40265.pdf

MODEL OPTIMASI JADWAL UJIAN DAN IMPLEMENTASINYA PADA UNIVERSITAS TERBUKA

ASMARA IRIANI TARIGAN

SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2009

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis Model Optimasi Jadwal Ujian dan Implementasinya pada Universitas Terbuka adalah karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Bogor, Agustus 2009

Asmara Iriani Tarigan
NIM G551060331

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

ABSTRACT

ASMARA IRIANI TARIGAN. Optimization Model of Examination Schedule and Its Implementation at Universitas Terbuka. Under supervison of AMRIL AMAN and FARIDA HANUM.

Universitas Terbuka (UT) is a public university in Indonesia applying open and distance educational system, within which students and teachers are separated physically and geographically. This system will have to provide immediate, accurate, and complete information regarding academic activities to students. Each study program in each faculty is responsible for producing examination time schedule prior to the new academic year. The topic of this research is to develop a model of examination schedule and its implementation at Faculty of Mathematics and Natural Science, Universitas Terbuka. The research is divided into four steps, namely (1) research problem description and formulation, (2) development of optimization model for examination schedule, (3) finding solution of the model, and (4) model implementation. The scheduling is modeled as a linear integer programming. The model is solved via branch and bound method, using LINGO 8.0. The model implementation is conducted by simulating the model using UT's Mathematics Department courses data in 2008, and data of the semester's final examination. This research has developed an optimization model of examination schedule which fits the characteristics of UT. The model implementation give examination schedule which allows the students to choose and decide the amount of courses to register in a semester. The examination schedule can also give the students who have good academic records a chance to be graduated earlier.

Key words: branch and bound method, *integer programming*, examination schedule, optimization

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

RINGKASAN

ASMARA IRIANI TARIGAN. Model Optimasi Jadwal Ujian dan Implementasinya pada Universitas Terbuka. Dibimbing oleh AMRIL AMAN dan FARIDA HANUM.

Universitas Terbuka (UT) merupakan perguruan tinggi negeri yang menerapkan sistem pendidikan terbuka dan jarak jauh di Indonesia, yaitu sistem pendidikan di mana pengajar dan mahasiswa terpisah secara fisik atau geografis. UT berperan sebagai fasilitator dalam proses belajar mahasiswa yang bersifat akademik dan nonakademik seperti menyediakan beragam pilihan bahan ajar, media pembelajaran, layanan bantuan belajar, dan pilihan penilaian hasil belajar. Untuk menjalankan peran tersebut maka salah satu tugas yang dilakukan adalah memberikan informasi lebih awal, lengkap dan akurat kepada mahasiswa. Informasi diberikan langsung dari Kantor Pusat UT di Pondok Cabe, Tangerang, Banten dan unit program belajar jarak jauh (UPBJJ) UT yang tersebar di 37 kota di seluruh Indonesia. Contoh informasi yang diberikan adalah jadwal ujian akhir semester (UAS). Jadwal UAS dapat diketahui melalui katalog UT atau dapat diperoleh mahasiswa pada saat melakukan registrasi mata kuliah setiap semester di UPBJJ. UT menawarkan semua mata kuliah setiap semester dan masing-masing mata kuliah dilengkapi informasi jam ujian. Adapun tujuan diberikan jadwal ujian sejak awal adalah agar mahasiswa dapat memilih mata kuliah yang akan diregistrasi pada suatu semester. Mata kuliah yang dipilih adalah mata kuliah yang diujikan pada jam yang berbeda.

UT, dalam hal ini program studi (PS) yang berada di fakultas, mempunyai tanggung jawab untuk membuat jadwal ujian akhir semester sebelum masuk tahun akademik baru. Penjadwalan ujian yang sudah dilakukan PS selama ini adalah proses pengalokasian semua mata kuliah yang ditawarkan pada waktu yang tersedia. Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah mengembangkan model jadwal ujian dan diimplementasikan pada program studi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) UT yang tidak hanya mengalokasikan semua mata kuliah yang ditawarkan pada jam yang tersedia tetapi juga melihat hubungan keterkaitan materi antarmata kuliah yang akan digambarkan dalan suatu *precedence relations* mata kuliah.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) membuat *precedence relations* mata kuliah yang menghasilkan himpunan bagian mata kuliah, (2) membuat model masalah penjadwalan ujian untuk semua mata kuliah yang ditawarkan, dan (3) membuat jadwal ujian yang akan memaksimalkan total pasangan mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat yang dialokasikan pada jam yang sama.

Penelitian ini dibagi menjadi empat tahap, yaitu (1) pendeskripsian dan formulasi masalah, (2) pengembangan model optimasi, (3) menentukan solusi model, dan (4) implementasi model. Pada tahap pengembangan model, masalah penjadwalan ujian dimodelkan sebagai model linear *Integer Programming* (*IP*). Model diselesaikan dengan menggunakan metode *branch and bound* dengan bantuan *software LINGO* 8.0. Implementasi model dilakukan dengan cara menyimulasikan model dengan menggunakan data mata kuliah Program Studi

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

Matematika FMIPA-UT tahun 2008, dan data waktu pelaksanaan ujian akhir semester.

Pada tahap pendeskripsian, perlu diketahui banyaknya mata kuliah yang ditawarkan dan waktu yang tersedia untuk mengalokasikan mata kuliah yang diujikan. UT membagi mata kuliah menjadi tiga kelompok yaitu mata kuliah dasar umum (MKDU), mata kuliah program studi, dan mata kuliah bersama. Kelompok MKDU dan kelompok mata kuliah bersama adalah kelompok mata kuliah yang dikelola PS di luar PS yang membuat jadwal ujian. Jam ujian kedua kelompok ini sudah ditetapkan oleh PS yang mengelola, sehingga PS yang menggunakannya hanya mengalokasikan pada jadwal. Kelompok mata kuliah program studi adalah mata kuliah yang dikelola langsung oleh PS yang membuat jadwal ujian. Pada kelompok ini terdapat mata kuliah tugas akhir program (TAP), namun karena waktu pelaksanaan ujian TAP berbeda dengan mata kuliah lainnya maka tidak disertakan sebagai data dalam penelitian ini. Penjadwalan jam ujian kelompok mata kuliah program studi belum mempunyai sistem dasar pengalokasian.

Pada penelitian ini, sistem penjadwalan ujian mata kuliah program studi tidak hanya menempatkan mata kuliah pada jam yang tersedia tetapi juga melihat hubungan keterkaitan materi antarmata kuliah yang digambarkan dalam suatu *precedence relations* mata kuliah. *Precedence relations* mata kuliah akan menunjukkan bahwa setiap mata kuliah mempunyai urutan yang berbeda dalam suatu rangkaian mata kuliah, dan membentuk grup-grup mata kuliah. Grup mata kuliah adalah himpunan mata kuliah yang mempunyai anggota yang secara akademik didefinisikan sama. Dalam *precedence relations* mata kuliah akan dilihat adanya suatu himpunan pasangan mata kuliah yang berelasi yaitu pasangan mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat langsung .

UAS diselenggarakan secara serentak di seluruh Indonesia pada hari yang sama. Pelaksanaannya selama 2 hari, setiap hari tersedia 5 jam ujian (jam ke-1, jam ke-2, jam ke-3, jam ke-4, dan jam ke-5), dan setiap jam diberikan waktu yang sama yaitu 90 menit. Jam pelaksanaan disesuaikan dengan wilayah masing-masing (Indonesia bagian Barat, Indonesia bagian Tengah, dan Indonesia bagian Timur).

Penelitian ini menghasilkan model optimasi jadwal ujian yang sesuai dengan karakteristik UT. Hasil simulasi menunjukkan bahwa model optimasi jadwal ujian mengalokasikan semua mata kuliah dan memenuhi semua kendala yang diberikan. Jadwal ujian yang diperoleh tetap memberikan kebebasan kepada pengguna jadwal untuk dapat memilih dan menentukan banyaknya mata kuliah yang akan diregistrasi pada suatu semester. Jadwal ujian mengalokasikan 18 pasang mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat dari 34 pasang mata kuliah pada jam yang sama. Jadwal ujian memberikan kesempatan kepada mahasiswa yang mempunyai kemampuan yang baik secara akademik untuk dapat lulus secepat-secepatnya yaitu dalam waktu 7 semester atau 3,5 tahun.

Kata kunci: metode *branch and bound*, *integer programming*, jadwal ujian, optimisasi

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

@ Hak Cipta milik IPB, tahun 2009
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

1. *Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumber*
    a. *Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah*
    b. *Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB*
2. *Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis dalam bentuk laporan apapun tanpa izin IPB*

40265.pdf

MODEL OPTIMASI JADWAL UJIAN DAN IMPLEMENTASINYA PADA UNIVERSITAS TERBUKA

ASMARA IRIANI TARIGAN

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Matematika Terapan

SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2009

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

Penguji Luar Komisi pada Ujian Tesis: Drs. Prapto Tri Supriyo, M.Kom.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

Judul Tesis : Model Optimasi Jadwal Ujian dan Implementasinya pada Universitas Terbuka

Nama : Asmara Iriani Tarigan

NIM : G551060331

Disetujui

Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Amril Aman, M.Sc.
Ketua

Dra. Farida Hanum, M.Si.
Anggota

Diketahui

Ketua Program Studi
Matematika Terapan

Dr. Ir. Endar H. Nugrahani, M.Sc.

Dekan Sekolah Pascasarjana

Prof. Dr. Ir. Khairil A. Notodiputro, MS.

Tanggal Ujian: 14 Agustus 2009

Tanggal Lulus: 24 AUG 2009

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karuniaNya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Januari 2008 ini adalah masalah penjadwalan ujian akhir semester.

Terimakasih penulis ucapkan kepada Bapak Dr. Ir. Amril Aman, M.Sc. dan Ibu Dra. Farida Hanum, M.Si. selaku pembimbung, serta Bapak Drs. Prapto Tri Supriyo, M.Kom. selaku penguji dalam sidang tesis penulis. Ungkapan terimakasih juga disampaikan kepada:

1. Semua dosen dan staf Departemen Matematika IPB atas segala ilmu dan bantuannya.
2. Pejabat dan staf lingkungan UT yang telah membantu selama pengumpulan data dan penulisan tesis.
3. Keluargaku, suami, dan anak-anakku (Bibay, Egy, dan Juan), atas doa, dukungan, dan kasih sayangnya.
4. Keluarga besarku, atas doa dan dukungannya.
5. Teman-teman di Pascasarjana IPB.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penulisan tesis ini.

Semoga tesis ini bermanfaat.

Bogor, Agustus 2009

Asmara Iriani Tarigan

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Biak pada tanggal 1 Januari 1966 dari ayah Pawin Tarigan dan ibu Erna Ginting. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara.

Tahun 1984 penulis lulus dari SMAN 1 Medan dan pada tahun yang sama lulus masuk Universitas Sumatera Utara, Jurusan Matematika, dan menyelesaikan pendidikan strata satu pada tahun 1989. Kesempatan untuk melanjutkan ke program Magister pada Program Studi Matematika Terapan IPB diperoleh pada tahun 2006 dengan beasiswa dari Universitas Terbuka.

Penulis adalah staf pengajar di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka sejak tahun 1997.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv

I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan 3
1.3 Manfaat 3

II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 *Review* Riset yang Relevan 4
2.2 Landasan Teori 6
2.2.1 *Linear Programming* 6
2.2.2 *Integer Programming* 7
2.2.3 *Linear Programming* Relaksasi 8
2.2.4 Metode *Branch and Bound* 8

III ALUR PENELITIAN 13
3.1 Pendeskripsian dan Formulasi Masalah 13
3.2 Pengembangan Model Optimasi 13
3.3 Menentukan Solusi Model 13
3.4 Implementasi Model 14

IV PEMODELAN 15
4.1 Deskripsi Masalah 15
4.2 Formulasi Masalah 18
4.3 Model 18

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

V PEMBAHASAN 21
5.1 Data 21
5.2 Verifikasi Model 23
5.3 Simulasi Model 24
5.4 Analisis Masalah Penjadwalan Ujian Akhir Semester Berdasarkan Hasil Simulasi Model 29
5.5 Jadwal Ujian Akhir Semester PS Matematika Tahun 2008 37

VI SIMPULAN DAN SARAN 38
6.1 Simpulan 38
6.2 Saran 38

DAFTAR PUSTAKA 39

LAMPIRAN 41

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1 Daftar mata kuliah yang ditawarkan 21
Tabel 2 Waktu pelaksanaan ujian 23
Tabel 3 MKDU 25
Tabel 4 Mata kuliah bersama 25
Tabel 5 Mata kuliah program studi yang tidak mempunyai mata kuliah prasyarat dan menjadi mata kuliah prasyarat bagi mata kuliah lain 27
Tabel 6 Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_1 27
Tabel 7 Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_2 27
Tabel 8 Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_3 28
Tabel 9 Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_4 28
Tabel 10 Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_5 29
Tabel 11 Hasil simulasi penjadwalan jam ujian terhadap semua mata kuliah yang ditawarkan 30
Tabel 12 Pasangan mata kuliah yang berelasi yang dapat dialokasikan pada jam yang sama 36
Tabel 13 Hasil simulasi model penjadwalan ujian terhadap semua batasan yang diberikan 36
Tabel 14 Jadwal ujian mata kuliah PS Matematika FMIPA-UT yang ditawarkan pada tahun 2008 37

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1 Daerah fisibel IP 10
Gambar 2 Ruang solusi LP_1 dan LP_2 dalam grafik 11
Gambar 3 Pencabangan variabel x_1 untuk membuat LP_1 dan LP_2 12
Gambar 4 Gambaran deskripsi umum masalah penjadwalan ujian akhir semester di PS-UT 17
Gambar 5 Hasil simulasi untuk grup mata kuliah IG_1 32
Gambar 6 Hasil simulasi untuk grup mata kuliah IG_2 32
Gambar 7 Hasil simulasi untuk grup mata kuliah IG_3 33
Gambar 8 Hasil simulasi untuk grup mata kuliah IG_4 33
Gambar 9 Hasil simulasi untuk grup mata kuliah IG_5 34
Gambar 10 Hasil simulasi untuk grup mata kuliah IG_6 34
Gambar 11 Hasil simulasi pasangan mata kuliah yang berelasi (i, k) 35

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 *Precedence relations* mata kuliah yang ditawarkan Program Studi Matematika FMIPA-UT 42
Lampiran 2 Program *LINGO 8.0* untuk menyelesaikan *linear programming* pada Contoh 2.1. 43
Lampiran 3 Program *LINGO 8.0* untuk menyelesaikan model penjadwalan ujian 45
Lampiran 4 Output program *LINGO 8.0* untuk menyelesaikan model penjadwalan ujian 47
Lampiran 5 Jadwal Ujian Akhir Semester Program Studi Matematika FMIPA-UT 62

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Universitas Terbuka (UT) merupakan perguruan tinggi negeri yang menerapkan sistem pendidikan terbuka dan jarak jauh di Indonesia. Ciri utama pendidikan jarak jauh adalah suatu sistem pendidikan di mana pengajar dan mahasiswa terpisah secara fisik atau geografis. Lewis dan Spencer dalam Belawati *et al.* 1999 mengatakan bahwa sistem pendidikan terbuka berfokus kepada siswa yang akan menghasilkan individu yang mandiri dan otonom (*independent and autonomous individual*). Untuk mencapai hal tersebut maka peserta didik diberikan kebebasan memilih dan mengelola proses belajarnya sendiri, sedangkan organisasi pendidikan terbuka berperan sebagai fasilitator dengan menyediakan beragam pilihan bahan ajar, media pembelajaran, layanan bantuan belajar, dan pilihan penilaian hasil belajar.

Untuk menjalankan perannya sebagai fasilitator dalam proses belajar mahasiswa, UT berusaha memberikan informasi lebih awal, lengkap dan akurat kepada mahasiswa yang tersebar di seluruh Indonesia. Informasi diberikan langsung dari kantor pusat UT di Pondok Cabe, Tangerang, Banten dan unit program belajar jarak jauh (UPBJJ) UT yang tersebar di 37 kota di seluruh Indonesia. Tujuan diberikan informasi lebih awal adalah agar mahasiswa dapat membuat rencana belajarnya dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Apabila ada informasi yang kurang jelas maka mahasiswa masih ada waktu untuk menghubungi kantor pusat atau UPBJJ terdekat dari tempat tinggal mahasiswa. Salah satu informasi yang diberikan lebih awal dari waktu pelaksanaan adalah jadwal ujian akhir semester (UAS). UAS adalah salah satu cara yang dilakukan UT untuk mengukur hasil belajar mahasiswa pada akhir program perkuliahan dalam satu semester. Sebelum sampai pada tahap UAS dilakukan tes formatif dan tugas mandiri (ujian tengah semester). Jadwal ujian akhir semester dapat diketahui melalui katalog UT atau dapat diperoleh mahasiswa pada saat melakukan registrasi mata kuliah setiap semester di UPBJJ.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

UT memiliki 4 fakultas yaitu FMIPA, FKIP, FEKON, dan FISIP. Masing-masing fakultas memiliki beberapa program studi (PS). PS berperan sebagai fasilitator dalam proses belajar mahasiswa sehingga salah satu tugas PS adalah bertanggung jawab untuk membuat jadwal ujian akhir semester sebelum masuk tahun akademik baru.

UT memiliki 2 program pendidikan, yaitu program reguler dan nonreguler. Program reguler adalah program pendidikan yang dapat diikuti oleh masyarakat umum, sedangkan program nonreguler merupakan program yang diselenggarakan secara khusus. Pada program reguler semua mata kuliah ditawarkan setiap semester, sedangkan pada program nonreguler mata kuliah ditawarkan dalam bentuk paket semester. Setiap mata kuliah dari semua mata kuliah yang ditawarkan sudah dilengkapi informasi jadwal ujian. Mahasiswa dapat memilih mata kuliah yang ingin diregistrasi pada suatu semester dan hanya memilih beberapa mata kuliah dalam satu semester. Mahasiswa hanya berhak mengikuti ujian satu mata kuliah saja pada satu jam ujian, sehingga dianjurkan untuk memilih mata kuliah yang diujikan pada waktu yang berbeda.

Secara umum penjadwalan ujian yang sudah dilakukan sampai saat ini adalah pengalokasian semua mata kuliah yang ditawarkan pada jam yang tersedia. Adapun informasi yang dapat diketahui mahasiswa dari suatu jadwal ujian sebelum dilakukan penelitian ini adalah mata kuliah-mata kuliah yang ditawarkan beserta jam ujian dari setiap mata kuliah, satu mata kuliah diujikan hanya pada satu jam ujian, dan mata kuliah-mata kuliah yang diujikan pada jam yang sama atau mata kuliah-mata kuliah yang diujikan pada jam yang berbeda.

Dalam penelitian ini, akan dikaji sistem penjadwalan ujian yang tidak hanya mengalokasikan semua mata kuliah yang ditawarkan pada jam yang tersedia tetapi juga melihat hubungan keterkaitan materi antarmata kuliah yang akan digambarkan dalan suatu *precedence relations* mata kuliah. Dengan demikian diharapkan jadwal ujian yang dihasilkan tidak hanya memberikan informasi seperti yang sudah berjalan selama ini tetapi juga memberikan informasi urutan mata kuliah yang dapat membantu pengguna jadwal untuk menentukan pilihan mata kuliah namun tetap memberikan kebebasan kepada mahasiswa untuk

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

menentukan pilihan mata kuliah pada saat melakukan registrasi dan dapat meregistrasi mata kuliah sebanyak-banyaknya dalam setiap semester.

Selain itu, jadwal ujian yang diperoleh juga diharapkan dapat memberikan kesempatan kepada mahasiswa yang mempunyai kemampuan yang baik secara akademik untuk dapat lulus secepat-secepatnya. Jumlah terbanyak mata kuliah yang diujikan pada satu jam ujian adalah menunjukkan lamanya waktu yang ditempuh mahasiswa untuk menyelesaikan semua mata kuliah yang menjadi beban studi dalam mengikuti suatu program pendidikan .

Masalah penjadwalan ujian akhir semester yang menjadi topik pembahasan dalam penelitian ini akan diformulasikan dalam suatu model matematik yang merepresentasikan penjadwalan ujian akhir semester sesuai dengan karakteristik UT. Model yang diperoleh akan diselesaikan secara matematis dengan bantuan *software LINGO 8.0*.

1.2 Tujuan

1. Membuat *precedence relations* mata kuliah yang menghasilkan himpunan bagian mata kuliah.
2. Membuat model masalah penjadwalan ujian untuk semua mata kuliah yang ditawarkan.
3. Membuat jadwal ujian yang akan memaksimalkan total pasangan mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat yang dialokasikan pada jam ujian yang sama.

1.3 Manfaat

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi program studi yang ada di UT dalam membuat jadwal ujian sebelum masuk tahun akademik baru.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Review* Riset yang Relevan

Daskalaki *et al.* (2004) menggunakan formulasi *integer programming* untuk masalah penjadwalan di universitas. Dalam model ditetapkan kendala-kendala dalam jumlah yang besar untuk keperluan aturan operasional dan syarat yang dibuat institusi akademik. Model diselesaikan dengan menggunakan *software* yang tersedia dengan penyelesaian *integer programming*. Variabel biner didefinisikan pada struktur elemen yang menjadi parameter. Parameter yang digunakan adalah mata kuliah, peserta, pengajar, hari, periode waktu, dan ruang kelas. Model memberikan penyelesaian yang optimal guna meminimalkan fungsi ongkos yang memerlukan dua syarat. Syarat yang pertama, fungsi objektif diarahkan pada ongkos penempatan mata kuliah pada suatu periode dalam suatu hari, dan syarat yang kedua diarahkan agar penempatan mata kuliah harus pada satu jam yang berurutan dalam suatu hari dan dalam satu minggu.

Dimopoulou & Miliotis (2001) membuat jadwal yang mengombinasikan jadwal kuliah dan jadwal ujian pada suatu universitas. Adapun kesulitan yang ditemukan dalam penjadwalan tersebut adalah kapasitas ruang kelas yang terbatas dan fleksibilitas mahasiswa dalam memilih mata kuliah. Solusi dari masalah jadwal kuliah digunakan untuk membangun suatu solusi awal dari jadwal ujian. Dimopoulou & Miliotis memformulasikan masalah dengan membagi dua konsep dasar pengelompokan yang berbeda yaitu:

- pengelompokan mata kuliah (grup mata kuliah) dan
- pengelompokan periode waktu (grup waktu).

Jika mata kuliah dalam grup mata kuliah dipilih oleh mahasiswa yang sama maka mata kuliah harus dijadwalkan pada periode waktu yang berbeda. Mata kuliah yang ditempatkan dalam satu grup waktu akan dijadwalkan pada periode waktu khusus.

Dimopoulou & Miliotis mengatakan bahwa dasar dari masalah penjadwalan ujian adalah pengalokasian ujian dalam jumlah waktu yang terbatas dengan waktu normal untuk setiap ujian adalah 3 jam agar:

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

1. tidak ada konflik, artinya tidak ada mahasiswa yang mengambil lebih dari satu ujian dalam satu waktu.
2. semua ujian ditempatkan pada suatu periode waktu.
3. kapasitas tempat duduk tidak lebih dalam setiap periode waktu.
4. hanya satu mata kuliah wajib untuk setiap departemen yang diujikan di dalam setiap hari ujian.
5. penjadwalan mata kuliah wajib yang ditawarkan universitas harus lebih merata pada suatu periode waktu.
6. mendapatkan periode ujian sesingkat mungkin.

Hinkin & Thompson (2002) me*review* kurikulum mata kuliah inti pada *School of Hotel Administration* di *Cornell University* dan mengungkapkan bahwa penjadwalan mata kuliah adalah suatu masalah utama pada universitas itu. Untuk memperbaiki sistem penjadwalan perkuliahan maka perlu dipikirkan metodologi dan mengembangkan program komputer untuk membuat proses penjadwalan secara otomatis. Yang membuat masalah lebih kompleks karena lama waktu perkuliahan pada setiap mata kuliah yang ditawarkan adalah berbeda-beda.

Untuk memberikan kebebasan dalam menjadwalkan mata kuliah dikembangkan suatu model *criteria-based* untuk menjadwalkan kelas. Di dalam membuat sistem ini, pertama harus ditetapkan kriteria prioritas. Adapun prioritas-prioritas tersebut adalah sebagai berikut: menghilangkan konflik di antara mata kuliah wajib, meminimalkan konflik di antara mata kuliah dalam menetapkan mata kuliah pilihan agar terkonsentrasi, memaksimalkan penggunaan ruang kelas dan menawarkan semua mata kuliah jika banyaknya ruang kelas memungkinkan, memberikan kesempatan kepada staf pengajar untuk mengajar pada hari yang disukai, dan memberikan kesempatan kepada staf pengajar untuk mengajar pada jam yang disukai.

Ng & Martin (2002) memodelkan penjadwalan kuliah dengan mengasumsikan bahwa keinginan pengajar dapat dipenuhi. Kajian ini dilakukan di Universitas Minnesota Morris (UMM). Secara umum, permasalahan yang dihadapi di UMM berupa pembuatan jadwal kuliah yang dapat memenuhi permintaan kebanyakan penggunanya, seperti: waktu perkuliahan sesuai dengan

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

waktu kesediaan pengajarnya, perkuliahan yang menggunakan komputer harus dilakukan di ruang yang mempunyai fasilitas komputer, beberapa mata kuliah perlu dijadwalkan lebih dari satu periode setiap minggu, untuk mata kuliah yang pesertanya melebihi kapasitas ruangan maka mata kuliah tersebut tidak bisa dialokasikan pada ruangan tersebut, setiap mata kuliah harus dialokasikan tepat pada satu ruangan pada setiap waktu, terdapat mata kuliah yang tidak dapat diselenggarakan pada periode waktu tertentu karena peserta kuliah diprioritaskan mengikuti kuliah mata kuliah lain, beberapa mata kuliah tidak dapat dijadwalkan berurutan, beberapa mata kuliah tingkat awal harus dijadwalkan pada waktu tertentu. Untuk memperoleh penyelesaiannya maka penjadwalan mata kuliah dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pertama semua mata kuliah dialokasikan ke suatu ruang pada waktu tertentu, dan tahap kedua menyesuaikan waktu perkuliahan dengan kesediaan pengajar. Permasalahan ini dimodelkan dalam *integer programming* dan diselesaikan dengan menggunakan metode *branch and bound*.

2.2 Landasan Teori

Untuk membuat model optimasi jadwal ujian akhir semester diperlukan beberapa teori seperti *linear programming* (LP), *integer linear programming* (ILP), dan metode *branch and bound* untuk menyelesaikan masalah *integer programming* (IP).

2.2.1 *Linear Programming*

Linear programming menggunakan model matematik untuk menggambarkan suatu masalah. Sifat *linear* berarti bahwa semua fungsi matematik di model ini berbentuk fungsi *linear*. Kata '*programming*' tidak menunjukkan pemrograman komputer, melainkan sinonim dari suatu perencanaan. LP melibatkan perencanaan dari suatu aktivitas untuk mendapat hasil yang optimal, yakni hasil yang mencapai tujuan terbaik yang sudah ditentukan (menurut model matematik) dari antara semua alternatif yang dapat diselesaikan (fisibel) (Hillier & Lieberman 1995).

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Bentuk standar untuk model umum LP dapat diformulasikan dengan menggunakan matriks seperti berikut:

Maksimumkan $Z = \mathbf{cx}$,

terhadap $\mathbf{Ax} \le \mathbf{b}$

dan $\mathbf{x} \ge \mathbf{0}$, (1)

dengan $\mathbf{c}$ adalah vektor baris

$$\mathbf{c} = [c_1, c_2, \ldots, c_n],$$

$\mathbf{x}, \mathbf{b},$ dan $\mathbf{0}$ adalah vektor kolom

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, \mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix}, \text{dan } \mathbf{0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix},$$

dan $\mathbf{A}$ adalah matriks

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Untuk mendapatkan bentuk yang diperbesar dari masalah, buat variabel *slack* yang berupa vektor kolom

$$\mathbf{x}_s = \begin{bmatrix} x_{n+1} \\ x_{n+2} \\ \vdots \\ x_{n+m} \end{bmatrix}$$

sehingga kendala-kendala menjadi

$$[\mathbf{A}, \mathbf{I}] \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{x}_s \end{bmatrix} = \mathbf{b} \text{ dan } \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{x}_s \end{bmatrix} \ge \mathbf{0}$$

dengan $\mathbf{I}$ adalah matriks identitas berukuran $m \times m$, dan vektor nol $\mathbf{0}$ mempunyai $n+m$ elemen (Hillier & Lieberman 1995).

2.2.2 *Integer Programming*

Model *integer programming* (IP) atau *integer linear programming* (ILP) adalah suatu model *linear programming* dengan satu atau lebih variabel keputusan

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

disyaratkan bilangan bulat (*integer*). Jika semua variabel harus berupa bilangan *integer*, maka masalah tersebut disebut *pure integer programming*. Jika hanya sebagian yang harus *integer* maka disebut *mixed integer programming* (Hillier & Lieberman 1995).

2.2.3 *Linear Programming* Relaksasi

Linear programming relaksasi (LP-Relaksasi) merupakan LP yang diperoleh dari suatu IP dengan menghilangkan kendala *integer* pada setiap variabel (Hillier & Lieberman 1995).

2.2.4 Metode *Branch and Bound*

Salah satu cara untuk menyelesaikan masalah *integer programming* adalah dengan metode *branch and bound*. Metode *branch and bound* banyak dipakai dalam program komputer untuk aplikasi masalah riset operasi. Prinsip dasar metode *branch and bound* adalah dengan memecah daerah fisibel dari masalah LP-relaksasi dengan membuat subproblem-subproblem yang mengarah ke solusi. Cara seperti ini disebut pencabangan (*branching*). Daerah fisibel suatu *linear programming* adalah daerah yang memuat titik-titik yang dapat memenuhi kendala linear masalah *linear programming* (Taha 2003).

Berikut adalah langkah-langkah dalam metode *branch and bound* untuk masalah maksimisasi (Taha 2003).

Langkah 0

Batas bawah awal nilai objektif dari ILP optimum ditentukan yaitu $z = -\infty$. Misalkan $i = 0$.

Langkah 1 (*Fathoming/bounding*)

LP_i sebagai subproblem dipilih untuk diselesaikan. Jika salah satu dari kondisi berikut dipenuhi, maka LP_i tidak lagi dilakukan pencabangan atau disebut *fathomed*. Adapun kondisi-kondisi tersebut adalah:

1. nilai z optimal dari LP_i tidak dapat menghasilkan nilai objektif yang lebih baik dari pada batas bawah yang diberikan,

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

2. LP_i menghasilkan solusi *integer* fisibel yang lebih baik dari pada batas bawah yang diberikan,
3. LP_i tidak mempunyai solusi yang fisibel

LP_i diselesaikan dan diperiksa.

a. Jika LP_i *fathomed* dan solusi yang diperoleh lebih baik dari pada batas bawah yang diberikan maka batas bawah z diperbaharui. Jika semua subproblem *fathomed*, proses dihentikan. ILP optimum digabungkan dengan batas bawah yang diberikan, jika ada. Jika tidak, dipilih $i+1$ dan ulangi langkah 1.
b. Jika LP_i *not fathomed*, proses dilanjutkan ke langkah 2 untuk melakukan pencabangan pada LP_i.

Langkah 2 (*Branching*)

Salah satu variabel x_j dipilih yang mempunyai nilai optimum x_j* dalam solusi LP_i tidak *integer*. Bidang

$$\lfloor x_j * \rfloor < x_j < \lfloor x_j * \rfloor + 1$$

dieliminasi dengan membuat dua subproblem LP yang berkaitan menjadi dua batasan yang tidak dapat dipenuhi secara bersamaan yaitu :

$$x_j \le \lfloor x_j * \rfloor \text{ dan } x_j \ge \lfloor x_j * \rfloor + 1.$$

$i+1$ dan lanjutkan ke langkah 1.

($\lfloor x_j * \rfloor$ didefinisikan sebagai bilangan bulat (*integer*) terbesar yang kurang dari atau sama dengan x_j*).

Untuk memudahkan pemahaman metode *branch and bound* diberikan contoh sebagai berikut:

Contoh 2.1: (Taha 2003)

Maksimumkan $z = 5x_1 + 4x_2$

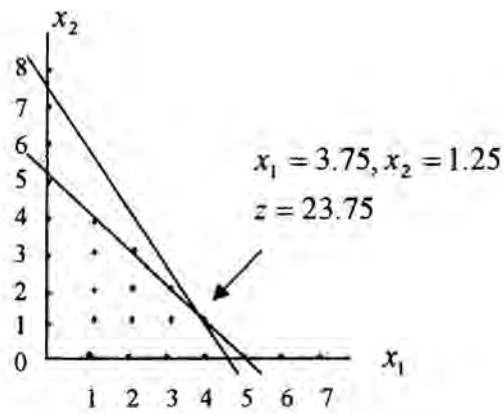
terhadap $x_1 + x_2 \le 5$

$10x_1 + 6x_2 \le 45$

$x_1, x_2 \ge 0$ dan *integer* (2)

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Ruang solusi dari ILP (2) diperlihatkan oleh titik-titik pada Gambar 1.



Gambar 1 Daerah fisibel *IP*.

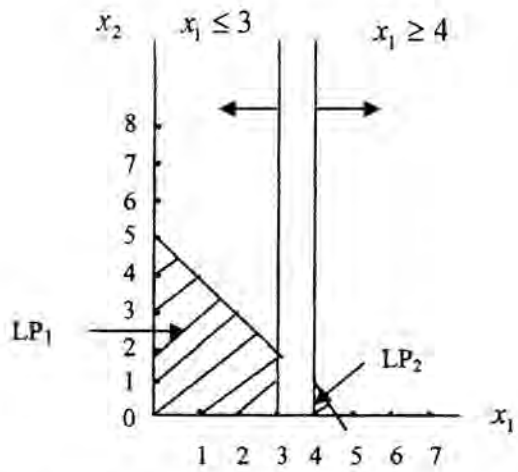
Gambar 1 menunjukkan bahwa solusi optimum dari LP-Relaksasi (LP_0) adalah $x_1 = 3.75, x_2 = 1.25$ dengan $z = 23.75$ (Lampiran 2 bagian a).

Solusi optimum tersebut tidak memenuhi persyaratan *integer*, maka subproblem yang baru harus dibuat. Variabel x_j pada solusi optimum LP-Relaksasi dipilih secara sembarang yaitu yang tidak memenuhi persyaratan *integer*, misalnya $x_1 = 3.75$. Bidang $(3 < x_1 < 4)$ bukan daerah fisibel bagi masalah ILP, oleh karena itu bidang tersebut dieliminasi dan didefinisikan LP_1 dan LP_2 dengan ruang solusi adalah sebagai berikut:

1. Ruang LP_1 = ruang LP_0 + $(x_1 \leq 3)$.
2. Ruang LP_2 = ruang LP_0 + $(x_1 \geq 4)$.

Gambar 2 dapat dilihat bahwa terdapat dua ruang solusi untuk LP_1 dan LP_2 yang ditunjukkan pada daerah yang diarsir.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka



Gambar 2 Ruang solusi LP_1 dan LP_2 dalam grafik

Gambar 2 dapat menunjukkan adanya batasan baru $x_1 \le 3$ dan $x_1 \ge 4$ yang tidak dapat dipenuhi secara bersamaan, maka LP_1 dan LP_2 harus diperiksa sebagai dua LP yang berbeda. ILP optimum akan berada di LP_1 atau LP_2. Masalah LP_1 dan LP_2 akan diselesaikan satu per satu.

Pertama, LP_1 dipilih untuk diselesaikan seperti berikut:

Maksimumkan $z = 5x_1 + 4x_2$

terhadap $x_1 + x_2 \le 5$

$10x_1 + 6x_2 \le 45$

$x_1 \le 3$

$x_1, x_2 \ge 0$. (3)

Jika LP (3) diselesaikan maka akan menghasilkan solusi optimum yaitu $x_1 = 3$, $x_2 = 2$ dan $z = 23$ (Lampiran 2 bagian b). Nilai $z = 23$ adalah batas bawah untuk nilai objektif optimum dari masalah ILP. Solusi LP_1 (x_1 dan x_2) memenuhi syarat *integer*. LP_1 *fathomed* sehingga tidak perlu dilakukan pencabangan.

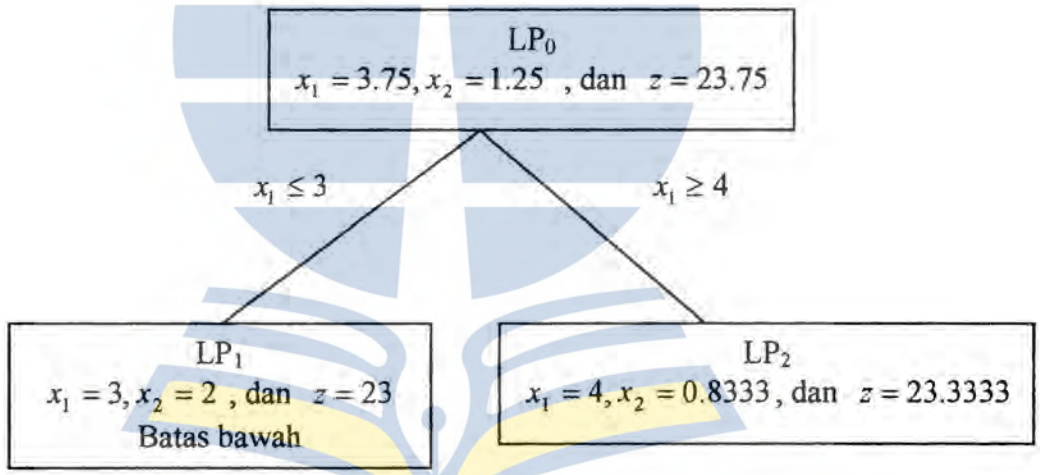
Hasil yang diperoleh dari LP (3) yaitu $x_1 = 3$, $x_2 = 2$ dan $z = 23$ tidak dapat dikatakan sebagai solusi optimum dari masalah ILP (2) karena kemungkinan diperoleh solusi yang lebih baik pada LP_2. Oleh karena itu selanjutnya akan

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

diselesaikan LP_2 dan diberikan bawah bawah ILP adalah $z = 23$. Seperti yang diketahui bahwa sudah diperoleh nilai optimum dari LP_0 adalah $z = 23.75$ (nilai z tidak mungkin lebih besar dari 23.75) dan semua koefisien dari fungsi objektif telah memenuhi syarat *integer* yaitu $x_1 = 3$ dan $x_2 = 2$, sehingga tidak mungkin LP_2 akan menghasilkan solusi *integer* yang lebih baik. Akibatnya dapat dikatakan bahwa LP_2 *fathomed* sehingga tidak perlu dilakukan pencabangan.

LP_1 dan LP_2 telah diperiksa dan keduanya *fathomed* (LP_1 menghasilkan solusi *integer* dan LP_2 tidak dapat menghasilkan solusi *integer* yang lebih baik). Jadi diperoleh kesimpulan bahwa solusi optimum ILP adalah $x_1 = 3$, $x_2 = 2$, dan $z = 23$.

Konsep pencabangan algoritme *branch and bound* pada masalah ILP dapat dilihat pada Gambar 3 dan penghitungan nilai-nilai variabel dilakukan dengan menggunakan *LINGO* 8.0.



Gambar 3 Pencabangan variabel x_1 untuk membuat LP_1 dan LP_2.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

BAB III
ALUR PENELITIAN

Penelitian ini dibagi menjadi empat tahap, yaitu (1) pendeskripsian dan formulasi masalah, (2) pengembangan model optimasi, (3) menentukan solusi model, dan (4) implementasi model.

3.1 Pendeskripsian dan Formulasi Masalah

Tahap pertama dalam pemodelan adalah penentuan tujuan penjadwalan ujian. Secara umum masalah penjadwalan ujian adalah memaksimalkan total pasangan mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat yang dialokasikan pada jam yang sama. Hubungan prasyarat mata kuliah diketahui dengan membuat *precedence relations* mata kuliah yang ditawarkan. Karena belum diketahui banyaknya pasangan mata kuliah yang berelasi dapat dialokasikan pada jam yang sama maka masalah ini merupakan variabel keputusan yang akan ditentukan nilainya.

Masalah penjadwalan ujian akan dibatasi oleh beberapa hal. Batasan tersebut terdiri atas beberapa batasan umum yang mencakup pengalokasian mata kuliah pada masalah ini.

3.2 Pengembangan Model Optimasi

Tahap ini adalah representasi formulasi masalah dalam bentuk model matematik. Model ini mendeskripsikan masalah menjadi suatu sistem persamaan atau pertidaksamaan dan ekspresi matematik lainnya. Masalah jadwal ujian dapat dimodelkan sebagai model linear *integer programming* (IP).

3.3 Menentukan Solusi Model

Model matematik yang sangat sederhana dapat diselesaikan dengan cara manual. Namun model matematik yang lebih kompleks membutuhkan bantuan komputer. Komputer dapat digunakan untuk melakukan pemrograman dan perhitungan secara cepat dan akurat. Untuk memperoleh solusi dari masalah penjadwalan ini digunakan *software LINGO* 8.0 dengan metode *branch and*

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

bound. Solusi yang diperoleh merupakan solusi yang memenuhi semua batasan dan memaksimumkan fungsi tujuan.

3.4 Implementasi Model

Implementasi model dilakukan dengan cara menyimulasikan model dengan menggunakan data mata kuliah yang ditawarkan di PS Matematika FMIPA-UT pada tahun 2008, dan data waktu pelaksanaan ujian akhir semester.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

BAB IV
PEMODELAN

4.1 Deskripsi Masalah

Dalam proses pembuatan jadwal ujian akhir semester perlu diketahui banyaknya mata kuliah yang ditawarkan dan waktu yang tersedia untuk mengalokasikan mata kuliah yang akan diujikan. UT mengelompokkan mata kuliah menjadi tiga kelompok yaitu mata kuliah dasar umum (MKDU), mata kuliah program studi, mata kuliah bersama. Kelompok MKDU dan kelompok mata kuliah bersama dikelola PS di luar PS yang akan membuat jadwal ujian. Kelompok mata kuliah program studi dikelola langsung oleh PS yang akan membuat jadwal. Pada kelompok mata kuliah program studi terdapat mata kuliah tugas akhir program (TAP), namun karena waktu pelaksanaan ujian TAP berbeda dengan mata kuliah lainnya maka tidak disertakan sebagai data dalam penelitian ini.

Mahasiswa UT tersebar di seluruh Indonesia, dan UAS diselenggarakan secara serentak pada hari yang sama. UAS dilaksanakan selama 2 hari, masing-masing hari tersedia 5 jam ujian (jam ke-1, jam ke-2, jam ke-3, jam ke-4, dan jam ke-5), dan masing-masing jam diberikan waktu yang sama yaitu 90 menit. Waktu pelaksanaan disesuaikan dengan wilayah masing-masing (Indonesia bagian Barat, Indonesia bagian Tengah, dan Indonesia bagian Timur).

Sistem pembuatan jadwal ujian yang sudah berjalan adalah dengan cara manual. Jam ujian kelompok mata kuliah MKDU dan kelompok mata kuliah bersama sudah ditetapkan oleh program studi yang mengelola kedua kelompok mata kuliah ini. Jam ujian kelompok mata kuliah program studi belum mempunyai sistem dasar pengalokasian. Jadwal ujian yang dihasilkan selama ini dapat memberikan informasi, seperti mata kuliah-mata kuliah yang ditawarkan beserta jam ujian dari setiap mata kuliah, satu mata kuliah diujikan hanya pada satu jam ujian saja, dan mata kuliah-mata kuliah yang diujikan pada jam yang sama atau mata kuliah-mata kuliah yang diujikan pada jam yang berbeda.

Pembuatan jadwal ujian dengan cara manual adalah kurang efektif dari segi waktu dan sistem, sehingga perlu dikembangkan suatu sistem dasar penjadwalan

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

ujian yang tidak hanya dapat menunjukkan hal-hal yang sudah disebutkan di atas tetapi juga memperhatikan hubungan keterkaitan materi di antara mata kuliah namun tetap memberikan kebebasan kepada mahasiswa untuk menentukan pilihan mata kuliah. Selain itu, jadwal ujian yang diperoleh juga diharapkan dapat memberikan kesempatan kepada mahasiswa yang mempunyai kemampuan yang baik secara akademik untuk dapat lulus secepat-secepatnya.

Dalam upaya membantu PS untuk menyelesaikan masalah penjadwalan ujian maka dibuat alternatif penyelesaian masalah tersebut khususnya yang berkaitan dengan penjadwalan ujian kelompok mata kuliah program studi. Pengalokasian mata kuliah program studi dalam suatu jadwal ujian tidak hanya mengalokasikan mata kuliah pada jam yang tersedia tetapi juga melihat keterkaitan materi (relasi) antarmata kuliah yang digambarkan dalam suatu *precedence relations* mata kuliah (Lampiran 1).

Dari *precedence relations* mata kuliah dapat dilihat rangkaian-rangkaian mata kuliah yang kemudian membentuk grup-grup mata kuliah. Setiap grup mata kuliah mempunyai anggota yang secara akademik didefinisikan sama, yaitu:

1. grup mata kuliah yang materinya berdiri sendiri yaitu grup mata kuliah yang tidak mempunyai mata kuliah prasyarat dan juga tidak menjadi mata kuliah prasyarat bagi mata kuliah lain,
2. grup mata kuliah yang tidak mempunyai mata kuliah prasyarat tetapi menjadi mata kuliah prasyarat bagi mata kuliah lain,
3. grup mata kuliah yang mempunyai mata kuliah prasyarat dan menjadi mata kuliah prasyarat bagi mata kuliah lain,
4. grup mata kuliah yang mempunyai mata kuliah prasyarat tetapi tidak menjadi mata kuliah prasyarat bagi mata kuliah lain.

Rangkaian mata kuliah terbentuk oleh karena adanya hubungan prasyarat mata kuliah tersebut dapat terdiri atas beberapa mata kuliah, misalnya rangkaian mata kuliah yang terdiri atas dua atau lebih dari dua mata kuliah sehingga membentuk suatu rangkaian mata kuliah yang panjang. *Precedence relations* mata kuliah juga menunjukkan adanya suatu himpunan pasangan mata kuliah yang berelasi. Anggota dari himpunan ini adalah pasangan-pasangan mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat langsung. Informasi hubungan prasyarat

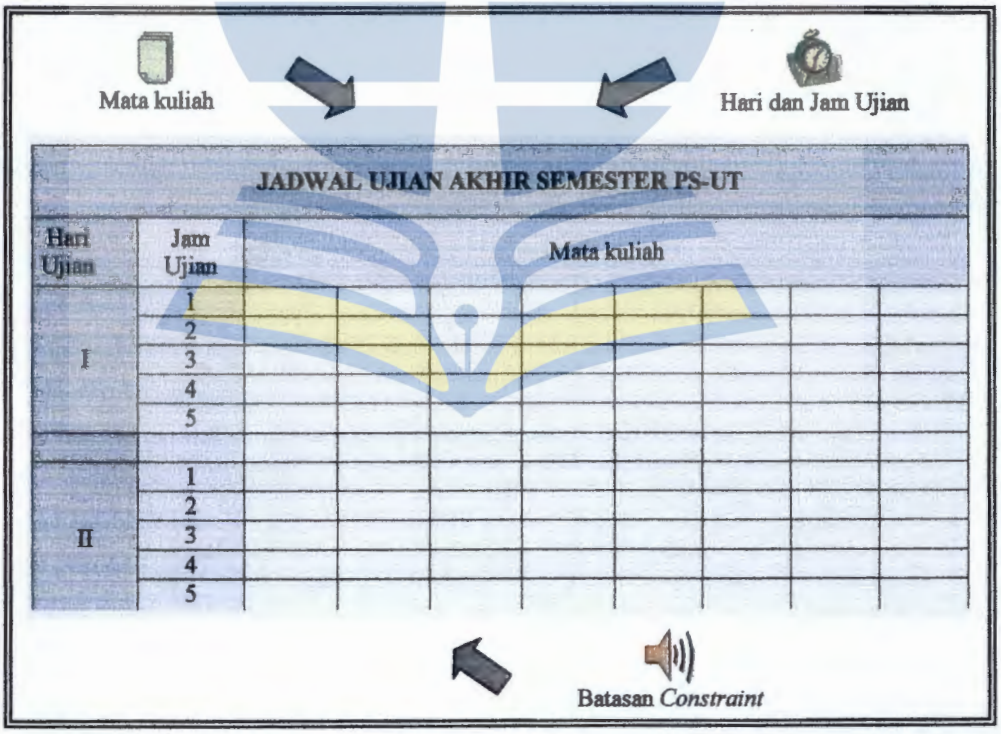
Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

mata kuliah penting bagi pengguna jadwal dalam menentukan pilihan mata kuliah yang akan diregistrasi.

Penjadwalan ujian yang memperhatikan grup mata kuliah dan keterkaitan materi antarmata kuliah akan memberikan manfaat lebih bagi pengguna jadwal dalam menentukan mata kuliah yang akan dipilih saat melakukan registrasi mata kuliah pada setiap semester.

Setelah mengetahui gambaran masalah penjadwalan ujian untuk semua mata kuliah yang ditawarkan, maka jadwal ujian yang akan dihasilkan akan mengalokasikan semua mata kuliah yang ditawarkan pada jam yang tersedia, setiap mata kuliah diujikan hanya pada satu jam ujian, mata kuliah-mata kuliah yang berada dalam satu grup yang sama akan dijadwalkan pada jam yang berbeda agar dapat diregistrasi pada masa (semester) yang sama, pasangan mata kuliah yang berelasi dapat dijadwalkan pada jam yang sama.

Adapun gambaran dari deskripsi masalah penjadwalan ujian akhir semester di atas dapat digambarkan secara umum seperti berikut:



Gambar 4 Gambaran deskripsi umum masalah penjadwalan ujian akhir semester di PS-UT.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

402155.pdf

4.2 Formulasi Masalah

Tujuan utama penjadwalan ujian adalah memaksimalkan total pasangan mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat yang dialokasikan pada jam ujian yang sama.

Untuk menyederhanakan masalah dan mempermudah pemodelan maka diberikan asumsi-asumsi berikut :

1. Semua mata kuliah yang ditawarkan dapat diidentifikasi keterkaitan materinya yang digambarkan dalam suatu *precedence relations* mata kuliah.
2. Pendefinisian grup mata kuliah hanya untuk mata kuliah PS dan dilihat dari *precedence relations* mata kuliah, dan yang dipilih adalah rangkaian mata kuliah dengan *path* terpanjang .
3. Pasangan mata kuliah yang berelasi diperoleh dengan melihat hubungan prasyarat langsung di antara dua mata kuliah.
4. Waktu ujian kelompok MKDU dan mata kuliah bersama sudah ditetapkan sehingga tinggal mengalokasikan pada jadwal ujian.
5. Tidak ada perubahan terhadap mata kuliah yang ditawarkan dan banyaknya mata kuliah yang ditawarkan adalah tetap.
6. Mata kuliah yang diregistrasi selalu lulus pada semester di mana mata kuliah tersebut diregistrasi (tidak ada mahasiswa pengulang).
7. Mata kuliah diregistrasi sesuai dengan urutan materi dalam suatu rangkaian mata kuliah.
8. Banyaknya mata kuliah yang diregistrasi dalam satu semester paling banyak 10 mata kuliah dan tidak ditentukan oleh SKS mata kuliah.

4.3 Model

Secara matematis, penjadwalan ujian di suatu PS-UT akan diformulasikan dalam suatu IP.

Misalkan didefinisikan:

I : himpunan mata kuliah yang ditawarkan.

J : himpunan jam ujian yang tersedia.

IM : himpunan kelompok mata kuliah MKDU.

IP : himpunan kelompok mata kuliah program studi.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

IB : himpunan kelompok mata kuliah bersama.

IG : himpunan grup mata kuliah program studi yang secara akademik didefinisikan sama (dapat dilihat pada *precedence relations* mata kuliah).

IR : himpunan pasangan mata kuliah yang berelasi (pasangan mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat langsung).

Variabel keputusan untuk mengalokasikan mata kuliah pada satu jam ujian adalah:

$$x_{i,j} = \begin{cases} 1, \text{jika mata kuliah } i \text{ dijadwalkan pada jam ke-}j \\ 0, \text{lainnya.} \end{cases}$$

Variabel keputusan yang menunjukkan pasangan mata kuliah yang berelasi dialokasikan pada jam yang sama adalah:

$$y_{(i,k),j} = \begin{cases} 1, \text{jika mata kuliah } i \text{ dan } k \text{ dijadwalkan pada jam ke-}j \ (x_{i,j} = 1 \text{ dan } x_{k,j} = 1) \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

dengan $i \neq k$, dan $(i,k) \in IR = IP \times IP$.

Fungsi objektif penjadwalan ujian adalah:

maksimalkan $z = \sum_{(i,k),j} y_{(i,k),j}$.

Batasan-batasan yang dipergunakan untuk membuat jadwal ujian adalah:

1. Setiap mata kuliah yang ditawarkan harus terjadwalkan tepat pada satu jam ujian.

   $$\sum_{j} x_{i,j} = 1, \forall i .$$

2. MKDU dan mata kuliah bersama dialokasikan pada jam yang sudah ditentukan.

   $x_{i,j} = 1$, $\forall i$ dengan $i \in IM$ dan $i \in IB$, dan $j \in J$.

3. Mata kuliah program studi dalam satu grup yang sama (grup yang menjadi mata kuliah prasyarat atau grup yang mempunyai mata kuliah prasyarat) akan dialokasikan pada jam yang berbeda.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

402650.pdf

$$\sum_i x_{i,j} \le 1, \ \forall\, j \text{ dengan } i \in IG.$$

4. Setiap pasangan matakuliah yang berelasi dialokasikan pada jam yang sama.

$$y_{(i,k),j} - x_{i,j} \le 0,$$

$$y_{(i,k),j} - x_{k,j} \le 0, \text{ dan}$$

$$x_{i,j} + x_{k,j} - y_{(i,k),j} \le 1, \ \forall (i,k), j \text{ dengan } i \ne k, \text{ dan } (i,k) \in IR = IP \times IP.$$

5. Variabel keputusan $x_{i,j}$ dan $y_{(i,k),j}$ adalah variabel biner.

$$x_{i,j} \in \{0,1\}, \ \forall i, j,$$

$$y_{(i,k),j} \in \{0,1\}, \ \forall (i,k), j.$$

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

BAB V
PEMBAHASAN

5.1 Data

Model yang telah diperoleh akan diimplementasikan dengan menggunakan data mata kuliah yang ditawarkan pada tahun ajar 2008 di PS Matematika FMIPA-UT, dan data waktu pelaksanaan ujian akhir semester.

Tabel 1 adalah data mata kuliah yang ditawarkan yaitu sebanyak 45 mata kuliah $(i = 1,2,..,45)$. Mata kuliah-mata kuliah tersebut jika dikelompokkan, maka kelompok MKDU terdiri atas 6 mata kuliah $(i = 1,2,..,6)$, kelompok mata kuliah program studi berisi 25 mata kuliah $(i = 7,8,..,31)$, dan kelompok mata kuliah bersama mempunyai 14 mata kuliah $(i = 32,33,..,45)$.

Tabel 1 Daftar mata kuliah yang ditawarkan

Indeks	Kode/Mata kuliah	Kelompok mata kuliah
1	MKDU4101Ilmu Budaya Dasar	MKDU
2	MKDU4104Pendidikan Pancasila	MKDU
3	MKDU4105Pendidikan Kewarganegaraan	MKDU
4	MKDU4106Bahasa Indonesia	MKDU
5	MKDU4107Bahasa Inggris I	MKDU
6	MKDU4201Pendidikan Agama Islam MKDU4202Pendidikan Agama Kristen MKDU4203Pendidikan Agama Katolik MKDU4204Pendidikan Agama Hindu MKDU4205Pendidikan Agama Buddha	MKDU
7	MATA4110Kalkulus I	PS
8	MATA4111Kalkulus II	PS
9	MATA4210Kalkulus III	PS
10	MATA4112Aljabar Linear Elementer I	PS
11	MATA4113Aljabar Linear Elementer II	PS
12	KIMD4110Kimia Dasar I	PS
13	MATA4213Metode Numerik	PS

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Indeks	Kode/Mata kuliah	Kelompok mata kuliah
14	MATA4332Analisis Numerik	PS
15	MATA4220Analisis I	PS
16	MATA4320Analisis II	PS
17	MATA4221Geometri	PS
18	MATA4232Himpunan Kabur	PS
19	FISD4211Fisika Dasar I	PS
20	FISD4212Fisika Dasar II	PS
21	MATA4321Aljabar I	PS
22	MATA4436Aljabar II	PS
23	MATA4322Fungsi Kompleks	PS
24	MATA4323Persamaan Diferensial Biasa	PS
25	MATA4324Pemodelan Matematis	PS
26	MATA4343Riset Operasional I	PS
27	MATA4344Riset Operasional II	PS
28	MATA4350Matematika Finansial	PS
29	MATA4431Metode Matematis I	PS
30	MATA4432Metode Matematis II	PS
31	MATA4443Analisis Jaringan	PS
32	SKOM4101Pengantar Ilmu Komunikasi	Bersama
33	BIOL4110Biologi Umum	Bersama
34	ISIP4111Asas-asas Manajemen	Bersama
35	SATS4111Komputer I	Bersama
36	LING1111Pengetahuan Dasar Ilmu Lingkungan	Bersama
37	ISIP4112Pengantar Ilmu Ekonomi	Bersama
38	SATS4121Metode Statistik I	Bersama
39	PEMA4205Program Linear	Bersama
40	SATS4221Pengantar Probabilitas	Bersama
41	SATS4311Asuransi I	Bersama
42	SATS4323Metode Peramalan	Bersama
43	SATS4410Pengantar Statistika Matematis I	Bersama

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Indeks	Kode/Mata kuliah	Kelompok mata kuliah
44	SATS4420Pengantar Statistika Matematis II	Bersama
45	SATS4510Metodologi Penelitian	Bersama

Seperti yang sudah dijelaskan pada deskripsi masalah maka *precedence relations* dari seluruh mata kuliah yang ditawarkan dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 2 diberikan data waktu pelaksanaan ujian yang tersedia. Pelaksanaan ujian dilakukan selama 2 hari dan di setiap hari tersedia 5 jam yang dinyatakan dengan jam ke-1, jam ke-2, jam ke-3, jam ke-4, dan jam ke-5. Waktu ujian untuk wilayah Indonesia bagian Barat dalam satu hari ujian adalah: jam ke-1: pukul 07.00-08.30, jam ke-2: pukul 08.45-10.15, jam ke-3: pukul 10.30-12.00, jam ke-4: pukul 12.45-14.15, dan jam ke-5: pukul 14.30-16.00. Waktu ujian untuk wilayah Indonesia bagian Tengah dan Indonesia bagian Timur menyesuaikan karena ujian dilakukan secara serentak di seluruh Indonesia. Dalam model penjadwalan ini, waktu ujian dibagi menjadi 10 jam $(j = 1,2,..,10)$ seperti berikut:

Tabel 2 Waktu pelaksanaan ujian

Hari	Jam	Indeks
I	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	5	5
II	1	6
	2	7
	3	8
	4	9
	5	10

5.2 Verifikasi Model

Verifikasi model merupakan cara untuk memastikan model yang diperoleh sudah valid dan sesuai dengan masalah. Data yang digunakan dalam verifikasi adalah data yang sudah ditentukan sebelumnya. Hasil yang diharapkan dalam verifikasi ini adalah model dapat mengalokasikan semua mata kuliah yang

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

ditawarkan pada jadwal, menunjukkan mata kuliah-mata kuliah yang sudah diketahui jam ujiannya dialokasikan sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan, mengalokasikan mata kuliah-mata kuliah dalam satu grup yang sama pada jam yang berbeda, menunjukkan mata kuliah-mata kuliah yang mempunyai hubungan keterkaitan materi dalam suatu pasangan mata kuliah prasyarat yang dialokasikan pada jam yang sama.

Pada verifikasi model akan diperoleh nilai fungsi objektif yang menunjukkan total pasangan mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat yang dapat dialokasikan pada jam yang sama.

5.3 Simulasi Model

Verifikasi model dilakukan dengan menyelesaikan model dengan menggunakan *LINGO* 8.0. *Software* ini menggunakan metode *branch and bound* untuk menyelesaikan masalah penjadwalan ujian untuk mata kuliah di PS Matematika FMIPA-UT. Penulisan program dan solusinya dapat dilihat pada Lampiran 3 & 4.

Terlebih dahulu dilakukan identifikasi terhadap mata kuliah-mata kuliah yang menjadi anggota dari masing-masing batasan yang diberikan.

Fungsi objektif penjadwalan ujian adalah:

maksimumkan $z = \sum_{(i,k),j} y_{(i,k),j}$.

Batasan-batasan yang dipergunakan adalah:

1. Setiap mata kuliah yang ditawarkan harus terjadwalkan tepat pada satu jam ujian (Tabel 1). Kendala ini untuk menyatakan bahwa satu mata kuliah pasti dialokasikan dalam satu jam.

   $$\sum_{j} x_{i,j} = 1, \forall i .$$

2. MKDU dan mata kuliah bersama dialokasikan pada jam yang sudah ditentukan.

   MKDU:

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

$x_{i,j} = 1,\ \forall i$ dengan $i = 1, 2, ..., 6$, dan $j \in J$.

Tabel 3 MKDU

No.	Indeks	Mata kuliah	Jam ke-
1.	1	MKDU4101Ilmu Budaya Dasar	4
2.	2	MKDU4104Pendidikan Pancasila	3
3.	3	MKDU4105Pendidikan Kewarganegaraan	9
4.	4	MKDU4106Bahasa Indonesia	8
5.	5	MKDU4107Bahasa Inggris I	7
6.	6	MKDU4201Pendidikan Agama Islam MKDU4202Pendidikan Agama Kristen MKDU4203Pendidikan Agama Katolik MKDU4204Pendidikan Agama Hindu MKDU4205Pendidikan Agama Buddha	5

Mata kuliah bersama:

$x_{i,j} = 1,\ \forall i$ dengan $i = 32, 33, ..., 45$, dan $j \in J$.

Tabel 4 Mata kuliah bersama

No.	Indeks	Mata kuliah	Jam ke-
1.	32	SKOM4101Pengantar Ilmu Komunikasi	2
2.	33	BIOL4110Biologi Umum	6
3.	34	ISIP4111Asas-asas Manajemen	5
4.	35	SATS4111Komputer I	1
5.	36	LING1111Pengetahuan Dasar Ilmu Lingkungan	8
6.	37	ISIP4112Pengantar Ilmu Ekonomi	6
7.	38	SATS4121Metode Statistik I	10
8.	39	PEMA4205Program Linear	8
9.	40	SATS4221Pengantar Probabilitas	7
10.	41	SATS4311Asuransi I	5
11.	42	SATS4323Metode Peramalan	7
12.	43	SATS4410Pengantar Statistika Matematis I	8
13.	44	SATS4420Pengantar Statistika Matematis II	7

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

No.	Indeks	Mata kuliah	Jam ke-
14.	45	SATS4510Metodologi Penelitian	4

Setiap grup mata kuliah pada himpunan grup mata kuliah terdiri atas mata kuliah yang secara akademik didefinisikan sama, yaitu:

(0) IG_0 adalah grup mata kuliah yang tidak mempunyai mata kuliah prasyarat dan tidak menjadi mata kuliah prasyarat bagi mata kuliah lain, $i = 12,17$.

(1) IG_1 adalah grup mata kuliah yang tidak mempunyai mata kuliah prasyarat dan menjadi mata kuliah prasyarat bagi mata kuliah lain, $i = 7,10,19$.

(2) IG_2 adalah grup mata kuliah yang mempunyai mata kuliah prasyarat IG_1, $i = 8,11,15,18,20,31$.

(3) IG_3 adalah grup mata kuliah yang mempunyai mata kuliah prasyarat IG_2, $i = 9,13,16,21,26,28$.

(4) IG_4 adalah grup mata kuliah yang mempunyai mata kuliah prasyarat IG_3, $i = 14,22,23,24,25$.

(5) IG_5 adalah grup mata kuliah yang mempunyai mata kuliah prasyarat IG_4, $i = 27,29$.

(6) IG_6 adalah grup mata kuliah yang mempunyai mata kuliah prasyarat IG_5, $i = 30$.

Kendala No. 3 s/d No. 8 menunjukkan kendala-kendala untuk grup mata kuliah dari kelompok mata kuliah program studi. Grup IG_0 dialokasikan pada waktu yang tersedia karena mata kuliah pada grup ini tidak mempunyai hubungan secara materi dengan mata kuliah yang lain.

3. Mata kuliah program studi yang tidak mempunyai mata kuliah prasyarat dan menjadi mata kuliah prasyarat bagi mata kuliah lain, $i \in IG_1$, akan dialokasikan pada jam yang berbeda.

$$\sum_i x_{i,j} \le 1, \forall j, \text{ dan } i \in IG_1.$$

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Tabel 5 Mata kuliah program studi yang tidak mempunyai mata kuliah prasyarat dan menjadi mata kuliah prasyarat bagi mata kuliah lain

No.	Indeks	Mata kuliah
1.	7	MATA4110Kalkulus I
2.	10	MATA4112Aljabar Linear Elementer I
3.	19	FISD4211Fisika Dasar I

4. Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_1 yaitu, $i \in IG_2$, akan dialokasikan pada jam yang berbeda.

$$\sum_i x_{i,j} \le 1, \forall j, \text{ dan } i \in IG_2.$$

Tabel 6 Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_1

No.	Indeks	Mata kuliah
1.	8	MATA4111Kalkulus II
2.	11	MATA4113Aljabar Linear Elementer II
3.	15	MATA4220Analisis I
4.	18	MATA4232Himpunan Kabur
5.	20	FISD4212Fisika Dasar II
6.	31	MATA4443Analisis Jaringan

5. Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_2 yaitu, $i \in IG_3$, akan dialokasikan pada jam yang berbeda.

$$\sum_i x_{i,j} \le 1, \forall j, \text{ dan } i \in IG_3.$$

Tabel 7 Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_2

No.	Indeks	Mata kuliah
1.	9	MATA4210Kalkulus III
2.	13	MATA4213Metode Numerik
3.	16	MATA4320Analisis II

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

No.	Indeks	Mata kuliah
4.	21	MATA4321Aljabar I
5.	26	MATA4343Riset Operasional I
6.	28	MATA4350Matematika Finansial

6. Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_3 yaitu, $i \in IG_4$, akan dialokasikan pada jam yang berbeda.

$$\sum_i x_{i,j} \leq 1, \forall j, \text{ dan } i \in IG_4.$$

Tabel 8 Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_3

No.	Indeks	Mata kuliah
1.	14	MATA4332Analisis Numerik
2.	22	MATA4436Aljabar II
3.	23	MATA4322Fungsi Kompleks
4.	24	MATA4323Persamaan Diferensial Biasa
5.	25	MATA4324Pemodelan Matematis

7. Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_4 yaitu, $i \in IG_5$, akan dialokasikan pada jam yang berbeda.

$$\sum_i x_{i,j} \leq 1, \forall j, \text{ dan } i \in IG_5.$$

Tabel 9 Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_4

No.	Indeks	Mata kuliah
1.	27	MATA4344Riset Operasional II
2.	29	MATA4431Metode Matematis I

8. Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_5 yaitu, $i \in IG_6$, akan dialokasikan pada jam yang berbeda.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

$$\sum_i x_{i,j} \le 1, \forall j, \text{dan } i \in IG_6.$$

Tabel 10 Mata kuliah program studi yang mempunyai mata kuliah prasyarat pada IG_5

No.	Indeks	Mata kuliah
1.	30	MATA4432Metode Matematis II

9. Setiap pasangan mata kuliah yang berelasi dialokasikan pada jam yang sama. Kendala ini untuk memastikan mata kuliah yang dapat dialokasikan pada jam yang sama dan menunjukkan hubungan antara variabel keputusan x dan variabel keputusan y.

$y_{(i,k),j} - x_{i,j} \le 0,$

$y_{(i,k),j} - x_{k,j} \le 0,$ dan

$x_{i,j} + x_{k,j} - y_{(i,k),j} \le 1, \forall (i,k), j$ dengan $i \ne k$ dan $(i,k) \in IR = IP \times IP.$

Ada 34 pasang mata kuliah yang berelasi, yaitu:

(7,8), (7,15), (7,18), (7,31), (8,9), (8,13), (8,21), (8,26), (8,28), (8,40), (8,41), (8,42), (8,43), (9,23), (9,24), (9,38), (10,11), (10,18), (11,13), (11,21), (11,24), (11,25), (11,26), (13,14), (15,16), (16, 25), (19,20), (21,22), (24,29), (25,27), (29,30), (31,26), (39,26), (43,44).

10. Variabel keputusan $x_{i,j}$ dan $y_{(i,k),j}$ adalah variabel biner.

$x_{i,j} \in \{0,1\}, \forall i, j,$

$y_{(i,k),j} \in \{0,1\}, \forall (i,k), j.$

5.4 Analisis Masalah Penjadwalan Ujian Akhir Semester Berdasarkan Hasil Simulasi Model

Hasil simulasi berdasarkan batasan-batasan yang diberikan sebagai berikut:

Tabel 11 menunjukkan bahwa semua mata kuliah yang ditawarkan dialokasikan tepat pada satu jam ujian.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40230.pdf

Tabel 11 Hasil simulasi penjadwalan jam ujian terhadap semua mata kuliah yang ditawarkan

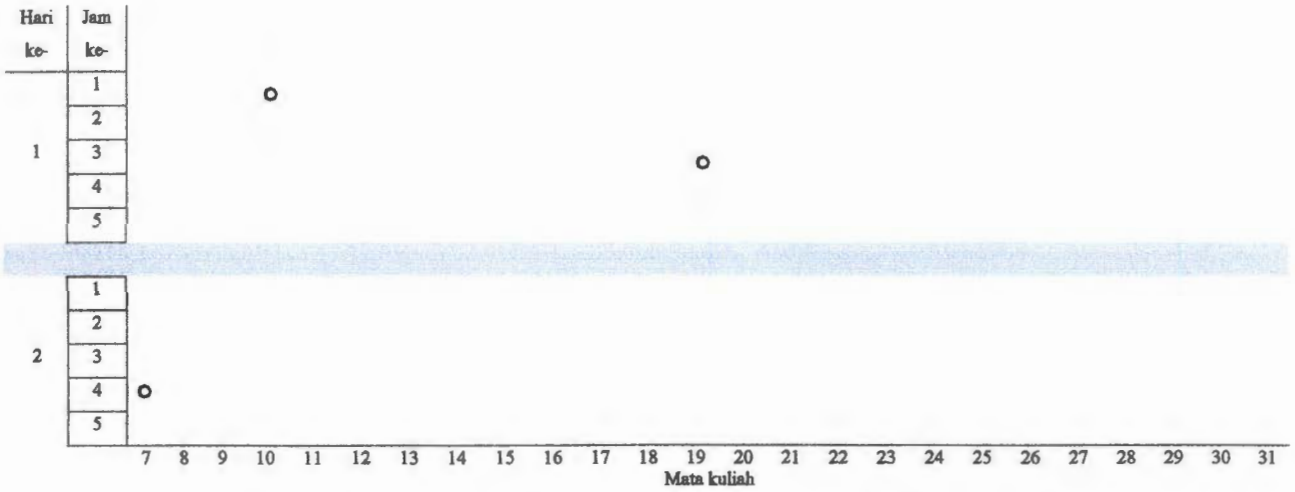
Indeks	Kode/Mata kuliah	Dialokasikan pada Hari/Jam
1	MKDU4101Ilmu Budaya Dasar	I/4
2	MKDU4104Pendidikan Pancasila	I/3
3	MKDU4105Pendidikan Kewarganegaraan	II/4
4	MKDU4106Bahasa Indonesia	II/3
5	MKDU4107Bahasa Inggris I	II/2
6	MKDU4201Pendidikan Agama Islam MKDU4202Pendidikan Agama Kristen MKDU4203Pendidikan Agama Katolik MKDU4204Pendidikan Agama Hindu MKDU4205Pendidikan Agama Buddha	I/5
7	MATA4110Kalkulus I	II/5
8	MATA4111Kalkulus II	II/2
9	MATA4210Kalkulus III	II/5
10	MATA4112Aljabar Linear Elementer I	I/2
11	MATA4113Aljabar Linear Elementer II	I/2
12	KIMD4110Kimia Dasar I	I/2
13	MATA4213Metode Numerik	I/3
14	MATA4332Analisis Numerik	I/3
15	MATA4220Analisis I	I/1
16	MATA4320Analisis II	I/1
17	MATA4221Geometri	I/2
18	MATA4232Himpunan Kabur	II/5
19	FISD4211Fisika Dasar I	I/3
20	FISD4212Fisika Dasar II	I/3
21	MATA4321Aljabar I	I/2
22	MATA4436Aljabar II	I/2
23	MATA4322Fungsi Kompleks	II/3
24	MATA4323Persamaan Diferensial Biasa	II/5
25	MATA4324Pemodelan Matematis	I/1
26	MATA4343Riset Operasional I	II/3

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Indeks	Kode/Mata kuliah	Dialokasikan pada Hari/Jam
27	MATA4344Riset Operasional II	I/1
28	MATA4350Matematika Finansial	II/2
29	MATA4431Metode Matematis I	II/5
30	MATA4432Metode Matematis II	II/5
31	MATA4443Analisis Jaringan	II/3
32	SKOM4101Pengantar Ilmu Komunikasi	I/2
33	BIOL4110Biologi Umum	II/1
34	ISIP4111Asas-asas Manajemen	I/5
35	SATS4111Komputer I	I/1
36	LING1111Pengetahuan Dasar Ilmu Lingkungan	II/3
37	ISIP4112Pengantar Ilmu Ekonomi	II/1
38	SATS4121Metode Statistik I	II/5
39	PEMA4205Program Linear	II/3
40	SATS4221Pengantar Probabilitas	II/2
41	SATS4311Asuransi I	I/5
42	SATS4323Metode Peramalan	II/2
43	SATS4410Pengantar Statistika Matematis I	II/3
44	SATS4420Pengantar Statistika Matematis II	II/2
45	SATS4510Metodologi Penelitian	I/4

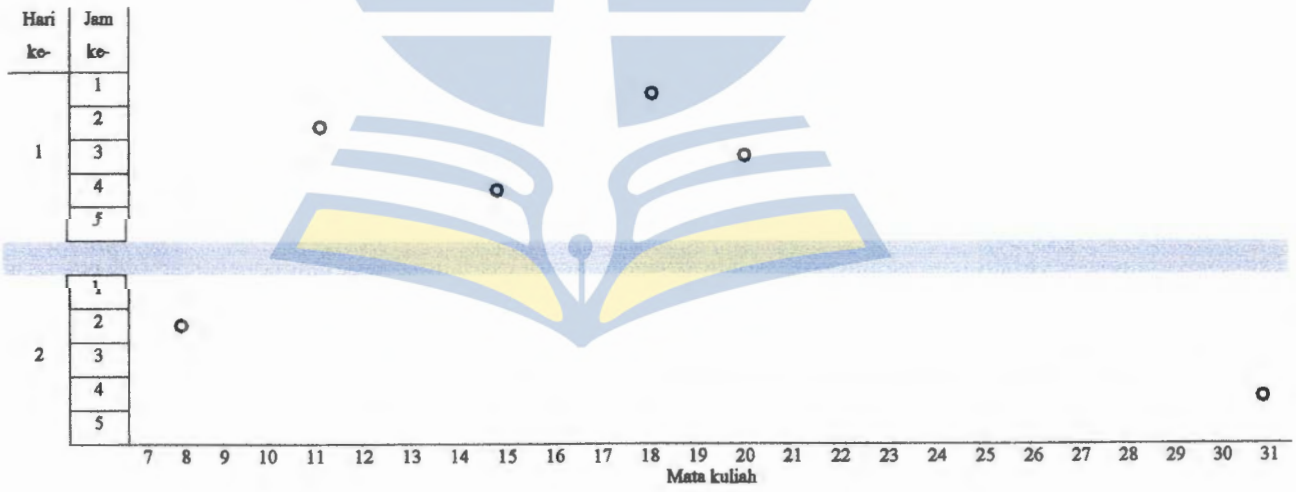
Gambar 5 menunjukkan bahwa semua anggota dari grup IG_1 dialokasikan pada jam yang berbeda. Mata kuliah dengan indeks 7 pada hari ke-2 jam ke-4, indeks 10 pada hari ke-1 jam ke-1, dan indeks 19 pada hari ke-1 jam ke-3.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka



Gambar 5 Hasil simulasi untuk grup mata kuliah IG_1, $(i = 7,10,19)$.

Gambar 6 menunjukkan bahwa semua anggota dari grup IG_2 dialokasikan pada jam yang berbeda. Mata kuliah dengan indeks 8 pada hari ke-2 jam ke-2, indeks 11 pada hari ke-1 jam ke-2, indeks 15 pada hari ke-1 jam ke-4, indeks 18 pada hari ke-1 jam ke-1, indeks 20 pada hari ke-1 jam ke-3, dan indeks 31 pada hari ke-2 jam ke-4.

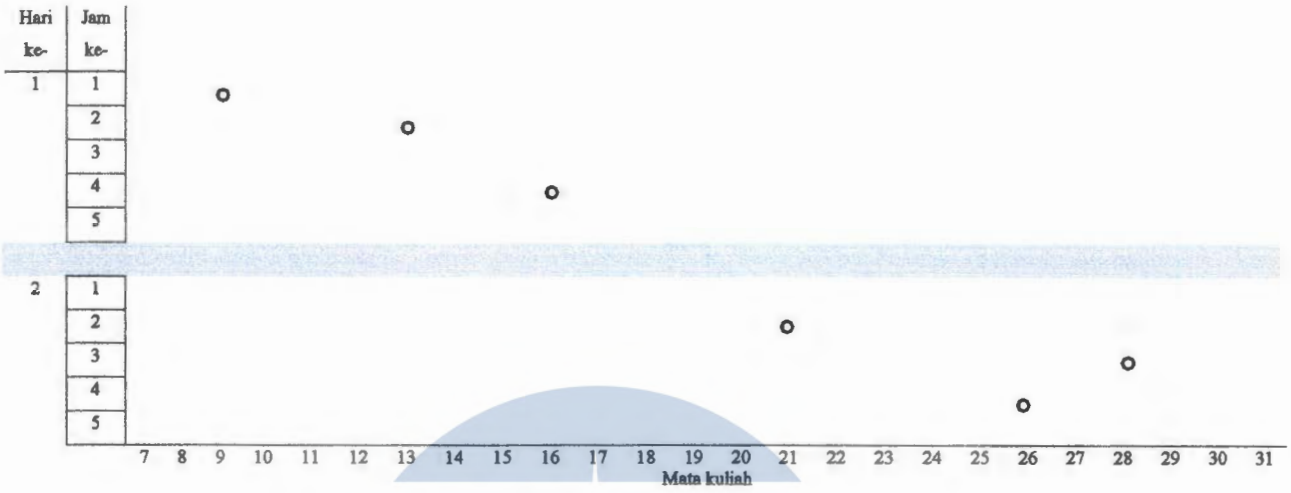


Gambar 6 Hasil simulasi untuk grup mata kuliah IG_2, $(i = 8,11,15,18,20,31)$.

Gambar 7 menunjukkan bahwa semua anggota dari grup IG_3 dialokasikan pada jam yang berbeda. Mata kuliah dengan indeks 9 pada hari ke-1 jam ke-1, indeks 13 pada hari ke-1 jam ke-2, indeks 16 pada hari ke-1 jam ke-4, indeks 21

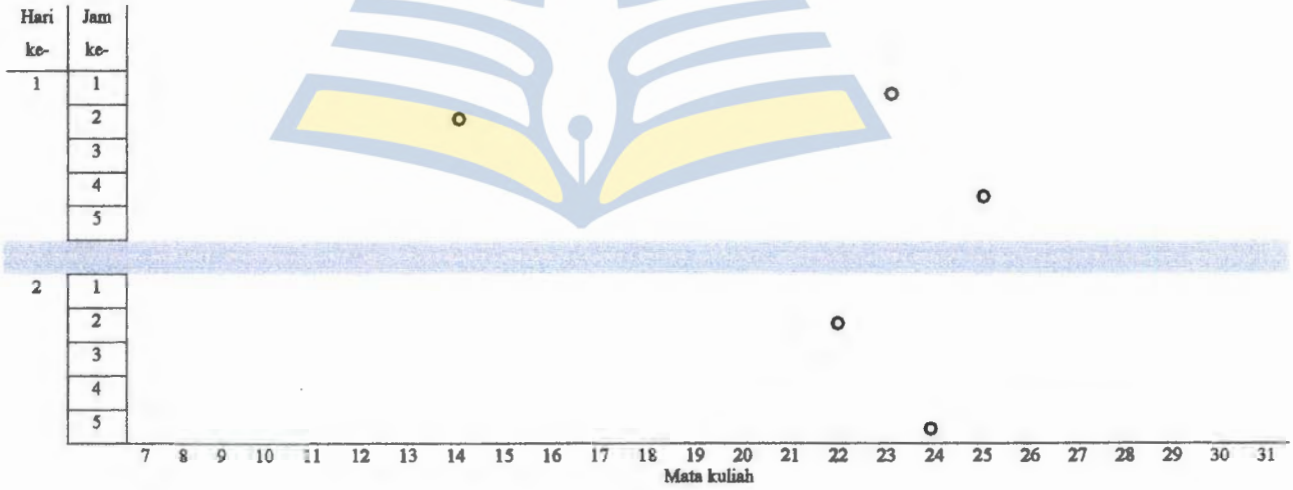
Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

pada hari ke-2 jam ke-2, indeks 26 pada hari ke-2 jam ke-4, dan indeks 28 pada hari ke-2 jam ke-3.



Gambar 7 Hasil simulasi untuk grup mata kuliah IG_3, $(i = 9,13,16,21,26,28)$.

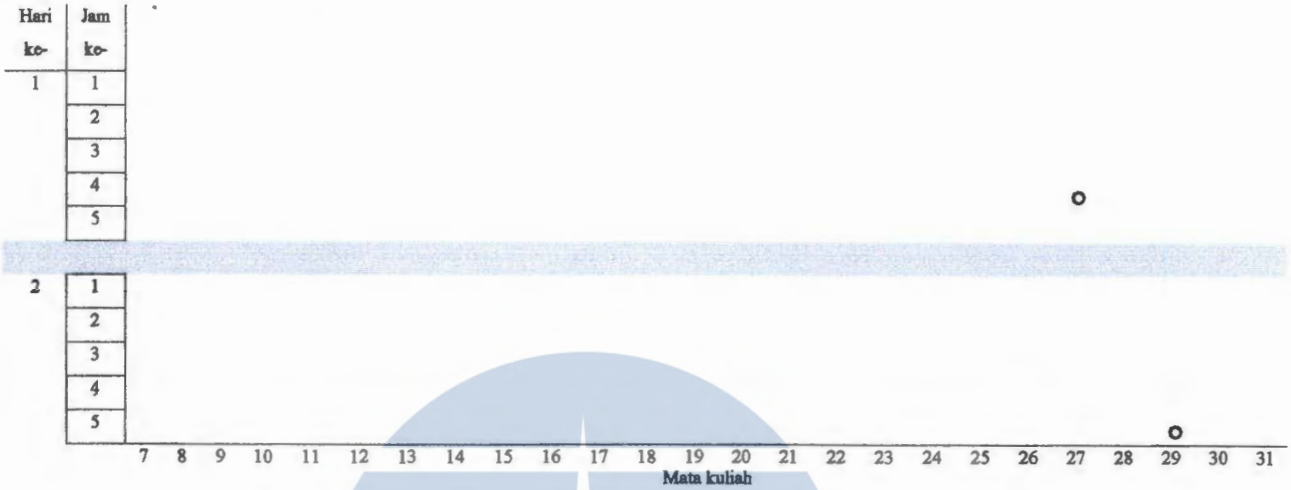
Gambar 8 menunjukkan bahwa semua anggota dari grup IG_4 dialokasikan pada jam yang berbeda. Mata kuliah dengan indeks 14 pada hari ke-1 jam ke-2, indeks 22 pada hari ke-2 jam ke-2, indeks 23 pada hari ke-1 jam ke-1, indeks 24 pada hari ke-2 jam ke-5, dan indeks 25 pada hari ke-1 jam ke-4.



Gambar 8 Hasil simulasi untuk grup mata kuliah IG_4, $(i = 14,22,23,24,25)$.

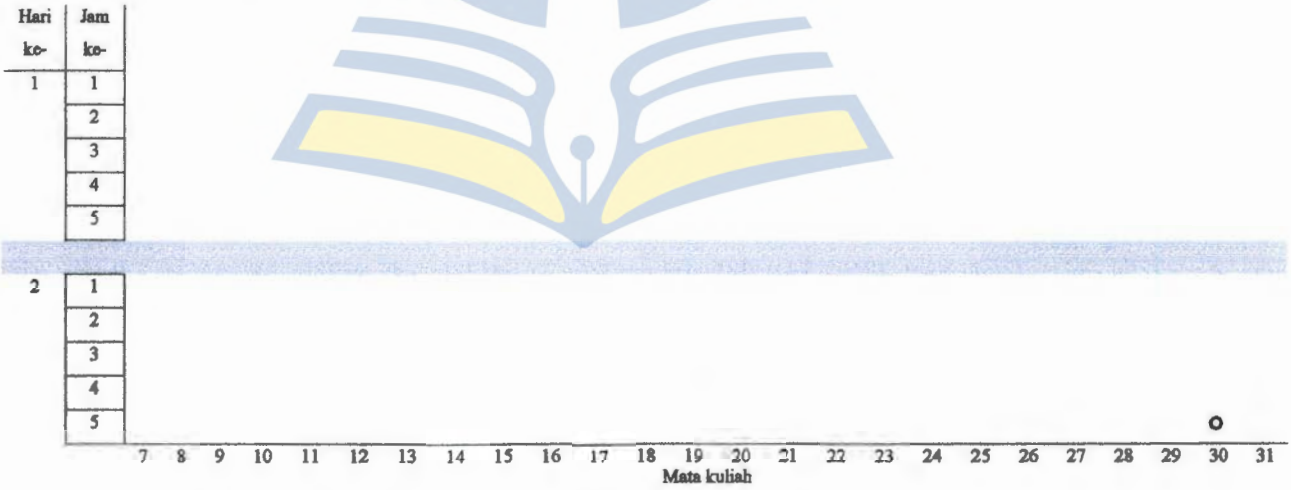
Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Gambar 9 menunjukkan bahwa semua anggota dari grup IG_5 dialokasikan pada jam yang berbeda. Mata kuliah dengan indeks 27 pada hari ke-1 jam ke-4, dan indeks 29 pada hari ke-2 jam ke-5.



Gambar 9 Hasil simulasi untuk grup mata kuliah IG_5, $(i = 27, 29)$.

Gambar 10 menunjukkan bahwa anggota dari grup IG_6 dengan indeks 30 dialokasikan pada hari ke-2 jam ke-5. Grup ini hanya mempunyai satu anggota, tetapi batasan ini juga diberikan.



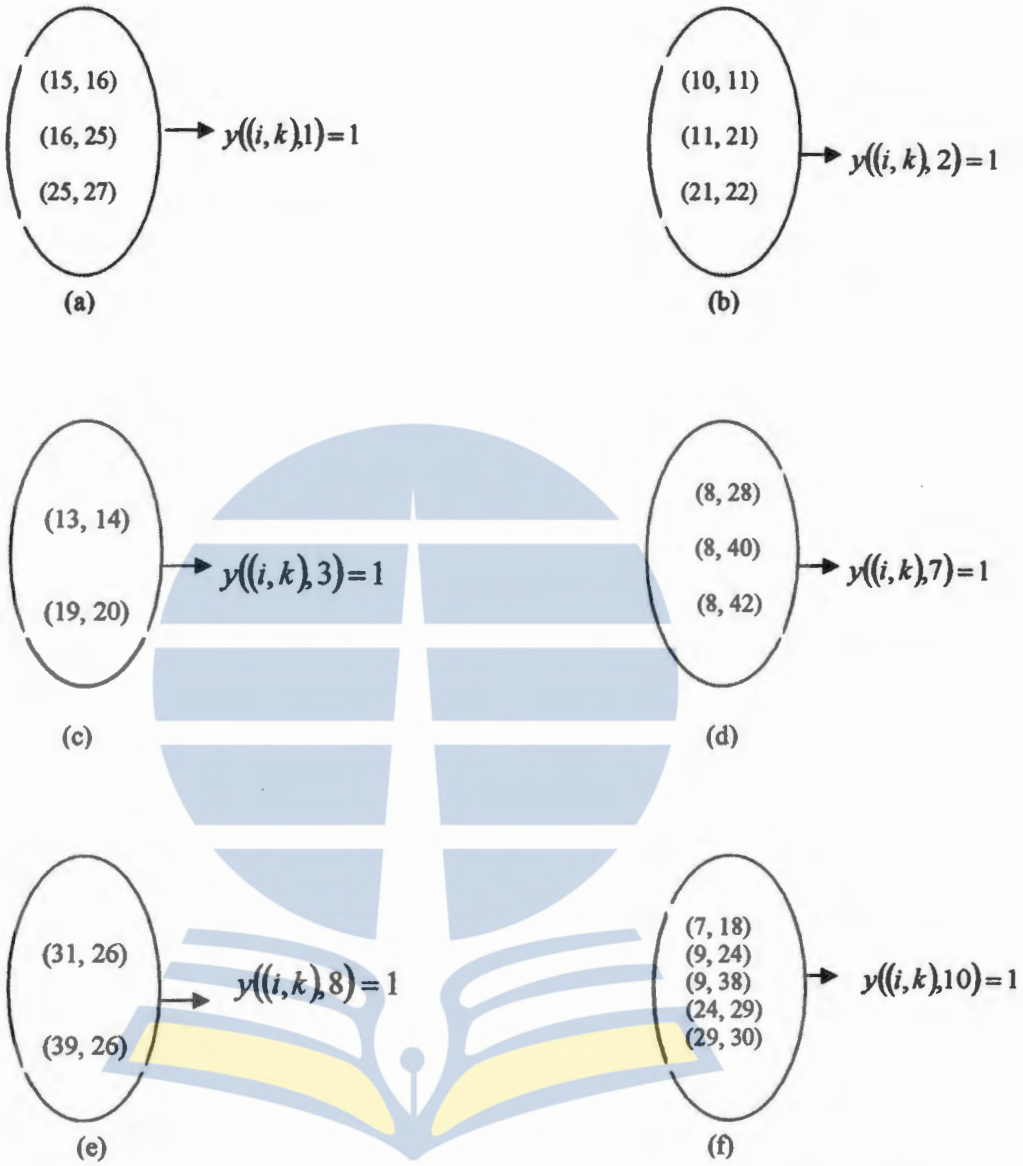
Gambar 10 Hasil simulasi untuk grup mata kuliah IG_6, $(i = 30)$.

Gambar 11 menunjukkan hasil simulasi terhadap ke-34 pasang mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat langsung. Banyaknya pasangan mata kuliah

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

yang berelasi yang dapat dialokasikan pada jam yang sama ada sebanyak 18 pasang mata kuliah.



Gambar 11 Hasil simulasi pasangan mata kuliah yang berelasi (i, k).

Hasil yang diperoleh pada Gambar 11 dapat dibuat dalam suatu tabel yaitu Tabel 12.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Tabel 12 Pasangan mata kuliah yang berelasi yang dapat dialokasikan pada jam yang sama

Hari	Jam	Pasangan Mata Kuliah		
I	1	(15,16)	(16,25)	(25,27)
	2	(10,11)	(11,21)	(21,22)
	3	(13,14)	(19,20)	
	4			
	5			
II	1			
	2	(8,28)	(8,40)	(8,42)
	3	(31,26)	(39,26)	
	4			
	5	(7,18)	(9,24)	(9,38)
		(24,29)	(29,30)	

Tabel 13 menunjukkan hasil simulasi lengkap model masalah penjadwalan ujian mata kuliah PS Matematika FMIPA-UT terhadap semua batasan-batasan diberikan. Terdapat 18 pasang matakuliah yang mempunyai prasyarat langsung yang dapat dijadwalkan pada jam yang sama. Jadwal ujian akhir semester yang diperoleh dapat dilihat pada Lampiran 5.

Tabel 13 Hasil simulasi model penjadwalan ujian terhadap semua batasan yang diberikan

Hari	Jam	Indeks mata kuliah									
		$x_{i,j}$							$y_{(i,k),j}$		
I	1	**15**	**16**	**25**	**27**	35			(15,16)	(16,25)	(25,27)
	2	**10**	**11**	**12**	**17**	**21**	**22**	32	(10,11)	(11,21)	(21,22)
	3	2	**13**	**14**	**19**	**20**			(13,14)	(19,20)	
	4	1	45								
	5	6	34	41							
II	1	33	37								
	2	5	**8**	**28**	40	42	44		(8,28)	(8,40)	(8,42)
	3	4	**23**	**26**	**31**	36	39	43	(31,26)	(39,26)	
	4	3									
	5	**7**	**9**	**18**	**24**	**29**	**30**	38	(7,18)	(9,24)	(9,38)
									(24,29)	(29,30)	

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

5.5 Jadwal Ujian Akhir Semester PS Matematika Tahun 2008

Penjadwalan ujian yang sudah dilakukan selama ini adalah pengalokasian mata kuliah pada waktu yang tersedia. Penjadwalan yang mengalokasikan setiap mata kuliah hanya pada satu jam ujian, menempatkan MKDU dan mata kuliah bersama pada waktu yang sudah ditetapkan. Apabila jadwal ujian yang digunakan pada tahun 2008 dibuat dalam suatu tabel yang sesuai dengan formulasi model masalah penjadwalan ujian yang diperoleh, maka banyaknya pasangan mata kuliah yang mempunyai prasyarat langsung dijadwalkan pada jam yang sama hanya sebanyak 3 pasang mata kuliah, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14 Jadwal ujian mata kuliah PS Matematika FMIPA-UT yang ditawarkan pada tahun 2008

Hari	Jam	Indeks mata kuliah									
		$x_{i,j}$								$y_{(i,k),j}$	
I	1	**13**	**14**	29	35					(13,14)	
	2	7	10	26	32						
	3	2	8	12	17	24	25				
	4	1	19	28	45						
	5	6	27	31	34	41					
II	1	9	30	33	37						
	2	5	**11**	**18**	**21**	**22**	40	42	44	(11,21)	(21,22)
	3	4	20	23	36	39	43				
	4	3	**15**	**16**						(15,16)	
	5	38									

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

BAB VI
SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Model optimasi masalah jadwal ujian yang dikembangkan oleh penulis merupakan alternatif pemecahan masalah penjadwalan ujian secara umum. Model yang diimplementasikan untuk membuat jadwal ujian akhir semester pada Program Studi Matematika FMIPA-UT menghasilkan jadwal ujian yang memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk memilih mata kuliah sebanyak-banyaknya dalam satu semester sehingga dapat menyelesaikan studi secepat-cepatnya. Jadwal ujian yang diperoleh menunjukkan bahwa mahasiswa dapat menyelesaikan program pendidikan S1 dengan waktu 7 semester atau 3,5 tahun.

6.2 Saran

Jadwal ujian yang diperoleh akan memberikan informasi yang lebih lengkap apabila dilampirkan *precedence relations* mata kuliah.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

DAFTAR PUSTAKA

Baker KR. 1974. *Introduction to Sequencing and Scheduling.* New York: John Wiley & Sons.

Lewis R, Spencer D. 1999. What is open learning? Di dalam: Belawati T *et al*, editor. *Pendidikan Terbuka dan Jarak Jauh.* Jakarta: Universitas Terbuka. hlm 11-29.

Burke EK, Newall JP. 2004. Solving examination timetabling problems through adaption of heuristic orderings. *Ann Operat Res* 129:107-134.

Daskalaki S, Birbas T, Housos E. 2004. An integer programming formulation to a case study in university timetabling. *Eur J Operat Res* 153:117-135.

Dimopoulou M, Miliotis P. 2001. Implementation of a university course and examination timetabling system. *Eur J Operat Res* 130: 202-213.

Ecker JG, Kupferschmid M. 1988. *Introduction to Operations Research.* New York: John Wiley & Sons.

French S. 1982. *Sequencing and Scheduling: An Introduction to the Mathematics of the Job-Shop.* New York: John Wiley & Sons.

Hillier FS, Lieberman GJ. 1995. *Introduction to Operations Research.* Ed ke-6. New York : McGraw-Hill.

Hinkin TR, Thompson GM. 2002. Schedul Expert: scheduling courses in Cornell University School of Hotel Administration. *Interfaces* 32:45-57.

Nash SG, Sofer A. 1996. *Linear and Nonlinear Programming.* New York: McGraw-Hill.

Nemhauser GL. 1999. *Integer and Combinatorial Optimization.* New York: John Wiley & Sons.

Ng PH, Martin LM. 2002. Classroom scheduling problems: a discrete optimization approach. *UMAP J* 23(1):57-66.

Parker RG. 1995. *Deterministic Scheduling Theory.* London: Chapman & Hall.

Stallaert J. 1997. Automated timetabling improves course scheduling at UCLA. *Interfaces* 27:67-81.

Taha HA. 2003. *Operations Research : An Introduction.* Ed ke-7. Upper Saddle River: Pearson Education.

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

[UT] Universitas Terbuka. 2007. *Katalog Universitas Terbuka 2008.* Jakarta: Universitas Terbuka.

Williams HP. 1991. *Model Building in Mathematical Programming.* Ed ke-3. Chichester: John Wiley & Sons.

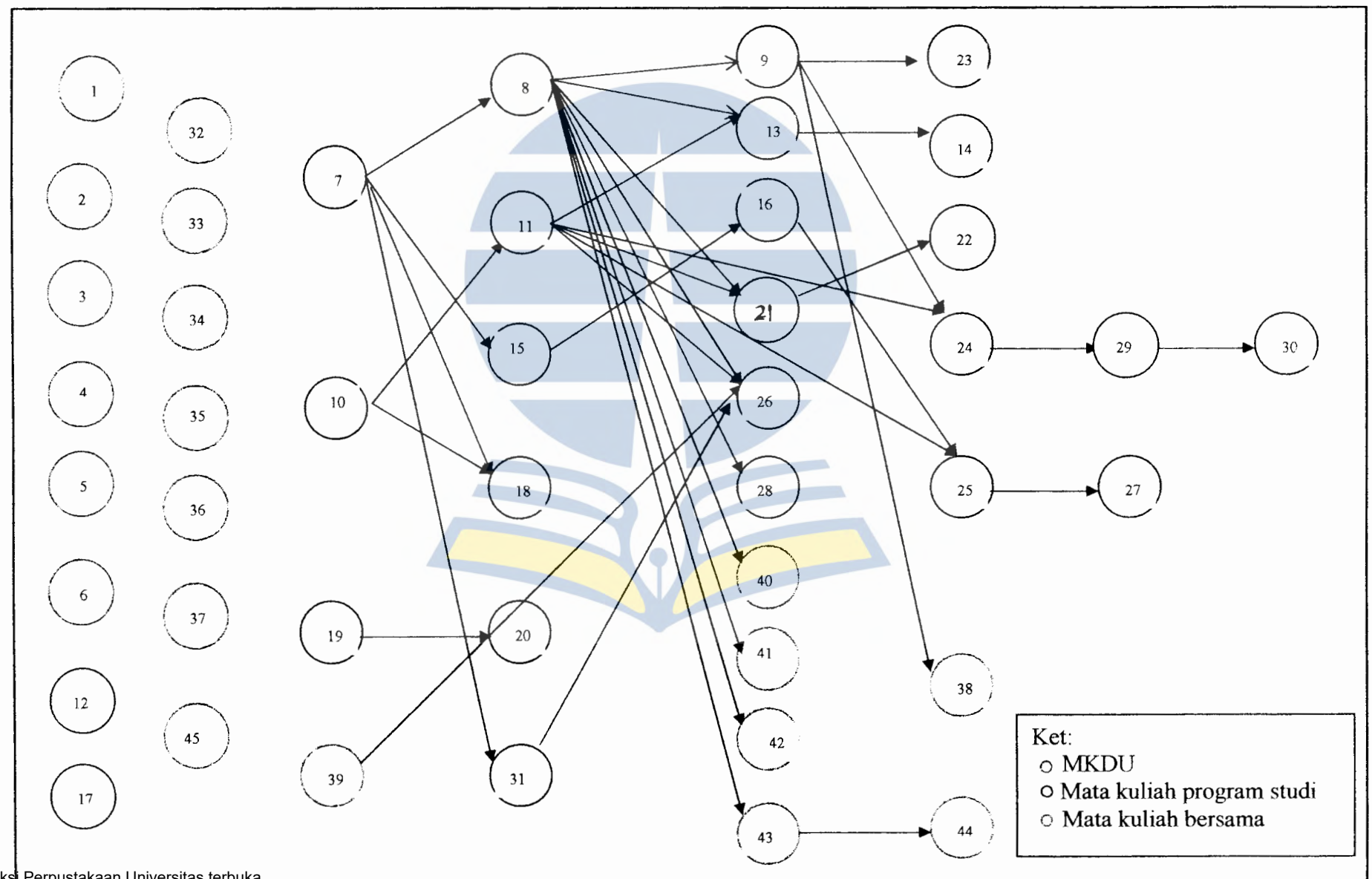
Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

LAMPIRAN

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Lampiran 1

Precedence relations mata kuliah yang ditawarkan Program Studi Matematika FMIPA-UT



Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Lampiran 2

Program *LINGO 8.0* untuk menyelesaikan *linear programming* pada Contoh 2.1.

a. Penyelesaian LP_0

```
MODEL:
TITLE "PENYELESAIAN LP0 PADA CONTOH 2.1";

MAX =5*X1+4*X2;

X1+X2<=5;
10*X1+6*X2<=45;
X1>=0;
X2>=0;
END
```

Output:

```
Global optimal solution found at iteration:              4
Objective value:                                  23.75000


Model Title: PENYELESAIAN LP0 PADA CONTOH 2.1

Variable                Value        Reduced Cost
      X1             3.750000            0.000000
      X2             1.250000            0.000000

Row    Slack or Surplus      Dual Price
  1          23.75000        1.000000
  2          0.000000        2.500000
  3          0.000000       0.2500000
  4          3.750000        0.000000
  5          1.250000        0.000000
```

b. Penyelesaian LP_1

```
MODEL:
TITLE "PENYELESAIAN LP1 PADA CONTOH 2.1";

MAX =5*X1+4*X2;

X1+X2<=5;
10*X1+6*X2<=45;
X1<=3;
X1>=0;
X2>=0;
END
```

Output:

```
Global optimal solution found at iteration:              3
Objective value:                                  23.00000
```

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

Model Title: PENYELESAIAN LP_1 PADA CONTOH 2.1

Variable	Value	Reduced Cost
X1	3.000000	0.000000
X2	2.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	23.00000	1.000000
2	0.000000	4.000000
3	3.000000	0.000000
4	0.000000	1.000000
5	3.000000	0.000000
6	2.000000	0.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Lampiran 3

Program *LINGO 8.0* untuk menyelesaikan model penjadwalan ujian.

```
MODEL:
TITLE "MODEL JADWAL UJIAN PROGRAM STUDI MATEMATIKA FMIPA-UT";

SETS:
MATA_KULIAH/I1 I2 .. I45/;

MATA_KULIAH_P(MATA_KULIAH)/I7 I8 I9 I10 I11 I12 I13 I14 I15 I16
I17 I18 I19 I20 I21 I22 I23 I24 I25 I26 I27 I28 I29 I30 I31/;
MATA_KULIAH_M(MATA_KULIAH)/I1 I2 I3 I4 I5 I6/;
MATA_KULIAH_B(MATA_KULIAH)/I32 I33 I34 I35 I36 I37 I38 I39 I40
I41 I42 I43 I44 I45/;

MATA_KULIAH_H1(MATA_KULIAH_P)/I7 I10 I19/;
MATA_KULIAH_H2(MATA_KULIAH_P)/I8 I11 I15 I18 I20 I31/;
MATA_KULIAH_H3(MATA_KULIAH_P)/I9 I13 I16 I21 I26 I28/;
MATA_KULIAH_H4(MATA_KULIAH_P)/I14 I22 I23 I24 I25/;
MATA_KULIAH_H5(MATA_KULIAH_P)/I27 I29/;
MATA_KULIAH_H6(MATA_KULIAH_P)/I30/;

MATA_KULIAH_R(MATA_KULIAH,MATA_KULIAH)/I7,I8 I7,I15 I7,I18 I7,I31
I8,I9 I8,I13 I8,I21 I8,I26 I8,I28 I8,I40 I8,I41 I8,I42 I8,I43
I9,I23 I9,I24 I9,I38 I10,I11 I10,I18 I11,I13 I11,I21 I11,I24
I11,I25 I11,I26 I13,I14 I15,I16 I16,I25 I19,I20 I21,I22 I24,I29
I25,I27 I29,I30 I31,I26 I39,I26 I43,I44/;

JAM/J1 J2 .. J10/;
VAR_KEPUTUSAN_1(MATA_KULIAH,JAM):X;
VAR_KEPUTUSAN_2(MATA_KULIAH_R,JAM):Y;
ENDSETS

!1. Setiap mata kuliah yang ditawarkan harus terjadwalkan tepat
pada satu jam ujian;
@FOR(MATA_KULIAH(I):@SUM(JAM(J):X(I,J))=1);

!2. Mata kuliah MKDU dan Mata kuliah Bersama dialokasikan pada
jam yang sudah ditentukan;
@FOR(MATA_KULIAH_M(I):X(1,4)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_M(I):X(2,3)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_M(I):X(3,9)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_M(I):X(4,8)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_M(I):X(5,7)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_M(I):X(6,5)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(32,2)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(33,6)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(34,5)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(35,1)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(36,8)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(37,6)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(38,10)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(39,8)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(40,7)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(41,5)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(42,7)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(43,8)=1);
```

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

```
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(44,7)=1);
@FOR(MATA_KULIAH_B(I):X(45,4)=1);

!3. Mata kuliah-mata kuliah dalam satu grup yang sama (secara
akademik didefinisikan sama) akan dialokasikan pada jam yang
berbeda;
@FOR(JAM(J):@SUM(MATA_KULIAH_H1(I):X(I,J))<=1);
@FOR(JAM(J):@SUM(MATA_KULIAH_H2(I):X(I,J))<=1);
@FOR(JAM(J):@SUM(MATA_KULIAH_H3(I):X(I,J))<=1);
@FOR(JAM(J):@SUM(MATA_KULIAH_H4(I):X(I,J))<=1);
@FOR(JAM(J):@SUM(MATA_KULIAH_H5(I):X(I,J))<=1);
@FOR(JAM(J):@SUM(MATA_KULIAH_H6(I):X(I,J))<=1);

!4. Setiap pasangan mata kuliah yang mempunyai hubungan prasyarat
dialokasikan pada jam yang sama akan digambarkan oleh variabel
keputusan Y;
@FOR(JAM(J):@FOR(MATA_KULIAH_R(I,K):Y(I,K,J)-X(I,J)<=0););
@FOR(JAM(J):@FOR(MATA_KULIAH_R(I,K):Y(I,K,J)-X(K,J)<=0););
@FOR(JAM(J):@FOR(MATA_KULIAH_R(I,K):X(I,J)+X(K,J)-Y(I,K,J)<=1););

!5.Memaksimalkan total pasangan mata kuliah yang mempunyai
hubungan prasyarat dialokasikan pada jam yang sama;
MAX=@SUM(VAR_KEPUTUSAN_2(I, K,J):Y(I,K,J));

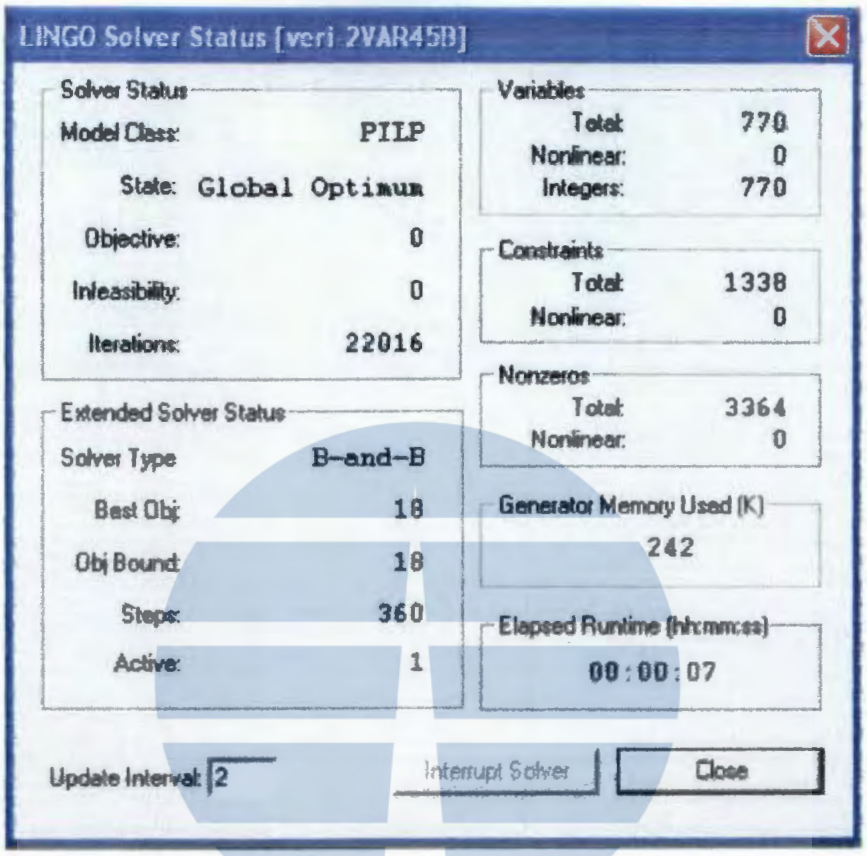
!6. Variabel X dan Y adalah integer nol atau satu;
@FOR(VAR_KEPUTUSAN_1:@BIN(X));
@FOR(VAR_KEPUTUSAN_2:@BIN(Y));

END
```

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Lampiran 4

Output program *LINGO 8.0* untuk menyelesaikan model penjadwalan ujian.




```
  Global optimal solution found at iteration:          22016
  Objective value:                                  18.00000

Model Title: MODEL JADWAL UJIAN PROGRAM STUDI MATEMATIKA FMIPA-UT

Variable           Value        Reduced Cost
X( I1, J1)      0.000000            0.000000
X( I1, J2)      0.000000            0.000000
X( I1, J3)      0.000000            0.000000
X( I1, J4)      1.000000            0.000000
X( I1, J5)      0.000000            0.000000
X( I1, J6)      0.000000            0.000000
X( I1, J7)      0.000000            0.000000
X( I1, J8)      0.000000            0.000000
X( I1, J9)      0.000000            0.000000
X( I1, J10)     0.000000            0.000000
X( I2, J1)      0.000000            0.000000
X( I2, J2)      0.000000            0.000000
X( I2, J3)      1.000000            0.000000
X( I2, J4)      0.000000            0.000000
X( I2, J5)      0.000000            0.000000
X( I2, J6)      0.000000            0.000000
X( I2, J7)      0.000000            0.000000
```

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

X(I2, J8)	0.000000	0.000000
X(I2, J9)	0.000000	0.000000
X(I2, J10)	0.000000	0.000000
X(I3, J1)	0.000000	0.000000
X(I3, J2)	0.000000	0.000000
X(I3, J3)	0.000000	0.000000
X(I3, J4)	0.000000	0.000000
X(I3, J5)	0.000000	0.000000
X(I3, J6)	0.000000	0.000000
X(I3, J7)	0.000000	0.000000
X(I3, J8)	0.000000	0.000000
X(I3, J9)	1.000000	0.000000
X(I3, J10)	0.000000	0.000000
X(I4, J1)	0.000000	0.000000
X(I4, J2)	0.000000	0.000000
X(I4, J3)	0.000000	0.000000
X(I4, J4)	0.000000	0.000000
X(I4, J5)	0.000000	0.000000
X(I4, J6)	0.000000	0.000000
X(I4, J7)	0.000000	0.000000
X(I4, J8)	1.000000	0.000000
X(I4, J9)	0.000000	0.000000
X(I4, J10)	0.000000	0.000000
X(I5, J1)	0.000000	0.000000
X(I5, J2)	0.000000	0.000000
X(I5, J3)	0.000000	0.000000
X(I5, J4)	0.000000	0.000000
X(I5, J5)	0.000000	0.000000
X(I5, J6)	0.000000	0.000000
X(I5, J7)	1.000000	0.000000
X(I5, J8)	0.000000	0.000000
X(I5, J9)	0.000000	0.000000
X(I5, J10)	0.000000	0.000000
X(I6, J1)	0.000000	0.000000
X(I6, J2)	0.000000	0.000000
X(I6, J3)	0.000000	0.000000
X(I6, J4)	0.000000	0.000000
X(I6, J5)	1.000000	0.000000
X(I6, J6)	0.000000	0.000000
X(I6, J7)	0.000000	0.000000
X(I6, J8)	0.000000	0.000000
X(I6, J9)	0.000000	0.000000
X(I6, J10)	0.000000	0.000000
X(I7, J1)	0.000000	0.000000
X(I7, J2)	0.000000	0.000000
X(I7, J3)	0.000000	0.000000
X(I7, J4)	0.000000	0.000000
X(I7, J5)	0.000000	0.000000
X(I7, J6)	0.000000	0.000000
X(I7, J7)	0.000000	0.000000
X(I7, J8)	0.000000	0.000000
X(I7, J9)	0.000000	0.000000
X(I7, J10)	1.000000	0.000000
X(I8, J1)	0.000000	0.000000
X(I8, J2)	0.000000	0.000000
X(I8, J3)	0.000000	0.000000
X(I8, J4)	0.000000	0.000000
X(I8, J5)	0.000000	0.000000
X(I8, J6)	0.000000	0.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

X(I8, J7)	1.000000	0.000000
X(I8, J8)	0.000000	0.000000
X(I8, J9)	0.000000	0.000000
X(I8, J10)	0.000000	0.000000
X(I9, J1)	0.000000	0.000000
X(I9, J2)	0.000000	0.000000
X(I9, J3)	0.000000	0.000000
X(I9, J4)	0.000000	0.000000
X(I9, J5)	0.000000	0.000000
X(I9, J6)	0.000000	0.000000
X(I9, J7)	0.000000	0.000000
X(I9, J8)	0.000000	0.000000
X(I9, J9)	0.000000	0.000000
X(I9, J10)	1.000000	0.000000
X(I10, J1)	0.000000	0.000000
X(I10, J2)	1.000000	0.000000
X(I10, J3)	0.000000	0.000000
X(I10, J4)	0.000000	0.000000
X(I10, J5)	0.000000	0.000000
X(I10, J6)	0.000000	0.000000
X(I10, J7)	0.000000	0.000000
X(I10, J8)	0.000000	0.000000
X(I10, J9)	0.000000	0.000000
X(I10, J10)	0.000000	0.000000
X(I11, J1)	0.000000	0.000000
X(I11, J2)	1.000000	0.000000
X(I11, J3)	0.000000	0.000000
X(I11, J4)	0.000000	0.000000
X(I11, J5)	0.000000	0.000000
X(I11, J6)	0.000000	0.000000
X(I11, J7)	0.000000	0.000000
X(I11, J8)	0.000000	0.000000
X(I11, J9)	0.000000	0.000000
X(I11, J10)	0.000000	0.000000
X(I12, J1)	0.000000	0.000000
X(I12, J2)	1.000000	0.000000
X(I12, J3)	0.000000	0.000000
X(I12, J4)	0.000000	0.000000
X(I12, J5)	0.000000	0.000000
X(I12, J6)	0.000000	0.000000
X(I12, J7)	0.000000	0.000000
X(I12, J8)	0.000000	0.000000
X(I12, J9)	0.000000	0.000000
X(I12, J10)	0.000000	0.000000
X(I13, J1)	0.000000	0.000000
X(I13, J2)	0.000000	0.000000
X(I13, J3)	1.000000	0.000000
X(I13, J4)	0.000000	0.000000
X(I13, J5)	0.000000	0.000000
X(I13, J6)	0.000000	0.000000
X(I13, J7)	0.000000	0.000000
X(I13, J8)	0.000000	0.000000
X(I13, J9)	0.000000	0.000000
X(I13, J10)	0.000000	0.000000
X(I14, J1)	0.000000	0.000000
X(I14, J2)	0.000000	0.000000
X(I14, J3)	1.000000	0.000000
X(I14, J4)	0.000000	0.000000
X(I14, J5)	0.000000	0.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

X(I14, J6)	0.000000	0.000000
X(I14, J7)	0.000000	0.000000
X(I14, J8)	0.000000	0.000000
X(I14, J9)	0.000000	0.000000
X(I14, J10)	0.000000	0.000000
X(I15, J1)	1.000000	0.000000
X(I15, J2)	0.000000	0.000000
X(I15, J3)	0.000000	0.000000
X(I15, J4)	0.000000	0.000000
X(I15, J5)	0.000000	0.000000
X(I15, J6)	0.000000	0.000000
X(I15, J7)	0.000000	0.000000
X(I15, J8)	0.000000	0.000000
X(I15, J9)	0.000000	0.000000
X(I15, J10)	0.000000	0.000000
X(I16, J1)	1.000000	0.000000
X(I16, J2)	0.000000	0.000000
X(I16, J3)	0.000000	0.000000
X(I16, J4)	0.000000	0.000000
X(I16, J5)	0.000000	0.000000
X(I16, J6)	0.000000	0.000000
X(I16, J7)	0.000000	0.000000
X(I16, J8)	0.000000	0.000000
X(I16, J9)	0.000000	0.000000
X(I16, J10)	0.000000	0.000000
X(I17, J1)	0.000000	0.000000
X(I17, J2)	1.000000	0.000000
X(I17, J3)	0.000000	0.000000
X(I17, J4)	0.000000	0.000000
X(I17, J5)	0.000000	0.000000
X(I17, J6)	0.000000	0.000000
X(I17, J7)	0.000000	0.000000
X(I17, J8)	0.000000	0.000000
X(I17, J9)	0.000000	0.000000
X(I17, J10)	0.000000	0.000000
X(I18, J1)	0.000000	0.000000
X(I18, J2)	0.000000	0.000000
X(I18, J3)	0.000000	0.000000
X(I18, J4)	0.000000	0.000000
X(I18, J5)	0.000000	0.000000
X(I18, J6)	0.000000	0.000000
X(I18, J7)	0.000000	0.000000
X(I18, J8)	0.000000	0.000000
X(I18, J9)	0.000000	0.000000
X(I18, J10)	1.000000	0.000000
X(I19, J1)	0.000000	0.000000
X(I19, J2)	0.000000	0.000000
X(I19, J3)	1.000000	0.000000
X(I19, J4)	0.000000	0.000000
X(I19, J5)	0.000000	0.000000
X(I19, J6)	0.000000	0.000000
X(I19, J7)	0.000000	0.000000
X(I19, J8)	0.000000	0.000000
X(I19, J9)	0.000000	0.000000
X(I19, J10)	0.000000	0.000000
X(I20, J1)	0.000000	0.000000
X(I20, J2)	0.000000	0.000000
X(I20, J3)	1.000000	0.000000
X(I20, J4)	0.000000	0.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

X(I20, J5)	0.000000	0.000000
X(I20, J6)	0.000000	0.000000
X(I20, J7)	0.000000	0.000000
X(I20, J8)	0.000000	0.000000
X(I20, J9)	0.000000	0.000000
X(I20, J10)	0.000000	0.000000
X(I21, J1)	0.000000	0.000000
X(I21, J2)	1.000000	0.000000
X(I21, J3)	0.000000	0.000000
X(I21, J4)	0.000000	0.000000
X(I21, J5)	0.000000	0.000000
X(I21, J6)	0.000000	0.000000
X(I21, J7)	0.000000	0.000000
X(I21, J8)	0.000000	0.000000
X(I21, J9)	0.000000	0.000000
X(I21, J10)	0.000000	0.000000
X(I22, J1)	0.000000	0.000000
X(I22, J2)	1.000000	0.000000
X(I22, J3)	0.000000	0.000000
X(I22, J4)	0.000000	0.000000
X(I22, J5)	0.000000	0.000000
X(I22, J6)	0.000000	0.000000
X(I22, J7)	0.000000	0.000000
X(I22, J8)	0.000000	0.000000
X(I22, J9)	0.000000	0.000000
X(I22, J10)	0.000000	0.000000
X(I23, J1)	0.000000	0.000000
X(I23, J2)	0.000000	0.000000
X(I23, J3)	0.000000	0.000000
X(I23, J4)	0.000000	0.000000
X(I23, J5)	0.000000	0.000000
X(I23, J6)	0.000000	0.000000
X(I23, J7)	0.000000	0.000000
X(I23, J8)	1.000000	0.000000
X(I23, J9)	0.000000	0.000000
X(I23, J10)	0.000000	0.000000
X(I24, J1)	0.000000	0.000000
X(I24, J2)	0.000000	0.000000
X(I24, J3)	0.000000	0.000000
X(I24, J4)	0.000000	0.000000
X(I24, J5)	0.000000	0.000000
X(I24, J6)	0.000000	0.000000
X(I24, J7)	0.000000	0.000000
X(I24, J8)	0.000000	0.000000
X(I24, J9)	0.000000	0.000000
X(I24, J10)	1.000000	0.000000
X(I25, J1)	1.000000	0.000000
X(I25, J2)	0.000000	0.000000
X(I25, J3)	0.000000	0.000000
X(I25, J4)	0.000000	0.000000
X(I25, J5)	0.000000	0.000000
X(I25, J6)	0.000000	0.000000
X(I25, J7)	0.000000	0.000000
X(I25, J8)	0.000000	0.000000
X(I25, J9)	0.000000	0.000000
X(I25, J10)	0.000000	0.000000
X(I26, J1)	0.000000	0.000000
X(I26, J2)	0.000000	0.000000
X(I26, J3)	0.000000	0.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

X(I26, J4)	0.000000	0.000000
X(I26, J5)	0.000000	0.000000
X(I26, J6)	0.000000	0.000000
X(I26, J7)	0.000000	0.000000
X(I26, J8)	1.000000	0.000000
X(I26, J9)	0.000000	0.000000
X(I26, J10)	0.000000	0.000000
X(I27, J1)	1.000000	0.000000
X(I27, J2)	0.000000	0.000000
X(I27, J3)	0.000000	0.000000
X(I27, J4)	0.000000	0.000000
X(I27, J5)	0.000000	0.000000
X(I27, J6)	0.000000	0.000000
X(I27, J7)	0.000000	0.000000
X(I27, J8)	0.000000	0.000000
X(I27, J9)	0.000000	0.000000
X(I27, J10)	0.000000	0.000000
X(I28, J1)	0.000000	0.000000
X(I28, J2)	0.000000	0.000000
X(I28, J3)	0.000000	0.000000
X(I28, J4)	0.000000	0.000000
X(I28, J5)	0.000000	0.000000
X(I28, J6)	0.000000	0.000000
X(I28, J7)	1.000000	0.000000
X(I28, J8)	0.000000	0.000000
X(I28, J9)	0.000000	0.000000
X(I28, J10)	0.000000	0.000000
X(I29, J1)	0.000000	0.000000
X(I29, J2)	0.000000	0.000000
X(I29, J3)	0.000000	0.000000
X(I29, J4)	0.000000	0.000000
X(I29, J5)	0.000000	0.000000
X(I29, J6)	0.000000	0.000000
X(I29, J7)	0.000000	0.000000
X(I29, J8)	0.000000	0.000000
X(I29, J9)	0.000000	0.000000
X(I29, J10)	1.000000	0.000000
X(I30, J1)	0.000000	0.000000
X(I30, J2)	0.000000	0.000000
X(I30, J3)	0.000000	0.000000
X(I30, J4)	0.000000	0.000000
X(I30, J5)	0.000000	0.000000
X(I30, J6)	0.000000	0.000000
X(I30, J7)	0.000000	0.000000
X(I30, J8)	0.000000	0.000000
X(I30, J9)	0.000000	0.000000
X(I30, J10)	1.000000	0.000000
X(I31, J1)	0.000000	0.000000
X(I31, J2)	0.000000	0.000000
X(I31, J3)	0.000000	0.000000
X(I31, J4)	0.000000	0.000000
X(I31, J5)	0.000000	0.000000
X(I31, J6)	0.000000	0.000000
X(I31, J7)	0.000000	0.000000
X(I31, J8)	1.000000	0.000000
X(I31, J9)	0.000000	0.000000
X(I31, J10)	0.000000	0.000000
X(I32, J1)	0.000000	0.000000
X(I32, J2)	1.000000	0.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

X(I32, J3)	0.000000	0.000000
X(I32, J4)	0.000000	0.000000
X(I32, J5)	0.000000	0.000000
X(I32, J6)	0.000000	0.000000
X(I32, J7)	0.000000	0.000000
X(I32, J8)	0.000000	0.000000
X(I32, J9)	0.000000	0.000000
X(I32, J10)	0.000000	0.000000
X(I33, J1)	0.000000	0.000000
X(I33, J2)	0.000000	0.000000
X(I33, J3)	0.000000	0.000000
X(I33, J4)	0.000000	0.000000
X(I33, J5)	0.000000	0.000000
X(I33, J6)	1.000000	0.000000
X(I33, J7)	0.000000	0.000000
X(I33, J8)	0.000000	0.000000
X(I33, J9)	0.000000	0.000000
X(I33, J10)	0.000000	0.000000
X(I34, J1)	0.000000	0.000000
X(I34, J2)	0.000000	0.000000
X(I34, J3)	0.000000	0.000000
X(I34, J4)	0.000000	0.000000
X(I34, J5)	1.000000	0.000000
X(I34, J6)	0.000000	0.000000
X(I34, J7)	0.000000	0.000000
X(I34, J8)	0.000000	0.000000
X(I34, J9)	0.000000	0.000000
X(I34, J10)	0.000000	0.000000
X(I35, J1)	1.000000	0.000000
X(I35, J2)	0.000000	0.000000
X(I35, J3)	0.000000	0.000000
X(I35, J4)	0.000000	0.000000
X(I35, J5)	0.000000	0.000000
X(I35, J6)	0.000000	0.000000
X(I35, J7)	0.000000	0.000000
X(I35, J8)	0.000000	0.000000
X(I35, J9)	0.000000	0.000000
X(I35, J10)	0.000000	0.000000
X(I36, J1)	0.000000	0.000000
X(I36, J2)	0.000000	0.000000
X(I36, J3)	0.000000	0.000000
X(I36, J4)	0.000000	0.000000
X(I36, J5)	0.000000	0.000000
X(I36, J6)	0.000000	0.000000
X(I36, J7)	0.000000	0.000000
X(I36, J8)	1.000000	0.000000
X(I36, J9)	0.000000	0.000000
X(I36, J10)	0.000000	0.000000
X(I37, J1)	0.000000	0.000000
X(I37, J2)	0.000000	0.000000
X(I37, J3)	0.000000	0.000000
X(I37, J4)	0.000000	0.000000
X(I37, J5)	0.000000	0.000000
X(I37, J6)	1.000000	0.000000
X(I37, J7)	0.000000	0.000000
X(I37, J8)	0.000000	0.000000
X(I37, J9)	0.000000	0.000000
X(I37, J10)	0.000000	0.000000
X(I38, J1)	0.000000	0.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

X(I38, J2)	0.000000	0.000000
X(I38, J3)	0.000000	0.000000
X(I38, J4)	0.000000	0.000000
X(I38, J5)	0.000000	0.000000
X(I38, J6)	0.000000	0.000000
X(I38, J7)	0.000000	0.000000
X(I38, J8)	0.000000	0.000000
X(I38, J9)	0.000000	0.000000
X(I38, J10)	1.000000	0.000000
X(I39, J1)	0.000000	0.000000
X(I39, J2)	0.000000	0.000000
X(I39, J3)	0.000000	0.000000
X(I39, J4)	0.000000	0.000000
X(I39, J5)	0.000000	0.000000
X(I39, J6)	0.000000	0.000000
X(I39, J7)	0.000000	0.000000
X(I39, J8)	1.000000	0.000000
X(I39, J9)	0.000000	0.000000
X(I39, J10)	0.000000	0.000000
X(I40, J1)	0.000000	0.000000
X(I40, J2)	0.000000	0.000000
X(I40, J3)	0.000000	0.000000
X(I40, J4)	0.000000	0.000000
X(I40, J5)	0.000000	0.000000
X(I40, J6)	0.000000	0.000000
X(I40, J7)	1.000000	0.000000
X(I40, J8)	0.000000	0.000000
X(I40, J9)	0.000000	0.000000
X(I40, J10)	0.000000	0.000000
X(I41, J1)	0.000000	0.000000
X(I41, J2)	0.000000	0.000000
X(I41, J3)	0.000000	0.000000
X(I41, J4)	0.000000	0.000000
X(I41, J5)	1.000000	0.000000
X(I41, J6)	0.000000	0.000000
X(I41, J7)	0.000000	0.000000
X(I41, J8)	0.000000	0.000000
X(I41, J9)	0.000000	0.000000
X(I41, J10)	0.000000	0.000000
X(I42, J1)	0.000000	0.000000
X(I42, J2)	0.000000	0.000000
X(I42, J3)	0.000000	0.000000
X(I42, J4)	0.000000	0.000000
X(I42, J5)	0.000000	0.000000
X(I42, J6)	0.000000	0.000000
X(I42, J7)	1.000000	0.000000
X(I42, J8)	0.000000	0.000000
X(I42, J9)	0.000000	0.000000
X(I42, J10)	0.000000	0.000000
X(I43, J1)	0.000000	0.000000
X(I43, J2)	0.000000	0.000000
X(I43, J3)	0.000000	0.000000
X(I43, J4)	0.000000	0.000000
X(I43, J5)	0.000000	0.000000
X(I43, J6)	0.000000	0.000000
X(I43, J7)	0.000000	0.000000
X(I43, J8)	1.000000	0.000000
X(I43, J9)	0.000000	0.000000
X(I43, J10)	0.000000	0.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

X(I44, J1)	0.000000	0.000000
X(I44, J2)	0.000000	0.000000
X(I44, J3)	0.000000	0.000000
X(I44, J4)	0.000000	0.000000
X(I44, J5)	0.000000	0.000000
X(I44, J6)	0.000000	0.000000
X(I44, J7)	1.000000	0.000000
X(I44, J8)	0.000000	0.000000
X(I44, J9)	0.000000	0.000000
X(I44, J10)	0.000000	0.000000
X(I45, J1)	0.000000	0.000000
X(I45, J2)	0.000000	0.000000
X(I45, J3)	0.000000	0.000000
X(I45, J4)	1.000000	0.000000
X(I45, J5)	0.000000	0.000000
X(I45, J6)	0.000000	0.000000
X(I45, J7)	0.000000	0.000000
X(I45, J8)	0.000000	0.000000
X(I45, J9)	0.000000	0.000000
X(I45, J10)	0.000000	0.000000
Y(I7, I8, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I8, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I8, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I8, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I8, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I8, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I8, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I8, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I8, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I8, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I15, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I15, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I15, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I15, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I15, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I15, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I15, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I15, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I15, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I15, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I18, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I18, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I18, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I18, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I18, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I18, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I18, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I18, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I18, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I18, J10)	1.000000	-1.000000
Y(I7, I31, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I31, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I31, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I31, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I31, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I31, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I31, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I31, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I7, I31, J9)	0.000000	-1.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Y(I7, I31, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I9, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I9, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I9, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I9, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I9, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I9, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I9, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I9, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I9, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I9, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I13, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I13, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I13, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I13, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I13, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I13, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I13, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I13, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I13, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I13, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I21, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I21, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I21, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I21, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I21, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I21, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I21, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I21, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I21, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I21, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I26, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I26, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I26, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I26, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I26, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I26, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I26, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I26, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I26, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I26, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I28, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I28, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I28, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I28, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I28, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I28, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I28, J7)	1.000000	-1.000000
Y(I8, I28, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I28, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I28, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I40, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I40, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I40, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I40, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I40, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I40, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I40, J7)	1.000000	-1.000000
Y(I8, I40, J8)	0.000000	-1.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Y(I8, I40, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I40, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I41, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I41, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I41, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I41, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I41, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I41, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I41, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I41, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I41, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I41, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I42, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I42, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I42, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I42, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I42, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I42, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I42, J7)	1.000000	-1.000000
Y(I8, I42, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I42, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I42, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I43, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I43, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I43, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I43, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I43, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I43, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I43, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I43, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I43, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I8, I43, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I23, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I23, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I23, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I23, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I23, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I23, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I23, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I23, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I23, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I23, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I24, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I24, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I24, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I24, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I24, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I24, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I24, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I24, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I24, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I24, J10)	1.000000	-1.000000
Y(I9, I38, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I38, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I38, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I38, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I38, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I38, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I38, J7)	0.000000	-1.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Y(I9, I38, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I38, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I9, I38, J10)	1.000000	-1.000000
Y(I10, I11, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I11, J2)	1.000000	-1.000000
Y(I10, I11, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I11, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I11, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I11, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I11, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I11, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I11, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I11, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I18, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I18, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I18, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I18, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I18, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I18, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I18, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I18, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I18, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I10, I18, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I13, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I13, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I13, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I13, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I13, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I13, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I13, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I13, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I13, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I13, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I21, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I21, J2)	1.000000	-1.000000
Y(I11, I21, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I21, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I21, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I21, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I21, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I21, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I21, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I21, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I24, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I24, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I24, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I24, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I24, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I24, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I24, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I24, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I24, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I24, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I25, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I25, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I25, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I25, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I25, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I25, J6)	0.000000	-1.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Y(I11, I25, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I25, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I25, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I25, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I26, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I26, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I26, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I26, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I26, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I26, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I26, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I26, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I26, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I11, I26, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I13, I14, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I13, I14, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I13, I14, J3)	1.000000	-1.000000
Y(I13, I14, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I13, I14, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I13, I14, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I13, I14, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I13, I14, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I13, I14, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I13, I14, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I15, I16, J1)	1.000000	-1.000000
Y(I15, I16, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I15, I16, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I15, I16, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I15, I16, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I15, I16, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I15, I16, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I15, I16, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I15, I16, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I15, I16, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I16, I25, J1)	1.000000	-1.000000
Y(I16, I25, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I16, I25, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I16, I25, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I16, I25, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I16, I25, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I16, I25, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I16, I25, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I16, I25, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I16, I25, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I19, I20, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I19, I20, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I19, I20, J3)	1.000000	-1.000000
Y(I19, I20, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I19, I20, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I19, I20, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I19, I20, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I19, I20, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I19, I20, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I19, I20, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I21, I22, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I21, I22, J2)	1.000000	-1.000000
Y(I21, I22, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I21, I22, J4)	0.000000	-1.000000

Y(I21, I22, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I21, I22, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I21, I22, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I21, I22, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I21, I22, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I21, I22, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I24, I29, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I24, I29, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I24, I29, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I24, I29, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I24, I29, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I24, I29, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I24, I29, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I24, I29, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I24, I29, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I24, I29, J10)	1.000000	-1.000000
Y(I25, I27, J1)	1.000000	-1.000000
Y(I25, I27, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I25, I27, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I25, I27, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I25, I27, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I25, I27, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I25, I27, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I25, I27, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I25, I27, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I25, I27, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I29, I30, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I29, I30, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I29, I30, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I29, I30, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I29, I30, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I29, I30, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I29, I30, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I29, I30, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I29, I30, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I29, I30, J10)	1.000000	-1.000000
Y(I31, I26, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I31, I26, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I31, I26, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I31, I26, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I31, I26, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I31, I26, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I31, I26, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I31, I26, J8)	1.000000	-1.000000
Y(I31, I26, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I31, I26, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I39, I26, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I39, I26, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I39, I26, J3)	0.000000	-1.000000
Y(I39, I26, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I39, I26, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I39, I26, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I39, I26, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I39, I26, J8)	1.000000	-1.000000
Y(I39, I26, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I39, I26, J10)	0.000000	-1.000000
Y(I43, I44, J1)	0.000000	-1.000000
Y(I43, I44, J2)	0.000000	-1.000000
Y(I43, I44, J3)	0.000000	-1.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

Y(I43, I44, J4)	0.000000	-1.000000
Y(I43, I44, J5)	0.000000	-1.000000
Y(I43, I44, J6)	0.000000	-1.000000
Y(I43, I44, J7)	0.000000	-1.000000
Y(I43, I44, J8)	0.000000	-1.000000
Y(I43, I44, J9)	0.000000	-1.000000
Y(I43, I44, J10)	0.000000	-1.000000

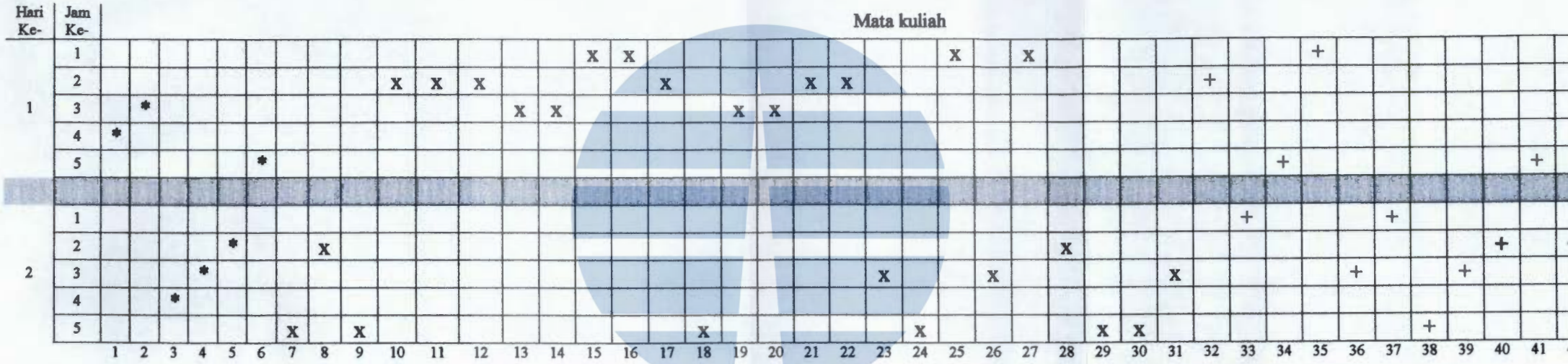
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1358	18.00000	1.000000

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka

40265.pdf

Lampiran 5

Jadwal Ujian Akhir Semester Program Studi Matematika FMIPA-UT



* = MKDU
x = Mata kuliah program
\+ = Mata kuliah bersama

Koleksi Perpustakaan Universitas terbuka