

# Optimasi Penjadwalan Kelas Kepemimpinan di Lembaga Non Universitas Menggunakan Algoritma Genetika

Muhammad Fikri Tauhid<sup>\*1)</sup>, Rahmat Nurcahyo<sup>2)</sup>, dan Farizal<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, 16424, Indonesia

Email: fikritauhid@gmail.com, rahmat@eng.ui.ac.id, farizal@eng.ui.ac.id

## ABSTRAK

Lembaga pelatihan tempat dimana individu-individu akan diberikan pengetahuan khusus atau pelatihan yang berkaitan dengan bidangnya masing-masing memiliki karakteristik-karakteristik yang khusus dan tidak dimiliki oleh universitas, diantaranya adalah pada lembaga pelatihan fokus pada kebutuhan bisnis. Penjadwalan yang akurat, tepat dan menyeluruh sangat dibutuhkan pada suatu lembaga pendidikan, karena semakin tingginya kebutuhan akan pengetahuan dan keahlian-keahlian tertentu yang mau tidak mau harus dimiliki oleh setiap individu. Penjadwalan yang baik secara langsung akan berpengaruh pada meningkatnya kualitas individu-individu pada suatu lembaga atau perusahaan. Penjadwalan yang efisien akan dapat direalisasikan dengan menggunakan sebuah model matematis *binary*. Dalam penelitian ini, metode algoritma genetika digunakan untuk membuat sebuah penjadwalan pembelajaran kepemimpinan di lembaga pelatihan non universitas. Model ini mengoptimasi penjadwalan sehingga menjadi lebih efisien. Model dikembangkan berdasarkan masalah-masalah yang ada di lapangan dan diselesaikan menggunakan algoritma genetika dengan bahasa pemrograman MATLAB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penjadwalan pembelajaran kepemimpinan memperoleh jadwal yang layak dan optimal.

**Kata kunci:** algoritma genetika, *binary*, lembaga pelatihan, optimasi, penjadwalan

## 1. Pendahuluan

Lembaga pelatihan adalah tempat dimana individu-individu akan diberikan pengetahuan khusus atau pelatihan yang berkaitan dengan bidangnya masing-masing. Berbeda dengan universitas, institut, ataupun sekolah-sekolah formal yang ada, lembaga pelatihan memiliki karakteristik-karakteristik yang khusus dan tidak dimiliki oleh universitas, institut, sekolah-sekolah, diantaranya adalah pada lembaga pelatihan satu fokus pada kebutuhan bisnis. Berikut perbedaannya:

**Tabel 1.** Perbedaan Pusat Pendidikan & Pelatihan dengan Universitas (Satrijono, Djawahir, & Sugiartono, 2017)

No	Pusat Pendidikan & Pelatihan	Universitas
1	Kebutuhan Bisnis	Kebutuhan Pendidikan Umum
2	Proaktif : orientasi perbaikan/pembaruan diarahkan ke masa mendatang	Reaktif/Proaktif: Orientasi masa lalu, saat ini, dan masa mendatang
3	Proses pembelajaran/pengajaran berkelanjutan, terintegrasi	Proses dipimpin/dimediiasi oleh pengajar
4	Virtual blended learning : di mana saja, kapan saja, berapa saja, siapa saja, dan dengan cara apa saja	Terutama di dalam ruangan/Gedung, pelajaran yang telah ditetapkan diberikan dan akan berakhir dalam periode yang sudah ditentukan
5	Tim/Komunitas utuh	Mahasiswa individu
6	Kompetensi organisasi inti	Pengetahuan/keahlian/kemahiran generik
7	Pembelajaran/pengajaran dimiliki unit bisnis	Pendidikan dimiliki institusi akademis

Tabel di atas menjelaskan perbedaan-perbedaan antara Pusat Pendidikan dan Pelatihan dengan Universitas menurut satrijono, Djawahir, & Sugiwarsono(2017), dari segi kebutuhan, orientasi, penyelenggaraan pembelajaran, media penyelenggaraan, peserta pembelajaran, kemahiran, dan dari segi kepemilikan.

Penjadwalan yang akurat, tepat dan menyeluruh sangat dibutuhkan untuk suatu lembaga pelatihan, karena semakin tingginya kebutuhan akan pengetahuan dan keahlian-keahlian tertentu yang mau tidak mau harus dimiliki oleh individu-individu yang bergerak dalam bidang-bidang tertentu baik dalam suatu badan atau perusahaan, selain itu 'budgeting' merupakan hal sangat penting dalam perencanaan keberlangsungan suatu badan atau perusahaan apalagi perusahaan yang mengutamakan profit dalam keberlangsungannya, penjadwalan yang kurang baik dapat mengakibatkan membengkaknya pengeluaran.

Penjadwalan yang baik secara langsung akan berpengaruh pada meningkatnya kualitas individu-individu pada suatu badan atau perusahaan yang bergerak pada bidang-bidang tertentu sesuai dengan bidangnya masing-masing. Hal ini secara signifikan akan dapat mendorong kinerja badan atau perusahaan menjadi lebih baik secara keseluruhan baik itu dilihat dari performa kualitas ataupun 'income'.

Penjadwalan sebenarnya sudah dikembangkan dalam bidang-bidang yang lain, contohnya adalah dibidang kedokteran untuk penjadwalan ruang operasi, produksi manufaktur, keberangkatan pesawat, universitas, dan lain-lain.

Salah satu contoh penjadwalan yang sudah ada dan banyak digunakan adalah penjadwalan dengan menggunakan metode algoritma genetika. Penjadwalan dengan menggunakan algoritma genetika ini sudah banyak diterapkan pada penjadwalan pelajaran di sekolah-sekolah, Universitas, Institut, dan lain-lain. Sebelumnya mereka menggunakan sistem mencongak untuk penyusunan jadwalnya dan ini membutuhkan waktu yang lama dan memerlukan konfirmasi berkali-kali karena menyangkut beberapa faktor yang saling berkaitan, secara signifikan akan memperlambat kinerja mereka, apalagi kalau penjadwalan ini digunakan oleh perusahaan yang orientasinya profit, maka akan terbayang kerugian yang akan di derita oleh perusahaan tersebut hanya dikarenakan salah dalam menggunakan penjadwalan.

Penelitian Jain dkk (2010), Mirhassani & Habibi (2011), Nothegger dkk (2012), dan Abdelhalim & El Khayat (2016) menunjukkan bahwa menggunakan algoritma genetika untuk penjadwalan menghasilkan jadwal yang baik. Metode dan kondisi pada penelitian – penelitian tersebut berbeda. Pada penelitian-penelitian tersebut belum ada yang melakukan pembahasan mengenai penjadwalan yang ada di lembaga non universitas. Pada penelitian kali ini akan mencoba membahas mengenai penjadwalan di lembaga non universitas menggunakan algoritma genetika khususnya untuk pembelajaran kepemimpinan.

Oleh karena itu dalam penelitian kali ini akan dicari penjadwalan yang paling baik khususnya dalam ruang lingkup lembaga pelatihan, karena penjadwalan pada lembaga pelatihan agak berbeda dari penjadwalan biasa seperti yang sudah ada di universitas, institut, atau bahkan sekolah-sekolah formal biasa yang lain. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam suatu lembaga pelatihan diantaranya adalah ketersediaan kelas, ketersediaan instruktur pelatihan dan padatnya jumlah pembelajaran, maka dari itu apabila penjadwalan tidak dilakukan dengan baik akan berakibat fatal untuk keberlangsungan lembaga pelatihan.

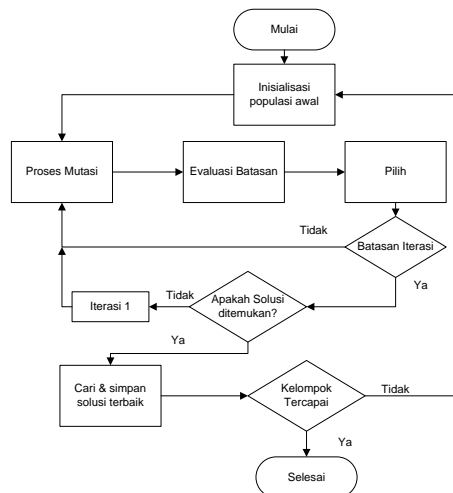
## 2. Tinjauan Pustaka

### 1.1 Penjadwalan

Penjadwalan adalah proses pengambilan keputusan yang digunakan secara teratur di banyak industri manufaktur dan jasa. Ini berkaitan dengan alokasi sumber daya untuk tugas-tugas selama periode waktu tertentu dan tujuannya adalah untuk mengoptimalkan satu atau lebih tujuan (Pinedo, 2016). Sebuah penjadwalan yang baik adalah sebuah penjadwalan yang dapat dilakukan oleh seluruh pihak yang terkait dalam kegiatan belajar mengajar, tidak hanya bagi dosen yang mengajar, tetapi juga bagi mahasiswa yang mengambil mata kuliah tersebut. (Puspaningrum, Djunaidy, & Vinarti, 2013). Rekomendasi sistem penjadwalan pada universitas menurut López, dkk (2018) selain menempatkan guru terbaik dalam jadwal kelas tertentu sesuai dengan variabel demografis dan institusional mereka, memungkinkan identifikasi ruang waktu untuk tindakan lain seperti mengembangkan proses pendidikan yang inovatif. Masalah penjadwalan yang sesuai adalah menemukan jadwal yang memenuhi batasan tertentu (Bucker, 2006). Jenis masalah Penjadwalan pada universitas merupakan *NP-hard problem* (Babaei, Karimpour, & Hadidi, 2015; Nothegger, et al, 2012)

### 1.2 Algoritma Genetika

Penelitian yang dilakukan oleh Mirhassani & Habibi (2011) adalah menyurvei pendekatan untuk solusi masalah penjadwalan kursus universitas. Metode heuristik yang paling sering digunakan adalah *Genetic Algorithm* (GA), *Simulated Annealing* (SA), *Tabu Search* (TS), *Graph Coloring Algorithm* (GCA) dan *Mixed Integer Programming* (MIP). Baik GA dan SA menghasilkan jadwal yang sangat baik. Menurut Puspaningrum, Djunaidy, & Vinarti, (2013) algoritma genetika cukup baik untuk digunakan dalam penjadwalan mata kuliah di sebuah perguruan tinggi negeri, penelitiannya dilakukan di jurusan teknik informatika ITS yang menghasilkan keluaran sesuai dengan batasan yang harus dipenuhi. Dalam buku yang ditulis Pinedo (2016) Algoritma genetika, ketika diterapkan pada penjadwalan, melihat urutan atau jadwal sebagai individu atau anggota suatu populasi. Setiap individu dicirikan oleh *fitness* nya. *Fitness* seorang individu diukur dengan nilai terkait dari fungsi objektif. Prosedur ini bekerja secara iteratif, dan setiap iterasi disebut sebagai satu generasi. Populasi satu generasi terdiri dari generasi yang selamat dari generasi sebelumnya ditambah jadwal baru, misal Keturunan (anak-anak) dari generasi sebelumnya. Ukuran populasi biasanya tetap konstan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Keturunannya dihasilkan melalui reproduksi dan mutasi individu yang merupakan bagian dari generasi sebelumnya (orang tua). Individu kadang-kadang juga disebut sebagai kromosom. Dalam lingkungan multi mesin kromosom dapat terdiri dari sub-kromosom, masing-masing berisi informasi mengenai urutan pekerjaan pada mesin. Mutasi pada kromosom induk mungkin sama dengan kawin silang yang berdekatan dalam urutan yang sesuai. Dalam setiap generasi, individu yang paling fit bereproduksi sementara yang paling tidak fit akan mati. Proses kelahiran, kematian, dan reproduksi yang menentukan komposisi generasi berikutnya bisa menjadi rumit, dan biasanya tergantung pada tingkat *fitness* individu pada generasi saat ini. Oleh karena itu secara singkat berikut alur penggunaan metode algoritma genetika penelitian ini:



Gambar 1. Diagram Alur Algoritma Genetika

### 1.3 Model Matematika

Penelitian ini menggunakan model binary, penelitian sebelumnya pernah menggunakan model binary adalah Komijan dan Koupaei (2015) menyatakan Model binary yang baru digunakan untuk mengembangkan jadwal untuk universitas di Iran. Untuk mengembangkan model matematika, beberapa aturan dan asumsi harus didefinisikan terlebih dahulu. Aturan dan asumsi adalah sebagai berikut:

1. Jumlah kelas untuk pembelajaran terbatas.
2. Ketersediaan instruktur terbatas.
3. Pembelajaran dijadwalkan untuk 5 hari (Senin, Selasa, Rabu, Kamis dan Jumat).
4. Pembelajaran dapat dijadwalkan mulai pukul 08.00 hingga 17.00 WIB. Jam istirahat pukul 12.00-13.00 WIB. Setiap slot waktu membutuhkan 60 menit.
5. Jumlah maksimum kursus yang dapat ditugaskan ke dosen dalam sehari terbatas.
6. Setiap instruktur hanya dapat mengajar mata kuliah yang ada di dalam bidang keahlian.
7. Bulan Juni dan Desember diusahakan tidak ada pembelajaran.
8. Pembelajaran bisa dilakukan parallel dalam satu waktu selama kelas tersedia.
9. Instruktur tidak diperkenankan mengajar lebih dari 1 kota pada hari yang sama.

#### Himpunan Indeks

- $i$  Indeks Pembelajaran
- $I$  Himpunan semua pembelajaran,  $I = \{1, 2, 3, \dots, 29\}$
- $j$  Indeks Instruktur
- $J$  Himpunan semua instruktur,  $J = \{1, 2, 3, \dots, 494\}$
- $k$  Indeks hari
- $K$  Himpunan semua hari,  $K = \{1, 2, 3, 4, 5\}$
- $l$  Indeks slot waktu
- $L$  Himpunan semua slot waktu,  $L = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$
- $m$  Indeks bulan
- $M$  Himpunan semua bulan,  $M = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12\}$
- $n$  Indeks kelas
- $N$  Himpunan semua kelas,  $N = \{1, 2, 3, \dots, 31\}$
- $I_j$  Kumpulan Pembelajaran yang bisa diajarkan oleh instruktur  $j$
- $J_i$  Kumpulan instruktur yang bisa mengajar pembelajaran  $i$

Parameter

- $C_{i,j,k,l,m,n}$  Untuk menetapkan tingkat kualitas pembelajaran i pada instruktur j hari k slot waktu l pada bulan m dan kelas n  
 $Up_j$  Jumlah maksimum program yang dapat ditugaskan untuk instruktur dalam seminggu  
 $R_{k,l}$  Jumlah ruangan maksimum yang dapat ditugaskan pada slot waktu l hari k

Variabel

- $X_{i,j,k,l,m}$  Variabel biner yang sama dengan satu jika instruktur j menyajikan pembelajaran i pada slot waktu l hari k untuk bulan m pada lokasi n, jika tidak maka sama dengan nol  
 $Y_{j,k}$  Variabel biner yang sama dengan satu jika kelas j diberikan pembelajaran pada hari k, jika tidak maka sama dengan nol

Fungsi Tujuan

$$Max \sum_i^I \sum_j^J \sum_k^K \sum_l^L \sum_m^M \sum_n^N C_{i,j,k,l,m,n} X_{i,j,k,l,m,n} \quad (1)$$

Batasan

1. Bentrok tidak diijinkan  
 kelas tidak dapat melaksanakan lebih dari 1 pembelajaran pada slot waktu yang sama  

$$\sum_i^I X_{i,j,k,l,m,n} \leq 1 \quad \forall i \in I; I(1=29), j \in J; J(1=489), k \in K; K(1=5), l \in L; L(1=8) \quad (2)$$
2. Jumlah maksimal pembelajaran yang dapat dilaksanakan  
 Maksimal pembelajaran yang dapat dilaksanakan dengan jumlah kelas yang ada  

$$\sum_i^I \sum_k^K \sum_l^L X_{i,j,k,l,m,n} \leq R_{k,l} \quad \forall i \in I; I(1=29), j \in J; J(1=489), k \in K; K(1=5), l \in L; L(1=8) \quad (3)$$
3. Kendala Kelas  
 Karena jumlah ruangan kelas terbatas, jumlah pembelajaran dijadwalkan untuk slot waktu tidak melebihi kelas yang tersedia  

$$\sum_i^I \sum_j^J X_{i,j,k,l,m,n} \leq R_{k,l} \quad \forall i \in I; I(1=29), j \in J; J(1=489), k \in K; K(1=5), l \in L; L(1=8) \quad (4)$$
4. Kelas Paralel  
 Karena kelas yang dibutuhkan cukup banyak, kelas dapat dilaksanakan secara paralel namun tidak melebihi kelas yang tersedia  

$$\sum_i^I \sum_n^N \sum_k^K X_{i,j,k,l,m,n} \leq R_{k,l} \quad \forall i \in I; I(1=29), k \in K; K(1=5), l \in L; L(1=8), n \in N; N(1=31) \quad (5)$$

**3. Metodologi**

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan, Pertama perumusan masalah yang terjadi di lembaga non universitas dima didalamnya terdapat latar belakang, tujuan, dan rumusan masalah penelitian ini dilakukan. Kedua, pendalaman studi literatur tentang penelitian terdahulu, buku acuan tentang metode apa yang baik dalam menyelesaikan masalah penjadwalan yang ada di lembaga tersebut, penetapan batasan untuk penelitian ini. Ketiga, membuat model matematis, model matematis digunakan untuk menggambarkan kondisi sebenarnya dan menggunakan model binary, pada tahap ini pembuatan aturan dan asumsi dilakukan agar sesuai dengan kondisi nyata, lalu mendefinisikan variabel, parameter yang akan digunakan, dan menentukan

fungsi tujuan dan batasan-batasan. Keempat, pengumpulan data, sebelum pengumpulan data dilakukan seleksi data-data apa saja yang diperlukan dalam penyelesaian penjadwalan dan Kelima, menyelesaikan masalah menggunakan metode algoritma genetika dengan bahasa pemrograman MATLAB.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Penjadwalan ini bertujuan agar mendapatkan jadwal yang dapat diaplikasikan dan efisien untuk penjadwalan di lembaga non universitas. Penelitian ini menggunakan algoritma genetika untuk mendapatkan jadwal yang tidak bentrok dalam pembelajaran, instruktur, slot waktu, bulan dan kelas sehingga algoritma genetika akan memilih yang terbaik untuk memenuhi batasan yang ada “pada saat pembelajaran I, dengan instruktur j, dalam hari K, slot waktu L, bulan M dan kelas N, maka pembelajaran lain tidak bisa diajar oleh instruktur J tersebut dalam hari, waktu, bulan, dan kelas yang sama”, oleh karena itu penjadwalan optimal dengan menggunakan algoritma genetika.

Penjadwalan yang dihasilkan untuk 1599 peserta pembelajaran dapat dilaksanakan pembelajarannya dengan kemungkinan penempatan dalam setiap slot waktu adalah 59520 kemungkinan, sampai dengan bulan Desember menghasilkan jadwal selama 48 Minggu dengan 3656 slot waktu pelaksanaan pembelajaran dan dari 31 kelas yang tersedia penjadwalan pembelajaran kepemimpinan membutuhkan maksimal 4 kelas tanpa harus mengisi seluruh kelas yang tersedia.

#### 5. Simpulan

Penjadwalan kelas kepemimpinan memperoleh penjadwalan yang layak dan optimal. Jadwal yang dihasilkan sudah optimal dikarenakan memenuhi tujuan penelitian, tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan jadwal yang dapat diaplikasikan dan efisien di lembaga non universitas. Algoritma genetika dalam penelitian ini dapat menyelesaikan masalah penjadwalan kelas kepemimpinan dengan memenuhi batasan yang ada.

Sebagai pertimbangan untuk penelitian yang akan datang dapat dilakukan perhitungan biaya yang dikeluarkan dalam keseluruhan penjadwalan kelas kepemimpinan dari transport, honor instruktur, konsumsi, dan penginapan peserta kelas kepemimpinan.

#### Daftar Pustaka

- Abdelhalim, E. A., & El Khayat, G. A. (2016). A Utilization -based Genetic Algorithm for Solving the University Timetabling Problem (UGA). *Alexandria Engineering Journal*, 1395-1409.
- Babaei, H., Karimpour, J., & Hadidi, A. (2015). A survey of approaches for university course timetabling problem. *Elsevier*, 43-59.
- Bucker, P. (2006). *Scheduling Algorithms Fifth Edition*. Osnabrück: Springer.
- Jain, A., Jain, D. S., & Chande, D. P. (2010). Formulation of Genetic Algorithm to Generate Good Quality Course Timetable. *International Association of Computer Science and Information Technology*, 248-251.
- Komijan, A. R., & Koupaei, M. N. (2015). A Mathematical Model For University. *International Journal of Technical Research and Applications*, 20-25.
- López, D. C., Bykbaev, V. R., Reyes, J. C., Tobar, M. R., Avilés, F. P., & Vásquez, C. V. (2018). A University Administration System to Automatically Assign Courses to Teachers and Support the Design of Timetables Through Mathematical Modeling and Restrictions Analysis. *IEEE*.

- Mirhassani, S. A., & Habibi, f. (2011). Solution approaches to the course timetabling problem. *Springer* , 133-149.
- Nothegger, C., Mayer, A., Chwatal, A., & Raidl, G. R. (2012). Solving the post enrolment course timetabling problem. *Springer* , 325-339.
- Pinedo, M. L. (2016). *Scheduling Theory, Algorithms, and Systems Fifth Edition*. New York: Springer.
- Puspaningrum, W. A., Djunaidy, A., & Vinarti, R. A. (2013). Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika di Jurusan Sistem Informasi ITS. *Jurnal Teknik POMITS* , 127-129.
- Satrijono, W., Djawahir, K. D., & Sugiwarsono, J. (2017). *Indonesia's Best Practices of Corporate Univesity*. Jakarta: Swasembada Media Bisnis.