
PERANCANGAN SISTEM PENJADWALAN LABORATORIUM MENGGUNAKAN METODE TABU SEARCH

Reza Alamsyah^{*1}, Tongam E Panggabean²

STMIK Methodist Binjai; Jl. Jend. Sudirman No. 136 Binjai – Telp: 061-88742021

Teknik Informatika

email : *189rezaalamsyah@gmail.com, 2tongampanggabean@gmail.com

Abstrak

adanya suatu proses penyusunan penjadwalan yang baik adalah sebuah hal yang penting. Secara umum scheduling merupakan suatu permasalahan dalam hal melakukan sequencing terhadap sejumlah operasi dan mengalokasikannya ke dalam slot waktu tertentu tanpa melanggar batasan teknis dan keterbatasan kapasitas yang dimiliki. Hal ini berdasar pada kenyataan bahwa begitu banyak parameter yang harus diperhatikan. Karena *scheduling*, khususnya *job shop scheduling*, merupakan suatu permasalahan *combinatorial optimization* yang kompleks maka permasalahan scheduling dapat dikategorikan sebagai permasalahan np-hard, yaitu suatu permasalahan yang pencarian solusinya (waktu komputasinya) akan naik secara eksponensial seiring dengan naiknya ukuran permasalahan secara linier. Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dalam bidang komputasi cerdas, masalah penjadwalan di atas dapat diotomatisasi sehingga dapat memberikan solusi optimal sesuai dengan batasan dan syarat yang sudah ditentukan dengan menggunakan Metode Tabu Search.

Kata kunci : Tabu Search, Penjadwalan, *Optimize Combination*

Abstract

The existence of a good scheduling process is an important thing. In general, scheduling is a problem in terms of sequencing a number of operations and allocating them to certain time slots without violating technical limitations and limited capacity. This is based on the fact that so many parameters must be considered. Because scheduling, especially job shop scheduling, is a complex combinatorial optimization problem, scheduling problems can be categorized as np-hard problems, ie problems whose search for solutions (computation time) will rise exponentially as the size of the problem increases linearly. With the advancement of science in the field of intelligent computing, scheduling problems above can be automated so as to provide optimal solutions in accordance with the limits and conditions that have been determined by using the Tabu Search Method.

Keywords : Tabu Search, Scheduling, *Optimize Combination*

1. PENDAHULUAN

Dalam sebuah industri, baik itu industri manufaktur maupun jasa, adanya suatu proses penyusunan penjadwalan yang baik adalah sebuah hal yang penting. Hal ini dikarenakan dengan adanya penjadwalan yang baik akan dapat meningkatkan efektivitas serta efisiensi sistem produksi industri tersebut yang pada akhirnya akan mengurangi production costs. Scheduling dapat diartikan sebagai pengalokasian sejumlah resources (sumber daya) untuk melakukan sejumlah tasks (tugas/operasi) dalam jangka waktu tertentu.

Secara umum scheduling merupakan suatu permasalahan dalam hal melakukan sequencing terhadap sejumlah operasi dan mengalokasikannya ke dalam slot waktu tertentu

tanpa melanggar technical constraints (batasan teknis) dan capacitive constraints (keterbatasan kapasitas yang dimiliki). Baik secara teori maupun prakteknya di lapangan, untuk dapat melakukan suatu proses penjadwalan (scheduling) yang baik sangat sulit untuk dibuat. Hal ini berdasar pada kenyataan bahwa begitu banyak parameter yang harus diperhatikan. Karena scheduling, khususnya job shop scheduling, merupakan suatu permasalahan combinatorial optimization yang kompleks maka permasalahan scheduling dapat dikategorikan sebagai permasalahan np-hard, yaitu suatu permasalahan yang pencarian solusinya (waktu komputasinya) akan naik secara eksponensial seiring dengan naiknya ukuran permasalahan secara linier. Untuk itu diperlukan suatu metode yang lebih baik dalam memecahkan permasalahan ini.

Umumnya penyusunan jadwal mata kuliah dilakukan secara manual, yaitu dengan pencarian blok-blok atau kolom-kolom mana saja yang masih kosong, kemudian menempatkan jadwal pada blok atau kolom tersebut. Jadwal yang dihasilkan dengan cara seperti ini cenderung menghasilkan jadwal yang menumpuk dan tingkat keakuratannya tidak bisa dijamin. Jadwal yang baik semestinya dapat mengakomodasi semua syarat yang telah ditentukan. Sebagai contoh adalah seorang dosen hanya bisa mengajar pada waktu dan jam tertentu. Dengan syarat ini seharusnya jadwal yang disusun menyediakan sejumlah solusi sehingga kelas yang diajarkan oleh pengajar tersebut tidak bentrok dengan pengajar yang lainnya.

Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dalam bidang komputasi cerdas, 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. Metode-metode tersebut dapat dibagi ke dalam 4 (empat) kategori, yaitu: Sequential Methods, Cluster Methods, Constraint Based Methods, dan Metaheuristic Methods, seperti genetic algorithms, simulated annealing, dan tabu search.

Menyelesaikan masalah penjadwalan mata kuliah menggunakan tiga metode metaheuristic, yaitu: simulated annealing (SA), tabu search (TS), dan genetic algorithm (GA). Dari uji coba yang dilakukan diperoleh hasil bahwa semua metode metaheuristic dapat menghasilkan solusi yang sangat baik dibandingkan dengan pengalokasian secara manual

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pengertian Algoritma Genetik

Algoritma ini ditemukan di Universitas Michigan, Amerika Serikat oleh John Holland (1975) melalui sebuah penelitian dan dipopulerkan oleh salah satu muridnya, David Goldberg (1989). Dimana mendefinisikan algoritma genetik ini sebagai metode algoritma pencarian berdasarkan pada mekanisme seleksi alam dan genetik alam. Algoritma genetik adalah algoritma yang berusaha menerapkan pemahaman mengenai evolusi alamiah pada tugas-tugas pemecahan-masalah (problem solving). Pendekatan yang diambil oleh algoritma ini adalah dengan menggabungkan secara acak berbagai pilihan solusi terbaik di dalam suatu kumpulan untuk mendapatkan generasi solusi terbaik berikutnya yaitu pada suatu kondisi yang memaksimalkan kecocokannya atau lazim disebut fitness.

Generasi ini akan merepresentasikan perbaikan-perbaikan pada populasi awalnya. Dengan melakukan proses ini secara berulang, algoritma ini diharapkan dapat mensimulasikan proses evolusioner. Pada akhirnya, akan didapatkan solusi-solusi yang paling tepat bagi permasalahan yang dihadapi. Untuk menggunakan algoritma genetik, solusi permasalahan direpresentasikan sebagai khromosom. Tiga aspek yang penting untuk penggunaan algoritma genetik:

- A. Definisi fungsi fitness
- B. Definisi dan implementasi representasi genetic
- C. Definisi dan implementasi operasi genetic

Jika ketiga aspek di atas telah didefinisikan, algoritma genetik akan bekerja dengan baik. Tentu saja, algoritma genetik bukanlah solusi terbaik untuk memecahkan segala masalah.

Sebagai contoh, metode tradisional telah diatur untuk mencari penyelesaian dari fungsi analitis convex yang “berperilaku baik” yang variabelnya sedikit. Pada kasus ini, metode berbasis kalkulus lebih unggul dari algoritma genetik karena metode ini dengan cepat menemukan solusi minimum ketika algoritma genetik masih menganalisa bobot dari populasi awal.

Untuk problem-problem ini pengguna harus mengakui fakta dari pengalaman ini dan memakai metode tradisional yang lebih cepat tersebut. Akan tetapi, banyak persoalan realistik yang berada di luar golongan ini. Selain itu, untuk persoalan yang tidak terlalu rumit, banyak cara yang lebih cepat dari algoritma genetik. Jumlah besar dari populasi solusi, yang merupakan keunggulan dari algoritma genetik, juga harus mengakui kekurangannya dalam kecepatan pada sekumpulan komputer yang dipasang secara seri-fitness function dari tiap solusi harus dievaluasi. Namun, bila tersedia komputer-komputer yang paralel, tiap prosesor dapat mengevaluasi fungsi yang terpisah pada saat yang bersamaan. Karena itulah, algoritma genetik sangat cocok untuk perhitungan yang paralel.

2.2. Seleksi

Seleksi bertujuan memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang paling fit. Langkah pertama dalam seleksi ini adalah pencarian nilai fitness. Masing-masing individu dalam suatu wadah seleksi akan menerima probabilitas reproduksi yang tergantung pada nilai objektif dirinya sendiri terhadap nilai objektif dari semua individu dalam wadah seleksi tersebut. Nilai fitness inilah yang nantinya akan digunakan pada tahap seleksi berikutnya (Kusumadewi, 2003).

Kemampuan algoritma genetik untuk memproduksi kromosom yang lebih baik secara progresif tergantung pada penekanan selektif (selective pressure) yang diterapkan ke populasi. Penekanan selektif dapat diterapkan dalam dua cara. Cara pertama adalah membuat lebih banyak kromosom anak yang dipelihara dalam populasi dan memilih hanya kromosom-kromosom terbaik bagi generasi berikut. Walaupun orang tua dipilih secara acak, metode ini akan terus menghasilkan kromosom yang lebih baik berhubungan dengan penekanan selektif yang diterapkan pada individu anak tersebut. Cara lain menerapkan penekanan selektif adalah memilih orang tua yang lebih baik ketika membuat keturunan baru. Dengan metode ini, hanya kromosom sebanyak yang dipelihara dalam populasi yang perlu dibuat bagi generasi berikutnya. Walaupun penekanan selektif tidak diterapkan ke level keturunan, metode ini akan terus menghasilkan kromosom yang lebih baik, karena adanya penekanan selektif yang diterapkan ke orangtua.

Ada beberapa metode untuk memilih kromosom yang sering digunakan antara lain adalah seleksi roda rolet (roulette wheel selection), seleksi ranking (rank selection) dan seleksi turnamen (tournament selection). Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah seleksi roda rolet (roulette wheel selection). Pada seleksi ini, orang tua dipilih berdasarkan fitness mereka. Lebih baik kualitas suatu kromosom, lebih besar peluangnya untuk terpilih. Probabilitas suatu individu terpilih untuk crossover sebanding dengan fitnessnya. Cara penyeleksian ini merupakan peniruan dari permainan roda rolet.

2.3. Tabu Search

Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan kinerja algoritma PACO dengan PACO-Tabu Search yang diusulkan penulis (PACO-TABU). Perbedaan kedua algoritma ini adalah pada metode local search yang digunakan yaitu job index based untuk algoritma PACO dan algoritma BF-TS untuk algoritma PACO-TABU. Permasalahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kombinasi penjadwalan flowshop dengan jumlah job 10, 20, 30, 40, dan 50 dengan 10, 20, dan 30 mesin. Algoritma dijalankan sebanyak 10 iterasi dengan masing-masing iterasi 100 kali pada masing-masing kombinasi jumlah job dan mesin. Ratarata makespan dan computation time digunakan sebagai performance measure untuk perbandingan algoritma. Semakin kecil rata-rata makespan dan computation time yang dihasilkan semakin baik juga kinerja dari algoritma tersebut. Simulasi kedua algoritma menggunakan komputer dengan processor Intel Core2Duo 1,66GHz dan memory 1,5GHz.

Algoritma PACO-TABU bekerja dengan menggunakan solusi awal dari algoritma NEH, algoritma BF-TS (Lampiran: Gambar 4) dan algoritma ant colony. Solusi awal yang didapat dari algoritma NEH ditingkatkan kinerjanya dengan menggunakan algoritma BF-TS. Peningkatan kinerja algoritma BF-TS diteruskan dengan algoritma ant colony hingga menghasilkan solusi terbaik pada saat stopping criteria. Beberapa metode local search yang dapat digunakan pada algoritma BF-TS, yaitu:

- a. Swapping, dilakukan dengan membangkitkan bilangan random i dan j . Bilangan random ini menunjukkan posisi i dan posisi j . Proses swapping ini bekerja dengan menukar job di posisi i dengan job di posisi j .
- b. Insertion, proses pembangkitan bilangan random ini hampir sama dengan metode swapping. Perbedaannya adalah job di posisi i dimasukkan ke posisi j .
- c. Block insertion, proses ini dilakukan dengan membangkitkan bilangan i , j , dan k kemudian memasukkan k job dimulai job i ke posisi j .

Algoritma BF-TS dilakukan dengan melakukan proses neighborhood dan memasukkan beberapa proses neighborhood terakhir yang menghasilkan nilai optimum dalam tabu list. Proses neighborhood dilakukan dengan menggunakan metode local search yang terpilih dan tabu list yang ada berfungsi sebagai memori jangka pendek yang berguna menghindari pengulangan perhitungan. Ukuran tabu list yang ditetapkan pada penelitian ini sebesar 7, dengan ketentuan jika pasangan job dalam tabu list telah lebih dari 7 maka pasangan job pertama dikeluarkan dari tabu list. Ukuran tabu list yang terlalu kecil dapat menghasilkan kemungkinan solusi yang berulang (misalnya ukuran = 2) sedangkan jika terlalu besar akan berpeluang menghasilkan local optimum. Algoritma pencarian ini juga menggunakan kombinasi Intensification and Diversification Scheme yaitu menggabungkan antara penggunaan atribut dari solusi-solusi yang didapat sebelumnya (intensification scheme) dengan penggalan solusi dari daerah yang belum pernah dijelajahi (diversification scheme). Proses pencarian yang telah dihasilkan akan dilanjutkan hingga memenuhi stopping criteria yang ditetapkan. Stopping criteria yang dipakai pada algoritma BFTS adalah tidak terdapat perbaikan hasil pada suatu kriteria antara 2 solusi yang dihasilkan dari diversification scheme atau mencapai jumlah maksimum iterasi yang ditetapkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Kebutuhan Hasil analisis yang diperoleh dari sistem penjadwalan kuliah ada beberapa proses masukan dan keluaran.

3.1. Data Masukan Untuk Proses Masukan Data, terdiri dari :

- a. Proses pemasukan data yang berupa data dosen, data matakuliah, data ruang, dan data waktu kuliah. Data dosen diisi oleh Dosen sendiri dengan mengisi formulir data mengajar, sedangkan ruangnya ditentukan oleh Sekretariat Program, bagian penjadwalan kuliah dan ujian untuk disimpan dalam database.
- b. Proses pemasukan data matakuliah yang ditawarkan tiap semesternya, termasuk penentuan jumlah kelas per-matakuliah yang ditawarkan yang disesuaikan dengan kesanggupan dosen mengajar.

3.2. Data Keluaran Data keluaran yang dihasilkan berupa :

- a. Laporan (print out) jadwal kuliah, yang berisi data matakuliah perjurusan yang diadakan tiap semester. Laporan ini selanjutnya digunakan mahasiswa untuk key-in kuliah. Sedangkan jadwal ujian diberikan satu minggu sebelum ujian dimulai.
- b. Laporan (print out) jadwal dosen, merupakan laporan mengajar dosen yang diserahkan kepada dosen yang bersangkutan agar mengetahui jadwal mengajarnya. Sedangkan jadwal ujian diberikan satu minggu sebelum ujian dimulai

3.3. Analisis kebutuhan Antar Muka Kebutuhan terhadap antarmuka (Interface) yang diinginkan oleh user didasarkan atas hasil wawancara dengan pihak-pihak terkait. Interface yang diinginkan

yaitu sebaik mungkin sehingga bersifat ramah pengguna (user friendly), artinya user dapat menggunakan perangkat lunak yang dibuat dengan senyaman mungkin, mudah untuk dioperasikan dan meminimumkan kesalahan baik kesalahan input, proses maupun output yang dihasilkan

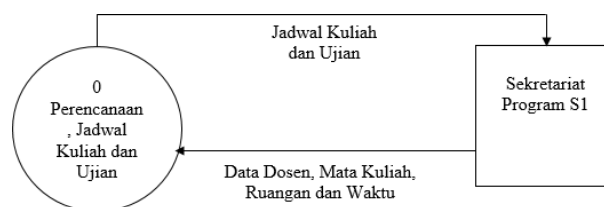
3.4. Keamanan Data Keamanan data meliputi seluruh proses yang diperlukan untuk memastikan keamanan data di dalam suatu sistem. Keamanan data merupakan salah satu unsur yang harus dipertimbangkan dalam proses desain atau sistem, karena suatu sistem tanpa keamanan data yang baik akan menimbulkan kerugian, seperti data akan bebas diakses oleh pihak-pihak yang tidak berkepentingan. Keamanan data dapat diterapkan dengan pembuatan sandi (password) sehingga hanya pihak yang berhak saja yang dapat mengakses sistem.

3.5. Kebutuhan Perangkat Lunak Sistem penjadwalan kuliah ini dibangun dengan spesifikasi perangkat lunak sebagai berikut :

- a. Sistem operasi Windows Xp Profesional
- b. Visual Basic sebagai tampilan antarmuka dan Access sebagai databasenya.

3.6. Perancangan

Perancangan dimulai dari diagram konteks bentuk yang paling umum, kemudian diturunkan sampai bentuk yang paling detail. Dalam pembuatan konteks perlu menganalisis sistem aplikasinya, apa saja yang dibutuhkan, sumber data dan tujuan atau hasil akhir yang diinginkan. Dari hasil analisis tersebut diperoleh diagram konteks seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 1 Diagram Konteks Penjadwalan Kuliah dan Ujian

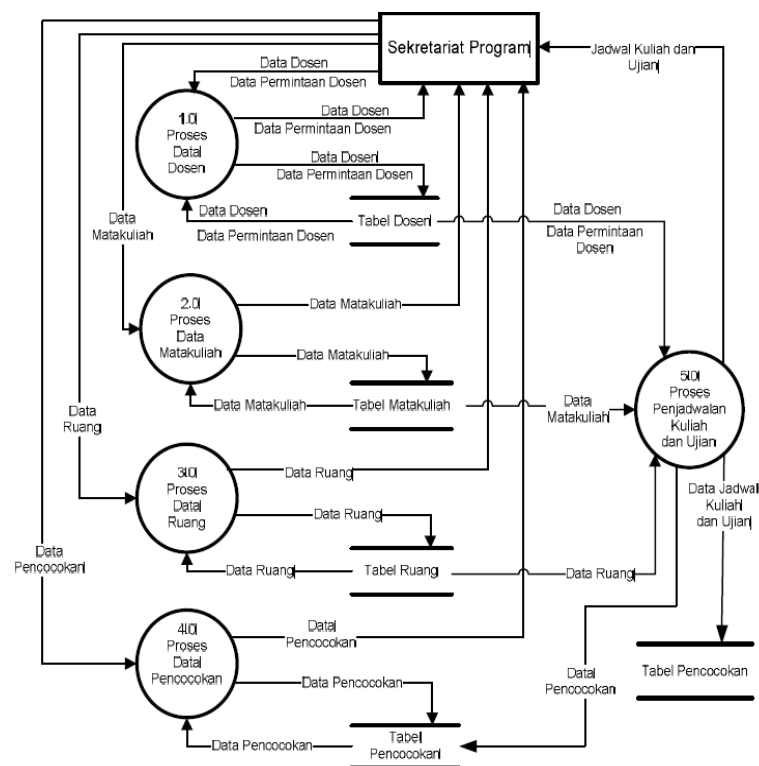
Keterangan:

Pada diagram konteks terdapat external interactor dan proses, yaitu:

- a. External interactor Sekretariat program adalah bagian yang menerima informasi data sebagai masukan pada proses penjadwalan kuliah dan ujian.
- b. Proses Perencanaan jadwal kuliah dan ujian adalah proses yang akan mengolah data yang telah diinputkan sebelumnya.

3.7 Data Flow Diagram

Sistem Setelah dibuat diagram konteks, langkah selanjutnya adalah menurunkan diagram konteks menjadi bentuk yang lebih detail, yaitu DFD (Data Flow Diagram) level 1. DFD level 1 mengilustrasikan bagaimana data diproses oleh sistem, dalam hal ini input dan output dari sistem



Gambar 2 DFD level 1

3.8. IMPLEMENTASI SISTEM

Setelah sistem selesai dianalisis dan didesain secara rinci, maka langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah implementasi atau penerapan sistem. Tahap implementasi sistem (system implementation) merupakan tahap meletakkan sistem agar siap untuk dioperasikan. Tahap ini termasuk juga kegiatan menulis kode program jika tidak digunakan paket perangkat lunak aplikasi

3.9. DEFENISI IMPLEMENTASI SISTEM

Implementasi sistem merupakan prosedur yang dilakukan untuk menyelesaikan desain sistem yang ada dalam dokumen desain yang disetujui, menguji sistem, menginstal, dan memulai sistem yang baru yang telah diperbaiki.

3.10. Tujuan Implementasi Sistem

Adapun tujuan dari implementasi dari sistem tersebut diantaranya yaitu :

1. Membuat perancangan desain sistem
2. Menguji dan mendokumentasikan prosedur dalam program yang diperlukan oleh dokumen perancangan sistem yang telah dibuat.
3. Menyelesaikan perancangan sistem yang ada didalam perancangan sistem yang telah disetujui.
4. Memperhitungkan sistem yang telah dibuat sesuai kebutuhan pemakai.

3.11. Pemeliharaan Sistem

Berdasarkan hal diatas, maka dibutuhkan adanya pemeliharaan sistem agar sistem tersebut dapat berjalan sebagaimana mestinya. Adapun tujuan pemeliharaan sistem antara lain adalah :

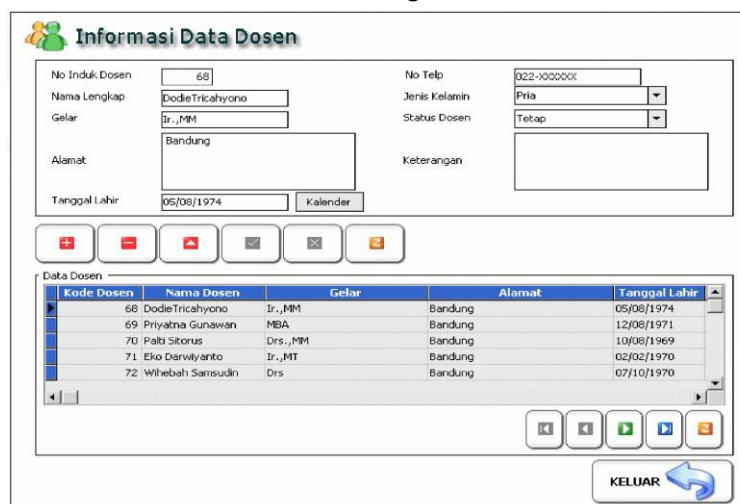
1. Mencegah adanya kelainan sistem yang dapat mendatangkan masalah-masalah baru.
2. Eksisistensi sistem dapat terjaga atau bertahan.

3.12. Hasil Pengolahan Data

3.12.1. Demonstrasi Program Demonstrasi program merupakan suatu prosedur yang dilaksanakan untuk menampilkan hasil dari sistem yang diusulkan, dimana hasil yang telah dijalankan. Adapun tampilan-tampilan sistem yang diusulkan penulis adalah sebagai berikut :

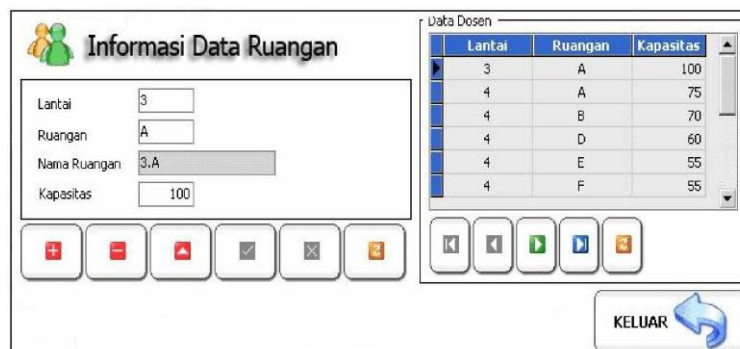


Gambar 3 Login admin



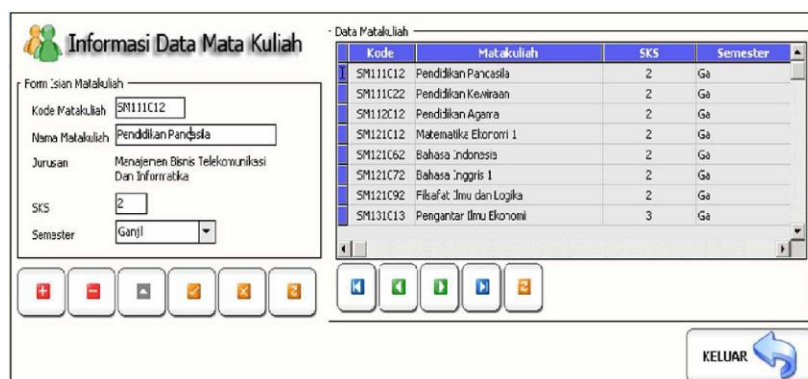
Kode Dosen	Nama Dosen	Gelar	Alamat	Tanggal Lahir
68	Dodie Tricahyono	Irr., MM	Bandung	05/08/1974
69	Priyatna Gunawan	MBA	Bandung	12/08/1971
70	Palti Sikorus	Drs., MM	Bandung	10/08/1969
71	Eko Darwiyanto	Irr., MT	Bandung	02/02/1970
72	Whebah Samsudin	Drs	Bandung	07/10/1970

Gambar 4 Informasi Data Dosen



Lantai	Ruangan	Kapasitas
3	A	100
4	A	75
4	B	70
4	D	60
4	E	55
4	F	55

Gambar 5 Informasi Data Ruang



Kode	Matakuliah	SKS	Semester
SM111C12	Pendidikan Pancasila	2	Ga
SM111C22	Pendidikan Kewiraan	2	Ga
SM112C12	Pendidikan Agama	2	Ga
SM121C12	Matematika Ekonomi 1	2	Ga
SM121C62	Bahasa Indonesia	2	Ga
SM121C72	Bahasa Inggris 1	2	Ga
SM121C92	Filsafat Ilmu dan Logika	2	Ga
SM131C13	Pengantar Ilmu Ekonomi	3	Ga

Kode_pencocokan	Tahun_Ajaran	Kode_matakuliah	Semester	Kelas	Hari	Jam_ke	Kuota	Kode_ruangan	Kode_dos
100	2006/2007	SM231032	Genap	A	Senin	1	70	9	1
101	2006/2007	SM231032	Genap	B	Senin	4	70	9	1
102	2006/2007	SM651013	Genap	A	Senin	4	100	4	1
103	2006/2007	SM651013	Genap	B	Senin	8	100	4	1

Gambar 7 Form Tabel Pencocokan

Hari	Semester	Kode_matakuliah	Matakuliah
SENIN	Genjil	SM712022	Good Corporate Governance
SENIN	Genjil	SM532053	Manajemen Keuangan
SENIN	Genjil	SM331043	Ekonomi Manajerial
SENIN	Genjil	SM121012	Matematika Ekonomi I
SELASA	Genjil	SM131013	Pengantar Ilmu Ekonomi

Gambar 8 Pemberian Nilai Cost

4. KESIMPULAN

Adapun Kesimpulan yang didapat yaitu:

1. Metode *Tabu Search* dapat digunakan sebagai sistem penjadwalan kuliah dan ujian, karena metode ini memilih langkah berikutnya (*neighbour solution*) berdasarkan *constraint* dan penalti.
2. Dengan menggunakan *Tabu Search*, aplikasi penjadwalan ini mempermudah bagian Sekretariat Program untuk menyusun Jadwal Kuliah dan Ujian pada tiap semesternya. Karena dapat mengidentifikasi permasalahan, kesempatan, hambatan yang terjadi dan kebutuhan penjadwalan yang diharapkan.

5. SARAN

Dalam hal ini penulis menyadari bahwa sistem ini masih banyak kekurangan dan kelemahan oleh karena itu disarankan untuk:

1. Dapat mengembangkan aplikasi ini dengan bahasa pemrograman yang lain, dan metode lain agar dapat menampilkan semua solusi yang terdapat dalam sebuah problem penjadwalan kuliah atau problem sejenisnya.
2. Dapat mengembangkan aplikasi ini dengan memperbaiki kekurangan yang dimiliki oleh aplikasi ini. Sehingga dapat menghasilkan aplikasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin Suandy, et al. "Usulan Penerapan Penjadwalan dengan Menggunakan Metode Tabu Search di PT Gistex Textile Division". Jurnal Integral, 2013.
- Leo Chandra S. "Penerapan Algoritma Tabu Search Untuk Penjadwalan Mata Pelajaran Di SMK Swasta Pelita-2 Aekkanopan". Jurnal Riset Komputer 2016.
- Betrianis, dan Putu Teguh Aryawan. "Penerapan Algoritma Tabu Search Dalam Penjadwalan Job Shop". Jurnal Makara, Teknologi, 2003.
- Rencus Siburian, dan Abadi Ginting SS. "Penjadwalan Produksi Job Shop Dengan Menggunakan Algoritma Tabu Search Pada PT. XYZ". Jurnal Teknik Industri FT. USU, 2013.
- Olive Khoirul L. M. A, et al. "Optimasi Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Metode Tabu Search (Studi Kasus: SMKN 2 Singosari)". Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 2017.
- Miswanto, et al. "Implementasi Algoritma Tabu Search Untuk Mengoptimasi Penjadwalan Preventive Maintenance (Studi Kasus PT XYZ)". Jurnal SENTIKA, 2018
- Allwine, A., Simanjuntak, M. S., & Wijaya, R. (2019). SISTEM PAKAR MENDETEKSI TINGKAT RESIKO PENYAKIT MELALUI GEJALA DAN POLA HIDUP MENGGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI. *Jurnal Mantik Penusa*, 3(3). Retrieved from <https://e-jurnal.pelitanusantara.ac.id/index.php/mantik/article/view/686>
-