

KONTRIBUSI TEKNOLOGI INFORMASI DALAM DUNIA PENDIDIKAN

Oleh : Sarmuni

Abstrak

Teknologi Informasi merupakan elemen penting dalam kehidupan berbangsa dan bernegara. Peranan teknologi informasi pada aktivitas manusia pada saat ini memang begitu besar. Teknologi informasi telah menjadi fasilitas utama bagi kegiatan berbagai sektor kehidupan dimana memberikan andil besar terhadap perubahan – perubahan yang mendasar pada struktur operasi dan manajemen organisasi, pendidikan, transportasi, kesehatan dan penelitian.

Teknologi informasi (TI) memiliki tiga fungsi utama yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran, yaitu (1) teknologi berfungsi sebagai alat (*tools*), (2) teknologi berfungsi sebagai ilmu pengetahuan (*science*), (3) teknologi berfungsi sebagai bahan dan alat bantu untuk pembelajaran (*literacy*).

Penyusunan penjadwalan kegiatan belajar mengajar dalam institusi pendidikan, masih menjadi isu yang menarik dan secara luas masih diteliti oleh banyak peneliti. Sistem pembagian penjadwalan kegiatan belajar mengajar di beberapa tempat, sampai saat ini masih dilakukan secara manual, yaitu dengan menggunakan pencarian blok-blok atau kolom-kolom dalam excel atau buku besar, kolom mana saja yang masih kosong, kemudian menempatkan jadwal pada blok atau kolom tersebut, penjadwalan matakuliah seperti ini membutuhkan waktu yang cukup lama dan cenderung mengabaikan berbagai aspek. Sehingga pembagian penjadwalan matakuliah yang sudah dibuat seringkali perlu dilakukan perbaikan lagi.

Kata Kunci : Teknologi Informasi, Penjadwalan.

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi (TI) telah memberikan pengaruh terhadap dunia pendidikan khususnya dalam proses pembelajaran. Menurut Rosenberg (2001), dengan berkembangnya penggunaan TI ada lima pergeseran dalam proses pembelajaran yaitu: (1) dari pelatihan ke penampilan, (2) dari ruang kelas ke di mana dan kapan saja, (3) dari kertas ke “on line” atau saluran, (4) fasilitas fisik ke fasilitas jaringan kerja, (5) dari waktu siklus ke waktu nyata. Komunikasi sebagai media pendidikan dilakukan dengan menggunakan media-media komunikasi seperti telepon, komputer, internet, e-mail, dan sebagainya. Interaksi antara guru dan siswa, dosen dan mahasiswa tidak hanya dilakukan melalui hubungan tatap muka tetapi juga dilakukan dengan menggunakan media-media tersebut (Rosenberg, 2001).

Teknologi informasi (TI) memiliki tiga fungsi utama yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran, yaitu (1) teknologi berfungsi sebagai alat (*tools*), dalam hal ini TIK digunakan sebagai alat bantu bagi pengguna (*user*) atau siswa untuk membantu pembelajaran, dan juga sebagai alat bantu bagi seluruh civitas akademika, misalnya dalam mengolah penjadwalan kegiatan belajar mengajar, mengolah angka, membuat unsur grafis, membuat database, membuat program administratif untuk mahasiswa, dosen dan staf, data kepegawaian, keuangan dan sebagainya. (2) teknologi berfungsi sebagai ilmu pengetahuan (*science*). Dalam hal ini teknologi sebagai bagian dari disiplin ilmu yang harus dikuasai oleh mahasiswa. Misalnya teknologi komputer dipelajari oleh beberapa jurusan di perguruan tinggi seperti informatika, manajemen informasi, ilmu komputer. Dalam pembelajaran di sekolah sesuai kurikulum 2006 terdapat mata pelajaran TIK sebagai ilmu pengetahuan yang harus dikuasai siswa semua kompetensinya. (3) teknologi berfungsi sebagai bahan dan alat bantu untuk pembelajaran (*literacy*). Dalam hal ini teknologi dimaknai sebagai bahan pembelajaran sekaligus sebagai alat bantu untuk menguasai sebuah kompetensi berbantuan komputer.

Dalam hal ini komputer telah diprogram sedemikian rupa sehingga pembelajar dibimbing secara bertahap dengan menggunakan prinsip pembelajaran tuntas untuk menguasai kompetensi. Dalam hal ini posisi teknologi tidak ubahnya sebagai guru yang berfungsi sebagai : fasilitator, motivator, transmitter, dan evaluator.

Penyusunan penjadwalan kegiatan belajar mengajar dalam institusi pendidikan, masih menjadi isu yang menarik dan secara luas masih diteliti oleh banyak peneliti. Sistem pembagian penjadwalan kegiatan belajar mengajar di beberapa tempat, sampai saat ini masih dilakukan secara manual, yaitu dengan menggunakan pencarian blok-blok atau kolom-kolom dalam excel atau buku besar, kolom mana saja yang masih kosong, kemudian menempatkan jadwal pada blok atau kolom tersebut, penjadwalan matakuliah seperti ini membutuhkan waktu yang cukup lama dan cenderung mengabaikan berbagai aspek. Sehingga pembagian penjadwalan matakuliah yang sudah dibuat seringkali perlu dilakukan perbaikan lagi. Oleh karena itu perlu dikembangkan suatu sistem pembagian penjadwalan matakuliah yang dapat mengakomodasi berbagai aspek yang menjadi pertimbangan diatas.

Masalah penjadwalan dalam pendidikan merupakan persoalan khusus dari masalah optimasi yang ditemukan pada situasi nyata. Masalah ini membutuhkan waktu komputasi yang cukup tinggi untuk pencarian solusinya, terlebih lagi jika ukuran permasalahan semakin besar dengan bertambahnya jumlah komponen dan tetapan atau syarat yang ditentukan oleh institusi tempat jadwal tersebut digunakan.

Selama proses, banyak aspek yang harus dipertimbangkan untuk memperoleh jadwal yang optimal, dan seringkali tidak dapat memuaskan karena tidak semua kebutuhan terpenuhi. Oleh karena itu perlu ditetapkan suatu batasan dalam penyusunan jadwal yang bersifat harus dipenuhi (*hard constraints*) dan tidak

harus dipenuhi (*soft constraints*), tetapi tetap menjadi acuan dalam proses pembuatan jadwal.

Penjadwalan mata kuliah merupakan persoalan umum dan sangat kompleks, karena harus mempertimbangkan tetapan-tetapan sesuai dengan kebijakan perguruan tinggi. Tujuan dari penjadwalan adalah bagaimana mengatur sejumlah komponen dengan tetapan dan syarat tertentu dalam satu waktu. Dalam penjadwalan mata kuliah ini komponen yang dimaksud adalah mahasiswa, dosen, mata kuliah, ruang dan waktu perkuliahan. Selain komponen-komponen tersebut, hal lain yang perlu diperhatikan adalah karakteristik dari mata kuliah. Mata kuliah yang berhubungan dengan praktikum harus ditempatkan di laboratorium sedangkan mata kuliah teori di tempatkan di ruang kuliah biasa. Jika pengalokasian dari komponen-komponen ini tidak di lakukan dengan baik, maka akan mengakibatkan penumpukan jadwal pada tempat dan waktu tertentu. Sehingga perlu dilakukan pengaturan mahasiswa, dosen, mata kuliah, ruang dan waktu secara optimal untuk menghindari penumpukan jadwal pada waktu tertentu.

Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dalam bidang komputasi cerdas, maka masalah penjadwalan di atas dapat diotomatisasi sehingga dapat memberikan solusi optimal sesuai dengan batasan dan syarat yang sudah ditentukan. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perumusan masalah yang dapat diajukan adalah bagaimana menerapkan Algoritma Genetik agar dapat digunakan untuk melakukan pembagian penjadwalan matakuliah sehingga proses pembagian penjadwalan matakuliah dapat berjalan dengan lebih cepat.

B. Pembuatan jadwal Kuliah

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, dalam pembuatan jadwal perkuliahan secara otomatis, algoritma genetika merupakan metode yang paling populer dan paling sering digunakan diseluruh dunia. Alasannya mungkin karena metode ini telah terbukti sukses diterapkan pada berbagai aplikasi di berbagai bidang yang lain.

Metode algoritma genetika untuk penjadwalan ini cukup sederhana, sekali representasi kromosom, fungsi obyektif dan fungsi tujuan serta pembatasan telah ditetapkan telah siap untuk dilaksanakan dan akan bekerja mencari jadwal optimal tanpa perlu memikirkan strategi penyelesaian. Namun, dengan metode seperti ini hanya masalah penjadwalan yang sederhana yang dapat diselesaikan.

1. Penjadwalan

Masalah penjadwalan dikemukakan pada hampir semua sistem. Karena semua sistem pasti perlu untuk mengorganisasikan dan/atau mendistribusikan semua sumber daya yang ada padanya. Dalam berbagai literatur kita dapat menemukan definisi dari penjadwalan. Diantara berbagai definisi tersebut kita dapat mengambil beberapa definisi untuk kita jadikan sebagai acuan.

Menurut carlier dan chretienne (T'Kindt & Billaut, 2006:1) penjadwalan adalah aktivitas untuk meramalkan proses pekerjaan dengan menugaskan sumber daya yang tersedia ke pekerjaan-pekerjaan dan menetapkan saat dimulainya suatu aktivitas. Komponen-komponen yang ada pada permasalahan penjadwalan ini adalah tugas, pembatas potensial, sumber daya yang tersedia dan fungsi obyektif. Tugas-tugas harus di program untuk mengoptimalkan tujuan penjadwalan dengan memperhatikan kriteria-kriteria yang ada.

Definisi yang lainnya dikemukakan oleh Penedo (T'Kindt & Billaut, 2006:5) penjadwalan adalah terkait dengan pengalokasian sumber daya yang terbatas dalam jangka waktu tertentu, penjadwalan menggunakan proses pengambilan keputusan yang mempunyai satu tujuan yaitu optimasi dari satu atau beberapa sumber.

1.1 Penjadwalan Kelompok Kelas

Salah satu permasalahan penjadwalan dalam institusi pendidikan, masih menjadi isu yang menarik dan secara luas masih diteliti oleh banyak peneliti di dunia. Masalah penjadwalan dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu: masalah penjadwalan kuliah dan masalah penjadwalan ujian (Aldy Gunawan, dkk.,2004:1). Schaerf. dalam S'andor (2005:1) mengusulkan

klasifikasi dari masalah penjadwalan ini dibagi ke dalam tiga klasifikasi utama, yaitu: penjadwalan sekolah, penjadwalan kuliah dan penjadwalan ujian. Masalah penjadwalan dalam pendidikan merupakan persoalan khusus dari masalah optimasi yang ditemukan pada situasi nyata. Masalah ini membutuhkan waktu komputasi yang cukup tinggi untuk pencarian solusinya, terlebih lagi jika ukuran permasalahan semakin besar dengan bertambahnya jumlah komponen dan tetapan atau syarat yang ditentukan oleh institusi tempat jadwal tersebut digunakan.

Salah satu jenis permasalahan penjadwalan yang ada adalah penjadwalan sekolah atau perguruan tinggi yang biasa dikenal dengan *University Time Table*. Umumnya penjadwalan di perguruan tinggi lebih kompleks jika dibandingkan dengan penjadwalan yang ada di sekolah, hal ini dikarenakan banyaknya pembatasan yang terlibat didalamnya. Penjadwalan matakuliah adalah proses pengalokasian sumberdaya ke dalam suatu set kejadian pertemuan perkuliahan yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi semua pembatasan yang ada. Pertemuan perkuliahan ini disusun berdasarkan kurikulum yang berlaku di institusi pendidikan yang akan dibuat jadwalnya. Sumber daya yang hendak di alokasikan dapat berupa ruang kelas, peralatan praktek, dosen pengajar kuliah dan lain-lain.

Sama halnya seperti masalah pada penjadwalan yang lain, tantangan yang harus dihadapi dalam penjadwalan adalah terjadinya konflik dalam pengalokasian atau penempatan kumpulan entity kedua (sering disebut dengan istilah *tuple*) ke kumpulan entity pertama disebabkan keterbatasan sumber daya pada sistem yang dikaji. Yang dimaksud dengan konflik disini adalah ketika sebuah sumber daya digunakan di dua peristiwa pada saat yang bersamaan. Pembatasan-pembatasan yang ada di institusi pendidikan sangat bervariasi antara satu institusi dengan institusi yang lain. Demikian juga dengan tingkat kompleksitasnya tergantung pada besarnya institusi, jenis institusi, fakultas-fakultas yang ada dan tentu saja keterbatasan sumber daya yang ada di masing-masing institusi. Permasalahan pembagian penjadwalan kelompok kelas juga menjadi semakin kompleks dengan

semakin banyaknya orang yang terlibat karena masing-masing orang pasti mempunyai kepentingannya masing-masing.

Berikut ini adalah contoh beberapa pembatasan yang paling umum yang ada di institusi pendidikan (Burke, dkk 1997: 2-3).

- a. Pembatasan pengalokasian sumber daya, sebuah daya harus dialokasikan ke sumber daya yang lain yang tertentu. Misalnya seorang pengajar hanya mau mengajar pada ruang tertentu saja (apapun alasannya) atau matakuliah praktek harus dilaksanakan di laboratorium, dan sebagainya.
- b. Pembatasan waktu, pengalokasian sumber daya harus dilakukan pada suatu waktu tertentu. Pembatasan ini dapat digunakan untuk menetapkan pengajar yang mana yang tersedia pada hari tertentu dan sebaliknya tidak tersedia pada hari tertentu.
- c. Pembatasan waktu antara 2 perkuliahan, misalnya satu perkuliahan dilaksanakan sebelum satu perkuliahan yang lain secara berurutan atau dua mata kuliah harus dilaksanakan pada hari yang berbeda, dan permasalahan lain yang berkaitan dengan waktu mata kuliah.
- d. Pembatasan pendistribusian pertemuan, misalnya tidak boleh ada anak didik yang harus mengikuti lebih dari satu ujian atau pertemuan dalam waktu yang bersamaan.
- e. Pembatasan koherensi, pembatasan ini mengisyaratkan lebih tertatanya jadwal, yaitu untuk menghasilkan jadwal yang lebih efisien, misalnya seorang pengajar lebih suka jika dia mengajar selama 3 hari saja (dipadatkan dalam 3 hari) sehingga dia mempunyai waktu kosong 2 hari untuk mengerjakan aktivitas yang lain.
- f. Pembatasan kapasitas ruang, jumlah siswa/mahasiswa melebihi jumlah ruang kelas yang tersedia.
- g. Pembatasan keberlanjutan, pembatasan ini merupakan pembatasan-pembatasan yang dapat di prediksi. Misalnya kelas untuk program studi tertentu dilaksanakan pada kelas yang sama dan pada hari yang sama.

Selama proses, banyak aspek yang harus dipertimbangkan untuk memperoleh jadwal yang optimal, dan seringkali tidak dapat memuaskan karena tidak semua kebutuhan terpenuhi. Oleh karena itu perlu ditetapkan suatu batasan dalam penyusunan jadwal yang bersifat harus dipenuhi (*hard constraints*) dan tidak harus dipenuhi (*soft constraints*). Pembatasan yang harus dipenuhi / pembatasan keras (*hard constraint*) yaitu pelanggaran pada pembatasan jenis ini akan menyebabkan jadwal menjadi tidak layak (*feasible*) sehingga algoritma harus ditolak oleh algoritma penjadwalan. Misalnya seorang pengajar dijadwalkan untuk mengajar di dua kelas pada waktu yang bersamaan. Pembatasan yang tidak harus dipenuhi / pembatasan lunak (*soft constraint*) yaitu pembatasan yang sifatnya lebih lunak dibandingkan dengan pembatasan keras. Biasanya tidak mungkin untuk menghindari pelanggaran pada semua pembatasan lunak ini. Biasanya ketika sebuah jadwal melanggar pembatasan lunak ini maka ia mendapatkan pengurangan nilai pada fungsi yang digunakan untuk mengukur kualitas jadwal biasanya disebut dengan (*fitness function*). Tetapi tetap menjadi acuan dalam proses pembuatan jadwal. Pada penelitian ini pembahasan difokuskan pada penjadwalan mata kuliah di perguruan tinggi. Penjadwalan mata kuliah merupakan persoalan umum dan sangat kompleks, karena harus mempertimbangkan tetapan-tetapan sesuai dengan kebijakan perguruan tinggi. Tujuan dari penjadwalan adalah bagaimana mengatur sejumlah komponen dengan tetapan dan syarat tertentu dalam satu waktu. Dalam penjadwalan mata kuliah ini komponen yang dimaksud adalah mahasiswa, dosen, mata kuliah, ruang, dan waktu perkuliahan.

Selain komponen-komponen tersebut, hal lain yang perlu diperhatikan adalah karakteristik dari mata kuliah. Mata kuliah yang berhubungan dengan praktikum harus ditempatkan di laboratorium sedangkan mata kuliah teori di tempatkan di ruang kuliah biasa. Jika pengalokasian dari komponen-komponen ini tidak di lakukan dengan baik, maka akan mengakibatkan penumpukan jadwal pada tempat dan waktu tertentu. Sehingga perlu dilakukan pengaturan mahasiswa,

dosen, mata kuliah, ruang dan waktu secara optimal untuk menghindari penumpukan jadwal pada waktu tertentu.

Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dalam bidang komputasi cerdas, maka masalah penjadwalan di atas dapat diotomatisasi sehingga dapat memberikan solusi optimal sesuai dengan batasan dan syarat yang sudah ditentukan. Sejumlah metode dari berbagai disiplin ilmu telah diusulkan dalam literatur, seperti: riset operasi, kecerdasan buatan, dan kecerdasan komputasional.

1.2 Perkembangan Teori Penjadwalan

Literatur tentang penjadwalan banyak dikemukakan oleh beberapa teori yang membahas tentang penjadwalan, teori pertama tentang penjadwalan muncul pada pertengahan tahun 1950, (T'Kindt & Billaut, 2006:1) sejak saat itu permasalahan yang ditangani lebih mengarah kepada aplikasi di industri-industri dan dari waktu ke waktu tingkat kompleksitasnya semakin meningkat. Pembahasan yang dihadapi juga menjadi semakin nyata. Hal-hal yang dibahas dalam teori penjadwalan adalah waktu penyelesaian pekerjaan, ketersediaan sumber daya, optimasi biaya dan lain-lain.

Literatur pada saat itu menunjukkan bahwa sebagian besar permasalahan yang ditelaah oleh teori penjadwalan hanya melakukan evaluasi terhadap satu kriteria tunggal (T'Kindt & Billaut, 2006:1). Sasaran obyektif selalu berfokus pada meminimalisasi biaya, seperti biaya stock, biaya peluncuran (*launching cost*) dan berbagai biaya komersial yang lain. Pada kenyataannya selama proses produksi beberapa kriteria harus diperhitungkan seperti bagaimana meminimalkan terjadinya penundaan produksi, bagaimana meminimalisasi biaya fabrikasi, bagaimana mengoptimalkan semua sumber daya yang ada yang semuanya harus diperhitungkan secara serentak atau dengan kata lain hampir semua masalah yang dihadapi adalah permasalahan dengan banyak kriteria yang harus dipenuhi (*multi criteria objective problem*).

Dengan memperitungkan beberapa kriteria sekaligus dalam proses penjadwalan memungkinkan kita untuk menawarkan solusi

permasalahan yang lebih realistis. Saat ini literatur mengenai studi penjadwalan dengan multi kriteria sudah sangat banyak, banyak sekali pekerjaan teoritis yang sudah dikembangkan mengenai pengambilan keputusan dengan multi kriteria. Pendekatan untuk menghadapi permasalahan penjadwalan dengan multi kriteria dapat dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu :

- a. Mendefinisikan pembatasan dan kriteria yang terlibat didalam permasalahan yang dihadapi.
- b. Pemilihan pendekatan penyelesaian masalah, yaitu metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah, termasuk didalamnya adalah penentuan algoritma apa yang akan diimplementasikan. Pada tahap ini fungsi objektif penjadwalan di definisikan.
- c. Melakukan penyusunan jadwal dengan menggunakan algoritma yang telah dipilih untuk mendapatkan hasil penjadwalan yang optimal.

1.3 Pendekatan Penyelesaian Masalah Pembagian Penjadwalan Kuliah

Pada awalnya teknik yang digunakan untuk membuat penjadwalan kuliah secara otomatis adalah dengan menggunakan proses penambahan berurutan, yaitu dengan menambahkan satu demi satu perkuliahan sampai akhirnya semua perkuliahan pada periode yang hendak dibuat jadwalnya akan habis dijadwalkan. Dengan cara seperti ini ada kemungkinan beberapa kuliah tidak dapat dijadwalkan tanpa melanggar pembatasan yang ada. Untuk dapat menyelesaikan masalah penjadwalan yang lebih kompleks, perlu dilakukan beberapa teknik, salah satunya adalah yang dilakukan oleh Blum yaitu dengan membangkitkan solusi-solusi *feasibel* dengan metode *heuristic*. (Datta, dkk 2007:3).

Cara lain adalah dengan menggunakan analisis jaringan, pembangkitan random, integer programming, algoritma linear, dan lain lain. Dengan semakin kompleks dan besarnya permasalahan penjadwalan yang muncul, cara-cara klasik tersebut tidak lagi mampu menangani. Karena itu dikembangkan berbagai cara lain diantaranya

algoritma genetika, artificial neural network, algoritma tabu search dan lain-lain. Diantara beberapa metode non klasik tersebut, metode dengan menggunakan algoritma genetika merupakan metode yang paling banyak digunakan.

2. Algoritma Genetika

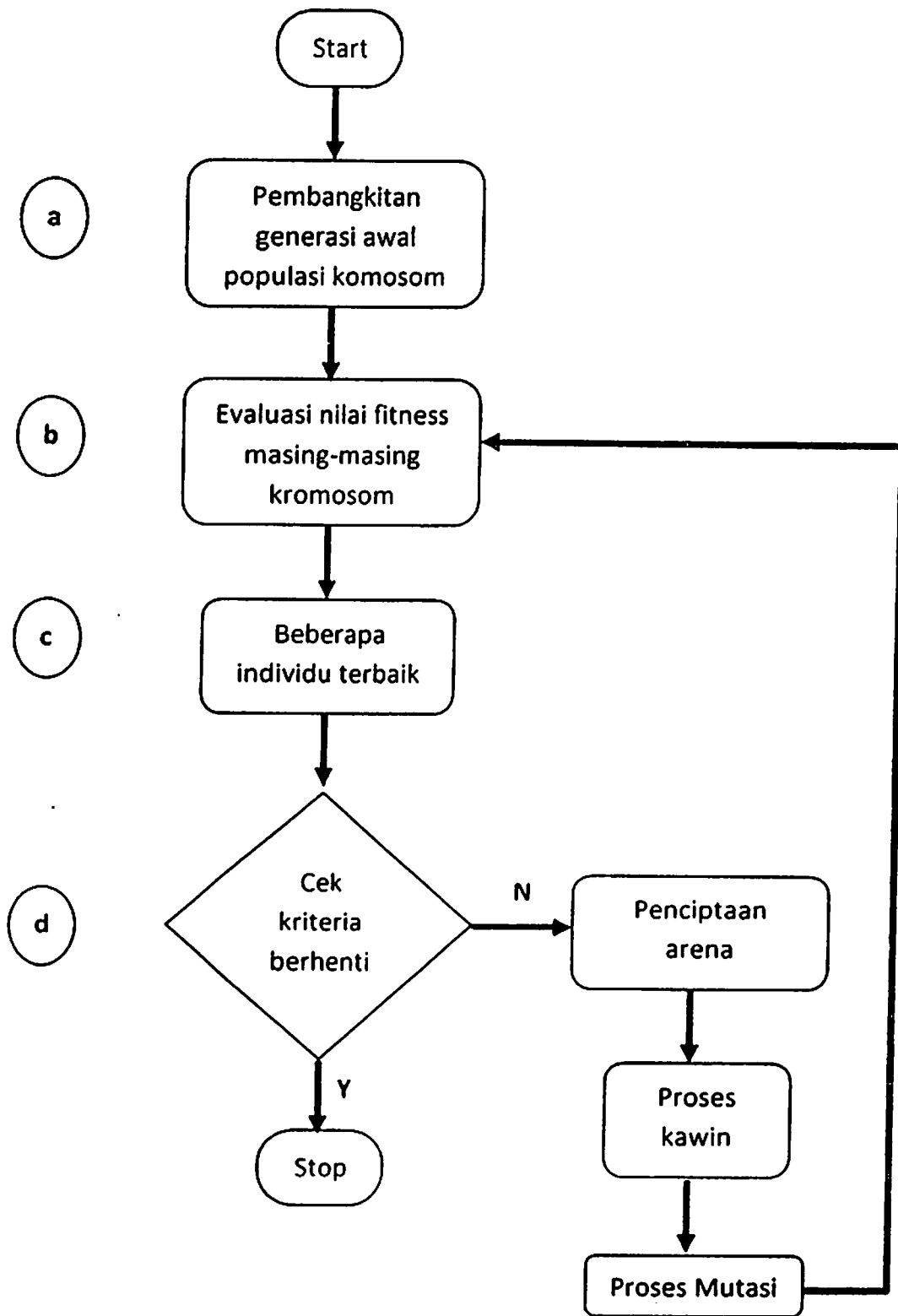
Evolutionary Algorithm merupakan terminologi umum yang menjadi payung bagi empat istilah : algoritma genetika (*genetic algorithm*), pemrograman genetika (*genetic programming*), strategi evolusi (*evolution strategies*), dan pemrograman evolusi (*evolutionary programming*). Tetapi, jenis *evolutionary algorithm* yang paling populer dan banyak digunakan adalah algoritma genetika (*genetic algorithm*). Algoritma genetika merupakan evolusi/perkembangan dunia computer dalam bidang kecerdasan buatan (*artificial intelligence*). Sebenarnya kemunculan algoritma genetika ini terinspirasi oleh teori evolusi Darwin (walaupun pada kenyatannya teori tersebut terbukti keliru) dan teori-teori dalam ilmu biologi, sehingga banyak istilah dan konsep biologi yang digunakan. Karena itu sesuai dengan namanya, proses-proses yang terjadi dalam algoritma genetika sama dengan apa yang terjadi pada evolusi biologi.

Algoritma genetika merupakan teknik pencarian nilai optimum secara *stochastic* berdasarkan mekanisme seleksi alam. Algoritma genetika berbeda dengan teknik konvergensi konvensional yang lebih bersifat deterministik. Metodenya sangat berbeda dengan kebanyakan algoritma optimasi lainnya, yaitu mempunyai ciri-cirinya sebagai berikut :

- a. Menggunakan hasil pengkodean dari parameter, bukan parameter itu sendiri.
- b. Bekerja pada populasi bukan pada sesuatu yang unik.
- c. Menggunakan nilai satu-satunya pada fungsi dalam prosesnya. Tidak menggunakan fungsi luar atau pengetahuan luar lainnya.
- d. Menggunakan fungsi transisi probabilitas, bukan sesuatu yang pasti.

Algoritma genetika merupakan algoritma pencarian yang bekerja berdasarkan mekanisme seleksi alam yang lebih dikenal dengan proses evolusi. Dalam proses evolusi, individu secara terus-menerus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungan hidupnya. Hanya individu yang kuat yang mampu bertahan. Proses seleksi alamiah ini melibatkan semua unsur yang terjadi pada individu melalui proses perkembangbiakan. Dalam algoritma genetika, proses perkembang-biakan ini menjadi proses dasar yang menjadi perhatian utama, dengan dasar berfikir "bagaimana mendapatkan individu yang lebih baik".

Gambar flowchart berikut ini menunjukkan tahapan evolusi yang ada didalam algoritma genetika (Dahal, Keshav P. et. al (2007). "Evolutionary Scheduling", Springer-Verlag Berlin Heidelberg).



Gambar 2.1

Flowchart Tahapan Evolusi Algoritma Genetika Sederhana

Hal yang paling pokok dari algoritma genetik adalah setiap kromosom pada algoritma genetika merpresentasikan solusi mengenai permasalahan yang ingin diselesaikan. Dalam hal penjadwalan kuliah, kromosom merupakan representasi lengkap dari jadwal kuliah yang ada. Ada berbagai macam cara merepresentasikan permasalahan menjadi sebuah kromosom. Metode representasi yang tepat akan sangat menentukan keberhasilan dari suatu algoritma genetik.

- a. Pertama-tama diciptakan sebuah populasi kromosom yang dibuat dengan menggunakan cara *schocastic*.
- b. Selanjutnya kromosom-kromosom tersebut di evaluasi untuk menilai seberapa baiknya representasi solusi yang dimilikinya.
- c. Kromosom dengan nilai hasil evaluasi yang baik dibiarkan tetap tinggal sedangkan kromosom dengan nilai evaluasi yang rendah dikeluarkan dari populasi.
- d. Selanjutnya pengecekan kriteria pemberhentian program sudah terpenuhi, misalnya jika secara kebetulan salah satu kromosom yang diciptakan pada saat awal sudah memenuhi syarat yang diinginkan maka program tidak perlu dilanjutkan karena solusi sudah diperoleh.
- e. Perisapan untuk proses kawin silang antar kromosom.
- f. Jika belum memenuhi syarat penghentian program maka dilakukan proses persilangan anggota-anggota kromosom (dinamakan gen) antara satu kromosom dengan kromosom yang lain. Hanya gen-gen yang terpilih, biasanya yang kualitasnya baik berdasarkan evaluasi yang dilakukan sebelumnya, yang diizinkan untuk melakukan kawin silang.
- g. Dilanjutkan dengan proses mutasi yaitu proses pengubahan nilai gen secara acak pada sebagian kecil kromosom yang terpilih. Selanjutnya kembali lagi ke langkah b.

3. Penjadwalan Kuliah dengan Multi Kriteria

Masalah optimasi dengan kriteria jamak artinya bermacam-macam kriteria harus diperhitungkan secara serentak untuk menghitung kualitas (tingkat optimalitas) dari suatu solusi permasalahan yang ditawarkan. Dalam kasus seperti ini tidak wajib akan adanya sebuah solusi yang optimal dilihat dari semua kriteria. Disebabkan adanya kriteria yang bermacam-macam, besar

kemungkinan ada pertentangan satu sama lain. Sebuah solusi mungkin optimal untuk satu kriteria tapi mungkin sangat buruk jika ditinjau dari kriteria yang lain (Sivanandam & Deepa, 2008:41). Pada kasus optimasi dengan kriteria jamak dikenal satu solusi yang disebut dengan solusi tidak dominan atau *Pareto Optimal*. *Pareto Optimal* artinya sebuah solusi yang mengoptimasi semua kriteria yang ada dan sudah tidak mungkin lagi untuk mendapatkan solusi yang lebih baik tanpa mengorbankan salah satu kriteria yang ada.

Isu utama yang muncul pada masalah penjadwalan kuliah dengan kriteria jamak adalah bagaimana menentukan nilai fitness dari sebuah kromosom berdasarkan semua kriteria yang ada. Cara pendekatan yang paling umum digunakan untuk masalah penjadwalan kuliah dengan kriteria jamak adalah dengan menjumlahkan semua kriteria yang ada menjadi satu fungsi biaya. Masing-masing kriteria diberi bobot sesuai dengan tingkat kepentingannya. Hal yang paling sulit disini adalah menentukan pembobotan yang tepat, karena memerlukan pengalaman yang cukup tentang permasalahan yang dihadapi (Petrovic & Bykov, 2002:1). Secara formal sebuah solusi dapat dinilai sebagai solusi optimal ketika penilaian terhadap solusi ini, untuk semua kriteria, lebih baik dari penilaian terhadap semua solusi yang lain.

4. Proses Pada Algoritma Genetika

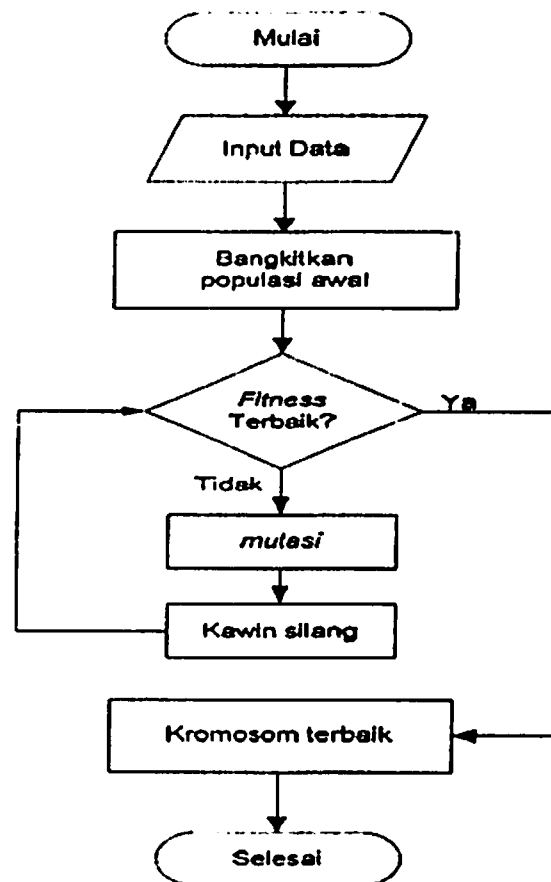
Algoritma genetika adalah algoritma pencarian yang berdasarkan pada mekanisme sistem natural yakni genetik dan seleksi alam. Dalam aplikasi algoritma genetik, variabel solusi dikodekan ke dalam struktur *string* yang merepresentasikan barisan gen, yang merupakan karakteristik dari solusi problem. Berbeda dengan teknik pencarian konvensional, algoritma genetik berangkat dari himpunan solusi yang dihasilkan secara acak. Himpunan ini disebut populasi. Sedangkan setiap individu dalam populasi disebut kromosom yang merupakan representasi dari solusi. Kromosom-kromosom berevolusi dalam suatu proses iterasi yang berkelanjutan yang disebut generasi. Pada setiap generasi, kromosom dievaluasi berdasarkan suatu fungsi evaluasi. Setelah beberapa generasi maka algoritma genetik akan konvergen pada kromosom terbaik, yang diharapkan merupakan solusi optimal.

Algoritma genetika adalah algoritma pencarian hasil yang terbaik, yang didasarkan pada perkawinan dan seleksi gen secara

alami. Kombinasi perkawinan ini dilakukan dengan proses acak (*random*). Dimana struktur gen hasil proses perkawinan ini, akan menghasilkan gen inovatif untuk diseleksi. Dalam setiap generasi, ciptaan buatan yang baru (hasil perkawinan), diperoleh dari bit-bit dan bagian-bagian gen induk yang terbaik. Diharapkan dengan mengambil dari gen induk yang terbaik ini diperoleh gen akan yang lebih baik lagi. Meskipun pada kenyataannya tidak selalu tercipta gen anak yang lebih baik dari induknya. Ada kemungkinan lebih baik, sama baiknya, atau bahkan mungkin lebih buruk.

Tujuan dari algoritma genetika ini adalah menghasilkan populasi yang terbaik dari populasi awal. Sedangkan keuntungan dari algoritma genetika adalah sifat metoda pencariannya yang lebih optimal, tanpa terlalu memperbesar ruang pencarian. Dalam menyusun suatu algoritma genetika menjadi program, maka diperlukan beberapa tahapan proses, yaitu proses pembuatan generasi awal, proses

genetika, proses seleksi, dan penguangan proses sebelumnya.



Gambar 2.2 Flowchart Proses Algoritma Genetika

5. Perkembangan Metode Penjadwalan

Sekarang ini banyak ditemukan metode dan algoritma-algoritma yang dibuat untuk tujuan memecahkan persoalan-persoalan yang ada. Kemudian pada perkembangannya metode atau algoritma tersebut mulai diterapkan untuk memecahkan persoalan penjadwalan, antara lain algoritma semut atau *Ant Colony Optimization* (ACO) dengan pendekatan *Max Min Ant System* (MMAS), *Taboo Search*, dan teknik pewarnaan graf (*Coloring Graph*).

5.1 *Ant Colony Optimization*

Ant Colony Optimization (ACO) terinspirasi oleh koloni-koloni semut dalam mencari makan. Semut-semut tersebut meninggalkan zat (*pheromone*) di jalan yang mereka lalui. Algoritma ACO ini merupakan algoritma pencarian berdasarkan probabilitas berbobot, sehingga butir pencarian dengan bobot yang lebih besar akan berakibat memiliki kemungkinan terpilih yang lebih besar pula.

5.2 *Tabu Search*

Tabu Search adalah salah satu metode metaheuristik yang dipergunakan untuk memecahkan permasalahan-permasalahan optimasi global. *Tabu Search* merupakan suatu teknik optimasi yang menggunakan *short-term memory* untuk menjaga agar proses pencarian tidak terjebak pada nilai optimum lokal. Metode ini menggunakan *Tabu List* untuk menyimpan sekumpulan solusi yang baru saja dievaluasi. Selama proses optimasi, pada setiap iterasi solusi yang akan dievaluasi akan dicocokkan terlebih dahulu dengan isi *Tabu List* untuk melihat apakah solusi tersebut sudah ada pada *Tabu List*. Apabila solusi tersebut sudah ada, maka akan dievaluasi lagi pada iterasi berikutnya. Kemudian bila sudah tidak ada lagi solusi yang menjadi anggota *Tabu List*, maka nilai terbaik yang baru saja diperoleh merupakan solusi yang sebenarnya.

Metode ini merupakan metode pergerakan dari satu solusi jadwal ke solusi jadwal berikutnya. *Tabu search* memelihara sebuah daftar tabu (*tabu list*) yang menyimpan dan digunakan untuk mengingat jadwal kuliah yang babru saja dikunjungi. Daftar ini digunakan untuk mencegah pencarian kembali ke solusi yang sama

dengan hasil pencarian sebelumnya, sehingga terhindar dari terjadinya optimal local. Daftar tabu umumnya berukuran tetap, untuk itu isi daftar yang terdahulu digantikan dengan yang lebih baru. Sifat pergerakan tabu seperti ini kemungkinan akan menghambat ditemukan solusi baru yang lebih baik, maka digunakan satu mekanisme yang dinamakan tingkat aspirasi (*aspiration level*). Tingkat aspirasi ini merepresentasikan solusi terbaik yang pernah dikunjungi. Jika sebuah jadwal terkini mencapai tingkat aspirasi ini maka jadwal ini mungkin dihapus dari daftar tabu. Jika solusi tetangga terkini tidak ada yang menghasilkan perbaikan solusi, maka fungsi aspirasi dapat memilih salah satu jadwal yang ada di daftar tabu. Tabu list juga telah terbukti sukses digunakan di beberapa tempat.

5.3 Coloring Graph

Teknik pewarnaan graf merupakan salah satu subjek yang menarik dan terkenal dalam bidang graf. Teori-teori mengenai ini telah banyak dikembangkan dan berbagai algoritma dengan kelebihan dan kelemahan masing-masing telah dibuat untuk menyelesaikannya. Aplikasi dari teknik ini juga telah banyak diterapkan di berbagai bidang, salah satunya adalah membuat jadwal. Perencanaan jadwal disini khususnya diterapkan pada pekerjaan-pekerjaan atau hal-hal yang saling terkait, misalnya hal-hal yang berlangsung pada waktu yang sama, atau pekerjaan yang menggunakan sumber daya yang sama, dan sebagainya. Teknik pewarnaan graf akan membuat jadwal kerja yang dapat menghasilkan hasil yang maksimum dengan cara yang paling efisien.

5.4 Memetic Algorithms

Memetic algorithms merupakan pengembangan dari algoritma genetika berdasarkan pada bagaimana ide berevolusi. Ide dasarnya adalah *memes*, yang menggantikan peran gen, tidak seperti gen standar yang ada di algoritma genetika, memes dapat mengalami perbaikan selama siklus hidupnya. Fungsi *hill-climbing* digunakan pada interval tertentu, untuk memastikan semua jadwal berada pada keadaan local optimal.

Sebuah operator mutasi ringan atau berat diimplementasikan pada beberapa anggota populasi yang tersesi. Setelah dihubungkan dengan operator mutasi, anggota populasi tersebut diptimasi secara lokal menggunakan algoritma *hill-climbing*. Kombinasi ini menghasilkan solusi baru dengan kualitas yang baik.

5.5 Simulated Annealing

Adalah strategi pencarian solusi yang memelihara jejak dari jadwal kuliah yang layak. Pada setiap iterasi, solusi tetangga (*neighbour solution*) dibangkitkan. Solusi tetangga dibuat dengan melakukan suatu perubahan kecil pada sebuah solusi yang layak sehingga menghasilkan solusi layak yang lain. Jika solusi tetangga ini mempunyai nilai hukuman (*penalty value*) yang lebih rendah, maka diakan dijadikan solusi terkini. Jika solusi tetangga ini mempunyai nilai hukuman yang lebih tinggi maka tetap terbuka kemungkinan untuk diterima tergantung pada suatu nilai probabilitas yang terkait dengan sebuah parameter kontrol yang dinamakan temperatur. Temperatur yang dimaksud disini adalah probabilitas bahwa sebuah solusi tetangga dapat diterima, berkurang pada setiap iterasi atau setelah beberapa iterasi. Proses ini dapat dianalogikan dengan proses pendinginan pada proses annealing yang sebenarnya. Salah satu kelemahan dari metode ini adalah bahwa proses pendinginan mungkin membutuhkan waktu yang lama untuk menghasilkan hasil yang diterima. Simulated annealing telah sukses diaplikasikan pada permasalahan penjadwalan di beberapa tempat.

6. Riset Penjadwalan Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika

Algoritma genetika ditemukan di universitas michigan, amerika serikat oleh John Holland (1975) melalui sebuah penelitian dan dipopulerkan oleh salah satu muridnya, David Goldberg. Sejak saat itu telah banyak sekali dilakukan penelitian yang mengimplementasikan algoritma genetika di berbagai bidang kehidupan manusia termasuk di masalah penjadwalan mata kuliah di lembaga-lembaga pendidikan.

Penelitian masalah pembuatan jadwal kuliah telah dilakukan sejak 40 tahun yang lalu, namun hingga sekarang belum dirumuskan

sebuah teknik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan secara umum. Pada dasarnya penjadwalan kuliah adalah merupakan masalah optimasi dengan kriteria jamak (*multiple criteria*), namun pada umumnya masalah ini ditangani sebagai masalah optimasi dengan kriteria tunggal untuk menyederhanakan permasalahan. Hal ini dikarenakan pada awalnya konsentrasi penelitian lebih fokus kepada masalah penjadwalan di sekolah-sekolah yang permasalahannya lebih fokus pada masalah penjadwalan di sekolah yang permasalahannya lebih sederhana dibandingkan dengan sistem penjadwalan di perguruan tinggi.

Penjadwalan kuliah dalam skala yang lebih besar telah dilakukan oleh Murray, dkk (Murray & Rudova, 2006:1). Mereka membuat model pendekatan struktur bertingkat pada jadwal untuk menangani problem penjadwalan riil yang kompleks yang ada di Universitas Purdue. Pada penelitian ini mereka menguraikan jadwal keseluruhan menjadi sub jadwal sehingga dapat diselesaikan pada tingkat jurusan. Mereka mengembangkan model logika yang memungkinkan semua perkuliahan direpresentasikan sebagai kelompok kelas bertingkat dengan tambahan hubungan orang tua, anak dan mengatur penempatan berdasarkan pembatasan yang ada.

Metode pemecahan alokasi waktu kuliah dilakukan oleh Beyrouthy dkk (Beyrouthy, dkk 2006:1). Suatu sesi kuliah mungkin mempunyai waktu pelaksanaan yang cukup lama, padahal ruangan akan digunakan untuk keperluan kuliah lain. Pada umumnya keputusan untuk menentukan apakah suatu perkuliahan perlu untuk dipecah atau tidak dipertimbangkan berdasarkan kebutuhan dan ketersediaan ruangan atau ketersediaan waktu tenaga pengajar. Pada kasus ini muncul permasalahan optimalisasi pada batasan jamak, ada trade-off (buah simalakama) antara pemenuhan kebutuhan agar kelas tidak dipecah dan kebutuhan untuk efisiensi penggunaan ruangan. Mereka memecahkan permasalahan ini dengan menggunakan strategi yang dinamakan *dynamic splitting strategy*.

C. Kesimpulan

Algoritma genetika dapat menyelesaikan masalah sistem penjadwalan perkuliahan pada institusi pendidikan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan variabel hari-hari kuliah
2. Menentukan variabel waktu jam perkuliahan
3. Menentukan variabel kelas
4. Menentukan variabel tenaga pengajar
5. Menentukan variabel kesanggupan mengajar
6. Menentukan variabel matakuliah
7. Menentukan variabel ruangan

Selanjutnya dari variabel-variabel di atas, maka diperlukan beberapa tahapan proses yaitu: proses pembuatan generasi awal, proses genetika, proses seleksi, dan pengulangan proses sebelumnya dimana langkah-langkahnya sebagai berikut:

- a. Pertama-tama diciptakan sebuah populasi kromosom yang dibuat dengan menggunakan cara *schocastic*.
- b. Selanjutnya kromosom-kromosom tersebut di evaluasi untuk menilai seberapa baiknya representasi solusi yang dimilikinya.
- c. Kromosom dengan nilai hasil evaluasi yang baik dibiarkan tetap tinggal sedangkan kromosom dengan nilai evaluasi yang rendah dikeluarkan dari populasi.
- d. Selanjutnya pengecekan kriteria pemberhentian program sudah terpenuhi, misalnya jika secara kebetulan salah satu kromosom yang diciptakan pada saat awal sudah memenuhi syarat yang diinginkan maka program tidak perlu dilanjutkan karena solusi sudah diperoleh.
- e. Jika belum terpenuhi, maka dilakukan proses perisapan untuk proses kawin silang antar kromosom.
- f. Jika belum memenuhi syarat penghentian program maka dilakukan proses persilangan anggota-anggota kromosom (dinamakan gen) antara satu kromosom dengan kromosom yang lain. Hanya gen-gen yang terpilih, biasanya yang kualitasnya baik

berdasarkan evaluasi yang dilakukan sebelumnya, yang diizinkan untuk melakukan kawin silang.

- g. Dilanjutkan dengan proses mutasi yaitu proses pengubahan nilai gen secara acak pada sebagian kecil kromosom yang terpilih. Selanjutnya kembali lagi ke langkah b.

Dari langkah-langkah di atas, maka ditentukan kriteria-kriteria sebagai berikut:

1. Setiap matakuliah dijadwalkan pada waktu yang berturutan pada hari yang sama.
2. Tidak boleh ada matakuliah yang tidak terjadwal.
3. Matakuliah praktikum harus dilaksanakan dalam satu waktu sekaligus.
4. Jumlah jam pertemuan untuk setiap matakuliah harus sesuai dengan kurikulum.
5. Tidak ada sela jam kosong antar kuliah satu dengan yang lain.
6. Dosen dijadwalkan mengajar pada hari yang sesuai dengan kesediannya.
7. Jumlah jam pertemuan per hari tidak boleh lebih dari 12 sks.
8. Dosen tidak boleh mengajar dua mata kuliah dalam satu waktu.
9. Satu ruangan perkuliahan tidak boleh ditempati lebih dari satu kelas dalam waktu yang sama.

Hasilnya adalah membuat suatu sistem penjadwalan yang sesuai dengan masalah penjadwalan yang dihadapi. Namun, untuk masalah yang tingkat kompleksitasnya tinggi, metode ini harus dibantu dengan metode lain sesuai dengan masalah penjadwalan yang ada, sehingga penjadwalan lebih bersifat umum dan dapat dipergunakan untuk berbagai situasi.

Untuk penelitian yang akan datang, maka akan sangat baik jika cakupan penelitian dapat dikembangkan lebih luas lagi yaitu sampai ke tingkat fakultas dan Institut/Universitas. Untuk itu metode yang digunakan perlu disempurnakan lagi dengan menggunakan metode-metode tambahan lain seperti algoritma semut, tabu search atau metode yang lain yang dapat membantu menghasilkan solusi penjadwalan yang lebih baik lagi dan lebih cepat.

Pengembangan sistem lebih lanjut lagi dapat dilakukan dengan membuat sistem penjadwalan ini menjadi lebih interaktif dengan menghubungkannya dengan internet, sehingga pihak-pihak yang terlibat dapat mengakses jadwal terkini secara real time. Beberapa data seperti kesediaan mengajar dosen, publikasi jadwal yang sudah jadi dan lain-lain dapat diakses dengan mudah menggunakan internet.

DAFTAR PUSTAKA

- Alba, Enrique dan Dorronsoro, Bernabé (2008). "*Cellular Genetic Algorithms*", Springer Science+Business Media, LLC., New York.
- Bruegge, Bernd dan Dutoit, Allen H. (2010). "*Object-Oriented Software Engineering, Using UML, Patterns, and Java™ Third Edition*", Prentice Hall.
- Cohen, Louis et. al (2007), "*Research Methods in Education Sixth edition*", Routledge, New York.
- Dahal, Keshav P. et. al (2007). "*Evolutionary Scheduling*", Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- Devillers, James (1996). "*Genetic Algorithms in Molecular Modeling*", Elsevier Science & Technology Books, USA.
- Coley, David A. (1999). "*An Introduction to Genetic Algorithms for Scientists and Engineers*". World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore.
- Goldberg, David E. dan Koza, John R. (2006). "*Genetic and Evolutionary Computation Series*", Springer Science+Business Media, LLC., New York.
- Gunawan, Aldy dkk. 2004. "*Applying Metaheuristics For The Course Scheduling Problem*", *Proceedings of the Fifth Asia Pacific*

*Industrial Engineering and Management Systems
Conference 2004, Universitas Surabaya, Surabaya.*

- Kothari, C.R. (2004), "*Research Methodology, Methods & Techniques*", *Second Revised Edition*, New Age International (P) Ltd., New Delhi.
- Koza, John R. (1998). "*Genetic Programming*", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- Leung, Joseph Y-T. (2004). "*Handbook of Scheduling: Algorithms, Models, and Performance Analysis*", CRC Press LLC, USA.
- Lowen, R. dan Verschoren, A. (2008). "Mathematical Modelling: Theory and Applications, Foundations of Generic Optimization, Volume 2: Applications of Fuzzy Control, Genetic Algorithms and Neural Networks", Springer, New York.
- Mackey, Alison dan Gass, Susan M. (2005), "*Second Language Research Methodology and Design*", Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, London.
- Melanie, Mitchell (1999). "*An Introduction to Genetic Algorithms*". The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- Obayashi, Shigeru et. al (2007). "*Evolutionary Multi-Criterion Optimization*", *Proceedings of 4th International Conference*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- Pressman, Roger S. (2001). "*Software Engineering A Practitioner's Approach*", *Fifth Edition*, McGraw-Hill, New York.
- Sivanandam, S.N. dan Deepa, S.N. (2008). "*Introduction to Genetic Algorithms*". Springer Berlin Heidelberg New York.
- T'kindt, Vincent dan Billaut, Jean-Charles (2006). "*Multicriteria Scheduling Theory, Models and Algorithms*", Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.