preferensi mahasiswa

## 4. Faktor jeda waktu antar mata kuliah

Tingkat kecocokan jeda waktu antar mata kuliah yang dilaksanakan di hari yang sama dihitung dengan menggunakan Persamaan 4.

$$JW_i = \frac{1}{1 + nJW_i} \quad (4)$$

$JW_i$  = tingkat kecocokan jeda waktu antar mata kuliah yang dilaksanakan di hari yang sama dari kemungkinan jadwal mata kuliah ke-i

$nJW_i$  = banyaknya jeda waktu antar mata kuliah yang dilaksanakan di hari yang sama dari kemungkinan jadwal ke-i yang kurang dari minimal jeda waktu yang menjadi preferensi mahasiswa

Setelah matrik tingkat kecocokan terbentuk, langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi bobot dari setiap faktor yang diinputkan mahasiswa sehingga jumlah bobot dari semua faktor sama dengan satu. Proses dilanjutkan dengan membentuk matriks *utility value*. Matriks ini berisi

*utility value* dari setiap kriteria untuk setiap kemungkinan jadwal yang ada. Matrik ini dibentuk dengan dengan cara:

1. Jika kriteria termasuk kategori keuntungan, maka *utility value* dihitung dengan menggunakan Persamaan 5. Sebuah kriteria dikategorikan sebagai keuntungan apabila semakin besar nilai kriteria berarti semakin baik.

$$u_i(a_j) = \frac{c_{out} - c_{min}}{c_{max} - c_{min}} \quad (5)$$

$u_i(a_j)$  = *utility value* dari kriteria ke-i, kemungkinan jadwal ke-j

$c_{max}$  = nilai terbesar dari kriteria ke-i

$c_{min}$  = nilai terkecil dari kriteria ke-i

$c_{out}$  = nilai kriteria ke-i dari kemungkinan jadwal ke-j

2. Jika kriteria termasuk kategori biaya, maka *utility value* dihitung dengan menggunakan Persamaan 6. Sebuah kriteria dikategorikan sebagai biaya apabila semakin kecil nilai kriteria berarti semakin baik.

$$u_i(a_j) = \frac{c_{max} - c_{out}}{c_{max} - c_{min}} \quad (6)$$

$u_i(a_j)$  = *utility value* dari kriteria ke-i, kemungkinan jadwal ke-j

$c_{max}$  = nilai terbesar dari kriteria ke-i

$c_{min}$  = nilai terkecil dari kriteria ke-i

$c_{out}$  = nilai kriteria ke-i dari kemungkinan jadwal ke-j

Dengan menggunakan matrik tingkat kecocokan dan matrik *utility value* dilakukan perhitungan nilai akhir dari setiap kemungkinan jadwal yang ada. Perhitungan nilai akhir dilakukan dengan menggunakan Persamaan 7.

$$u(a_j) = \sum_{i=1}^m w_i * u_i(a_j) \quad (7)$$

$u(a_j)$  = nilai akhir dari kemungkinan jadwal ke-j

$w_i$  = bobot kriteria ke-i yang telah dinormalisasi

$u_i(a_j)$  = *utility value* dari kriteria ke-i, kemungkinan jadwal ke-j

$m$  = banyaknya kriteria

Langkah terakhir adalah mencari nilai akhir terbesar dari semua kemungkinan jadwal yang ada. Jadwal dengan nilai akhir terbesar adalah jadwal yang direkomendasikan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Untuk menilai kinerja dari sistem yang dibangun, maka dilakukan simulasi untuk menghasilkan rekomendasi jadwal mata kuliah mingguan bagi 31 mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Universitas Surabaya pada perencanaan studi semester Gasal 2020-2021. Namun tiga data di antaranya tidak valid sehingga yang digunakan hanya 28 data. Profil mahasiswa yang menjadi responden dalam uji coba simulasi dapat dilihat pada Tabel 3. Contoh mata kuliah yang ingin diambil dan preferensi dari setiap faktor yang digunakan responden dalam menyusun jadwal mata kuliah dapat dilihat pada Tabel 4. Slot waktu perkuliahan yang digunakan untuk simulasi disesuaikan dengan slot waktu perkuliahan di Universitas Surabaya. Perkuliahan diadakan dari hari Senin sampai Jumat dari pukul 07.00 – 21.00 WIB. Satu slot waktu setara dengan 55 menit sehingga slot waktu yang tersedia adalah 07.00 – 07.55, 07.55 – 08.50, dan seterusnya. Waktu mulai perkuliahan yang diijinkan untuk mata kuliah 2 sks adalah 07.00, 08.50, 10.40, 13.00, 14.50, 16.40, dan 18.30. Sedangkan waktu mulai perkuliahan yang diijinkan untuk mata kuliah 3 sks adalah 07.00, 09.45, 13.00, 15.45, dan 18.30. Bobot dari setiap factor diinput dengan range nilai antara satu (sangat tidak mempengaruhi penyusunan jadwal mata kuliah) sampai sepuluh (sangat mempengaruhi).

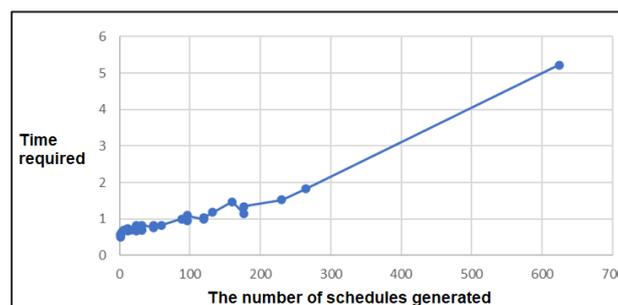
**Tabel 3. Profile responden simulasi**

<b>Responden</b>	<b>Jumlah</b>
Angkatan 2017-2018	2
Angkatan 2018-2019	19
Angkatan 2019-2020	7

Contoh hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata akurasi kesesuaian jadwal yang direkomendasikan dengan jadwal yang diinginkan hanya 70.8%. Setelah dianalisis lebih lanjut, penyebab utama jadwal yang direkomendasikan mempunyai akurasi hanya sekitar 71% adalah adanya tabrakan jadwal antara 2 atau lebih mata kuliah/KP yang diinginkan, jadwal yang tersedia tidak sesuai dengan preferensi waktu pelaksanaan kuliah, dan minimal jeda waktu antar mata kuliah tidak dapat dipenuhi. Sebagai contoh, kebanyakan mahasiswa menginginkan perkuliahan diadakan antara pukul 08.00 WIB hingga 15.45 WIB. Namun beberapa mata kuliah hanya dimulai pukul 07.00 WIB atau di atas pukul 15.45 WIB. Selain itu, kebanyakan mahasiswa menginginkan jeda waktu antar mata kuliah antara 30 sampai 60 menit, sedangkan mata kuliah yang diambil rata-rata sebanyak delapan sehingga kondisi ini tidak dapat dipenuhi.

Penelitian dilanjutkan dengan menganalisis kesesuaian antara jadwal yang direkomendasikan oleh sistem dengan jadwal yang riil diambil oleh mahasiswa yang bersangkutan. Beberapa mata kuliah yang riil diambil mahasiswa mempunyai jadwal yang sama dengan mata kuliah yang direkomendasikan namun mempunyai KP yang berbeda. Hal ini dikarenakan jumlah peserta yang mendaftar pada suatu KP mata kuliah jauh melebihi kapasitas kelas sehingga program studi membuka KP baru dengan jadwal yang sama dan sebagian dari pendaftar dipindahkan ke KP baru (Tabel 5 blok kuning). Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata akurasi kesesuaian jadwal yang direkomendasikan meningkat menjadi 90.99% dengan dua jadwal diantaranya mempunyai akurasi minimal, yaitu 62.5% (mata kuliah beda KP namun mempunyai jadwal kuliah sama dianggap sama). Kondisi ini menunjukkan bahwa mata kuliah yang direkomendasikan oleh sistem lebih mendekati mata kuliah yang riil diambil mahasiswa daripada mata kuliah yang diinginkan mahasiswa.

Performa dari sistem selain diukur dari hasil rekomendasi jadwal juga diukur dari segi waktu proses. Pengukuran waktu proses dilakukan dengan menggunakan ponsel pintar tipe OPPO A83 dengan spesifikasi Sistem Operasi Android 7.1.1 - Prosesor Octa Core - Random Access Memory sebesar 3 GB. Rata-rata jumlah kombinasi jadwal yang dihasilkan oleh sistem untuk setiap responden adalah 88.63 dengan rata-rata waktu proses adalah 1.05 detik. Grafik performa waktu proses dari sistem rekomendasi dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa hubungan antara waktu proses dengan banyaknya jadwal yang dibentuk sistem cenderung linier positif, yaitu semakin banyak jadwal yang terbentuk, semakin panjang waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan rekomendasi.

**Gambar 2. Performa Sistem Rekomendasi dari Segi Waktu**

Tabel 4. Contoh Preferensi dari Setiap Faktor yang Digunakan Responden untuk Menyusun Jadwal Kuliah Mingguan

Kode Mata Kuliah yang Ingin Diambil dan Preferensi KP	Bobot	Faktor Waktu Pelaksanaan Kuliah		Faktor Hari Libur Selain Sabtu dan Minggu		Faktor Waktu Tunggu antar Mata Kuliah yang Berurutan	
		Preferensi Waktu Perkuliahan	Bobot	Preferensi Hari Libur	Bobot	Preferensi Lama Waktu Tunggu (menit)	Bobot
C4, C22, C43, C44	6	7.00 AM - 12.30 AM	8	Friday	5	120	8
C4, C22, C43, C44	10	9.45 AM - 4.30 PM	10	Friday	10	5	8
C11, C13, C14, C22, C27, C30, C34, C41	7	9.45 AM - 3.45 PM	8	Friday	9	55	6
C1 - A, C9 - A, C14 - A, C15 - A, C21 - A, C30 - C, C34 - E1, C37 - B	7	9.00 AM - 4.30 PM	9	Friday	8	15	6
C1, C13, C14, C21, C22, C30, C37, C41	7	9.45 AM - 3.45 PM	9	Friday	8	55	5

Tabel 5. Contoh Hasil Simulasi

Mata Kuliah yang Ingin Diambil dan Preferensi KP	Hasil Rekomendasi	Riil Mata Kuliah yang Diambil	%Kecocokan Hasil Rekomendasi dengan Preferensi	%Kecocokan Hasil Rekomendasi dengan Riil
C4, C22, C43, C44	C4 - A, C22 - A, C43 - A, C44 - A	C4-A, C22-A, C43-A, C44-A	85.7	100
C4, C22, C43, C44	C4 - A, C22 - A, C43 - A, C44 - A	C4-A, C22 - A, C43-A, C44-A	87.3	100
C11, C13, C14, C22, C27, C30, C34, C41	C11-A, C13-A, C14-A, C22-A, C27-E, C30 - C, C34 - E1, C41-A	C11-A, C13-A, C14-B, C22-A, C27-F, C30-D, C34-E1, C41-C	60.8	75
C1 - A, C9 - A, C14 - A, C15 - A, C21-A, C30 - C, C34-E1, C37-B	C1 - A, C9 - A, C14 - B, C15 - A, C21 - A, C30 - C, C34-E1, C37 - B	C1-A, C9-A, C14 - A, C15-A, C21-A, C30-D, C34-E1, C37-B	87	100

- Blok kuning menunjukkan mata kuliah yang berbeda KP namun mempunyai jadwal kuliah yang sama antara yang direkomendasikan dengan yang riil diambil
- Blok hijau dan abu-abu menunjukkan mata kuliah yang sama namun beda jadwal atau beda mata kuliah

#### **4. Kesimpulan**

Penelitian dilakukan untuk membangun sebuah sistem pemberian rekomendasi jadwal mata kuliah mingguan disesuaikan dengan jadwal mata kuliah yang ditawarkan program studi, jadwal kegiatan di luar kuliah, dan preferensi mahasiswa. Preferensi yang digunakan adalah kelas paralel, waktu perkuliahan, jeda waktu antara dua mata kuliah yang berurutan, dan hari libur. Sistem dibangun dalam dua tahap dengan tahap pertama adalah membentuk semua jadwal yang mungkin berdasarkan jadwal mata kuliah yang ditawarkan program studi dan jadwal kegiatan di luar kuliah. Hasil dari tahap pertama digunakan untuk menghitung tingkat kecocokan dari setiap jadwal yang mungkin dengan preferensi mahasiswa. Jadwal dengan tingkat kecocokan yang paling tinggi merupakan jadwal yang akan direkomendasikan kepada mahasiswa.

Performa dari sistem divalidasi melalui simulasi dan perhitungan waktu proses. Hasil simulasi menunjukkan bahwa rata-rata akurasi kesesuaian jadwal yang direkomendasikan oleh sistem dengan preferensi yang diinginkan oleh mahasiswa hanya 70.8%. Akurasi ini meningkat menjadi 90.99% apabila jadwal yang direkomendasikan oleh sistem dibandingkan dengan jadwal riil mata kuliah yang diambil mahasiswa. Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua preferensi mahasiswa dapat diakomodasi oleh jadwal mata kuliah yang ditawarkan oleh program studi. Sedangkan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan jadwal yang direkomendasikan adalah 1.05 detik. Berdasarkan hasil validasi ini dapat dinyatakan bahwa hasil penelitian dapat membantu merekomendasikan jadwal kuliah mingguan mahasiswa secara riil.

**Daftar Pustaka**

- [1] A. L. aro Bolaji, A. T. Khader, M. A. Al-Betar, and M. A. Awadallah, "University course timetabling using hybridized artificial bee colony with hill climbing optimizer," *J. Comput. Sci.*, vol. 5, no. 5, pp. 809–818, 2014, doi: 10.1016/j.jocs.2014.04.002.
- [2] A. Siame and D. Kunda, "University Course Timetabling using Bayesian based Optimization Algorithm," *Int. J. Recent Contrib. from Eng. Sci. IT*, vol. 6, no. 2, p. 14, 2018, doi: 10.3991/ijes.v6i2.8990.
- [3] H. Rudová, T. Müller, and K. Murray, "Complex university course timetabling," *J. Sched.*, vol. 14, no. 2, pp. 187–207, 2011, doi: 10.1007/s10951-010-0171-3.
- [4] S. Kumar and R. Pandey, "Automated university course timetable generator," *Int. J. Ind. Syst. Eng.*, vol. 36, no. 1, pp. 1–16, 2020, doi: 10.1504/IJISE.2020.109133.
- [5] Z. Lü and J. K. Hao, "Adaptive Tabu Search for course timetabling," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 200, no. 1, pp. 235–244, 2010, doi: 10.1016/j.ejor.2008.12.007.
- [6] M. Chen, X. Tang, T. Song, C. Wu, S. Liu, and X. Peng, "A Tabu search algorithm with controlled randomization for constructing feasible university course timetables," *Comput. Oper. Res.*, vol. 123, p. 105007, 2020, doi: 10.1016/j.cor.2020.105007.
- [7] F. K. S. Dewi, "Pembangunan Perangkat Lunak Pembangkit Jadwal Kuliah dan Ujian Dengan Metode Pewarnaan Graf," *J. Buana Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 57–68, 2010, doi: 10.24002/jbi.v1i1.295.
- [8] M. Wiladi, N. A. Rizki, and B. M. Salindeho, "Pengembangan Algoritma Welsh Powell Pada Penyusunan Jadwal Kuliah," *Pros. Semin. Nas. Mat. Stat. dan Apl.*, pp. 75–81, 2019.
- [9] N. G. A. H. Saptarini, P. I. Ciptayani, and I. B. I. Purnama, "A custom-based crossover technique in genetic algorithm for course scheduling problem," *TEM J.*, vol. 9, no. 1, pp. 386–392, 2020, doi: 10.18421/TEM91-53.
- [10] S. Limanto, N. Benarkah, and T. Adelia, "Thesis examination timetabling using genetic algorithm," *Int. Electron. Symp. Knowl. Creat. Intell. Comput. IES-KCIC 2018 - Proc.*, pp. 6–10, 2019, doi: 10.1109/KCIC.2018.8628572.
- [11] R. Ansari and N. Saubari, "Application of genetic algorithm concept on course scheduling," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 821, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012043.
- [12] B. Naderi, "Modeling and Scheduling University Course Timetabling Problems," *Int. J. Res. Ind. Eng.*, vol. 5, no. 4, pp. 1–15, 2016, doi: 10.22105/riej.2017.49167.
- [13] A. Gülcü and C. Akkan, "Robust university course timetabling problem subject to single and multiple disruptions," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 283, no. 2, pp. 630–646, 2020, doi: 10.1016/j.ejor.2019.11.024.
- [14] A. Rezaeipanah, S. S. Matoori, and G. Ahmadi, "A hybrid algorithm for the university course timetabling problem using the improved parallel genetic algorithm and local search," *Appl. Intell.*, vol. 51, no. 1, pp. 467–492, 2021, doi: 10.1007/s10489-020-01833-x.

- [15] S. L. Goh, G. Kendall, N. R. Sabar, and S. Abdullah, "An effective hybrid local search approach for the post enrolment course timetabling problem," *Opsearch*, vol. 57, no. 4, pp. 1131–1163, 2020, doi: 10.1007/s12597-020-00444-x.
- [16] A. M. Hambali, Y. A. Olasupo, and M. Dalhatu, "Automated university lecture timetable using Heuristic Approach," *Niger. J. Technol.*, vol. 39, no. 1, pp. 1–14, 2020, doi: 10.4314/njt.v39i1.1.
- [17] M. Assi, B. Halawi, and R. A. Haraty, "Genetic Algorithm Analysis using the Graph Coloring Method for Solving the University Timetable Problem," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 126, pp. 899–906, 2018, doi: 10.1016/j.procs.2018.08.024.
- [18] Y. Sun, X. Luo, and X. Liu, "Optimization of A University Timetable Considering Building Energy Efficiency: An Approach based on the Building Controls Virtual Test Bed Platform using A Genetic Algorithm," *J. Build. Eng.*, vol. 35(102095), 2021.
- [19] P. Yasari, M. Ranjbar, N. Jamili, and M. H. Shaelaie, "A two-stage stochastic programming approach for a multi-objective course timetabling problem with courses cancelation risk," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 130, no. March, pp. 650–660, 2019, doi: 10.1016/j.cie.2019.02.050.
- [20] D. S. Vianna, C. B. Martins, T. J. Lima, M. de F. D. Vianna, and E. B. M. Meza, "Hybrid VNS-TS heuristics for University Course Timetabling Problem," *Brazilian J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 17, no. 1, pp. 1–20, 2020, doi: 10.14488/bjopm.2020.014.
- [21] J. Nourmohammadi-Khiarak, Y. Zamani-Harghalani, and M. R. Feizi-Derakhshi, "Combined Multi-Agent Method to Control Inter-Department Common Events Collision for University Courses Timetabling," *J. Intell. Syst.*, vol. 29, no. 1, pp. 110–126, 2020, doi: 10.1515/jisys-2017-0249.
- [22] A. Bouyer and N. Farajzadeh, "An Optimized K-Harmonic Means Algorithm Combined with Modified Particle Swarm Optimization and Cuckoo Search Algorithm," *J. Intell. Syst.*, vol. 29, no. 1, pp. 1–18, 2020, doi: 10.1515/jisys-2015-0009.
- [23] H. Babaei, J. Karimpour, and A. Hadidi, "Applying Hybrid Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Approach to Find the Best Ranking for the Soft Constraint Weights of Lecturers in UCTP," *Int. J. Fuzzy Syst.*, vol. 20, no. 1, pp. 62–77, 2018, doi: 10.1007/s40815-017-0296-z.
- [24] T. Thepphakorn and P. Pongcharoen, "Performance improvement strategies on Cuckoo Search algorithms for solving the university course timetabling problem," *Expert Syst. Appl.*, vol. 161, p. 113732, 2020, doi: 10.1016/j.eswa.2020.113732.
- [25] S. Imran Hossain, M. A. H. Akhand, M. I. R. Shuvo, N. Siddique, and H. Adeli, "Optimization of University Course Scheduling Problem using Particle Swarm Optimization with Selective Search," *Expert Syst. Appl.*, vol. 127, pp. 9–24, 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2019.02.026.
- [26] C. Akkan and A. Gülcü, "A bi-criteria hybrid Genetic Algorithm with robustness objective for the course timetabling problem," *Comput. Oper. Res.*, vol. 90, pp. 22–32, 2018, doi: 10.1016/j.cor.2017.09.007.