

# draft-TA

*by* Alfiani Tamrin

---

**Submission date:** 24-Feb-2023 09:11AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2021696371

**File name:** Laporan\_TA\_Alfi\_BAB\_1-6\_Terbaru-1.docx (764.41K)

**Word count:** 21510

**Character count:** 107725

**PENJADWALAN KELAS <sup>17</sup> DI PERGURUAN TINGGI  
DENGAN MENGGUNAKAN MODEL MATEMATIKA  
*PURE INTEGER LINEAR PROGRAMMING***

**SKRIPSI**



Oleh  
**ALFIANI FATYA THAMRIN**  
**3333190023**

<sup>30</sup>  
**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON-BANTEN  
2023**

**PENJADWALAN KELAS <sup>17</sup>DI PERGURUAN TINGGI  
DENGAN MENGGUNAKAN MODEL MATEMATIKA  
PURE *INTEGER LINEAR PROGRAMMING***

**<sup>1</sup>SKRIPSI**

ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam mendapatkan gelar  
**Sarjana Teknik**



**Oleh:**

**ALFIANI FATYA THAMRIN**

**3333190023**

**<sup>1</sup>JURUSAN TEKNIK INDUSTRI**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

**CILEGON-BANTEN**

**2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

**NAMA** : ALFIANI FATYA THAMRIN

**NIM** : 3333190023

**JURUSAN** : TEKNIK INDUSTRI

**JUDUL** : PENJADWALAN KELAS <sup>17</sup> DI PERGURUAN TINGGI DENGAN  
MENGUNAKAN MODEL MATEMATIKA *PURE INTEGER  
LINEAR PROGRAMMING*.

<sup>1</sup>  
Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul di atas benar karya penulis sendiri dengan arahan dari dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 dan tidak ada publikasi dengan karya orang lain kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiarisme dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 2023

ALFIANI FATYA THAMRIN



6  
**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi ini diajukan oleh:

**NAMA** : ALFIANI FATYA THAMRIN

**NPM** : 3333190023

**JURUSAN** : **TEKNIK INDUSTRI**

**JUDUL** : **PENJADWALAN** KELAS DI **PERGURUAN TINGGI**  
**MENGGUNAKAN** MODEL MATEMATIKA *PURE INTEGER LINEAR*  
*PROGRAMMING*

1  
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan DITERIMA sebagai persyaratan yang perlakukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Pada Hari :

Tanggal :

**DEWAN PENGUJI**

Pembimbing I :

Pembimbing II :

Penguji I :

Penguji II :

1  
Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Industri

Ade Irman Mutaqin, S.T., M.T.  
NIP. 198206152012121002

## PRAKATA

Assalamualaikum Wr. Wb

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang. Puji Syukur penulis panjatkan atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Penjadwalan Kelas di Perguruan Tinggi Menggunakan Model Matematika *Pure Integer Linear Programming*” yang telah dilaksanakan sejak bulan Oktober 2022 sampai Februari 2023. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada *uswatun hasanah* umat manusia Rasulullah Muhammad Shallau ‘alaihi wa Sallam yang telah membawa cahaya Islam dan menyelamatkan manusia dari gelapnya kejahiliahan menuju kenikmatan ilmu pengetahuan.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak masukan saran, dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala kemudahan yang telah diberikan serta sebagian kecil ilmu yang telah diajarkan kepada penulis.
2. Kedua orang tua tercinta, dua malaikat yang selalu membuka lengannya ketika dunia menutup pintu kepada penulis. Terimakasih atas pengorbanannya dan selalu menjaga penulis dalam setiap doa. Vica dan Aruna, adik-adik tercinta yang turut berperan memberikan motivasi dalam proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. M. Adha Ilhami, S.T., M.T dan Bobby Kurniawan, S.T., M.T. selaku pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan masukan, arahan serta saran dalam laporan ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
4. Bapak Ade Irman Saeful M S, S.T., M.T selaku ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Ibu Yusraini Muharni, S.T., M.T selaku koordinator Tugas Akhir.
6. Abang, teteh dan teman-teman asisten laboratorium sistem produksi yang senantiasa memberikan semangat serta semua pihak yang tidak

bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.

7. Kepada diri sendiri, yang telah bertahan, berjuang, bersabar dan tidak menyerah terhadap keadaan serta atas komitmen untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebaik yang saya bisa.

Penulis menyadari secara penuh bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun untuk perbaikan kedepan. Dengan penyusunan skripsi ini, penulis berharap hasil penelitian dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Cilegon, Februari 2023

ALFIANI FATYA THAMRIN

## ABSTRAK

Alfiani Fatya Thamrin. PENJADWALAN KELAS DI PERGURUAN  
TINGGI MENGGUNAKAN MODEL MATEMATIKA *PURE INTEGER  
LINEAR PROGRAMMING*. Dibimbing Oleh DR. M. ADHA ILHAMI, S.T.,  
M.T dan BOBBY KURNIAWAN, S.T., M.T.

Penjadwalan perkuliahan merupakan suatu hal yang sangat penting dalam pengelolaan perguruan tinggi. Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa melakukan penjadwalan perkuliahan namun masih dilakukan secara manual. Sehingga banyak kendala yang menyulitkan proses penyusunan jadwal. Diantaranya masih banyak terjadi bentrok antar mata kuliah, dosen dan mahasiswa serta penggunaan ruangan yang tidak optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah ruangan yang dibutuhkan selama pelaksanaan perkuliahan berlangsung dengan mengembangkan model matematika dari penjadwalan perkuliahan. Model matematika yang dikembangkan adalah model matematika *pure integer linear programming* (PILP) dengan fungsi tujuan maksimasi jumlah ruangan yang dibutuhkan. Pemecahan masalah dalam penelitian menggunakan pendekatan analitis (optimisasi) dengan parameter deterministik. Model dapat memberikan usulan untuk pengambilan keputusan dalam pelaksanaan perkuliahan secara *offline*, diantaranya menentukan jadwal perkuliahan dan jumlah ruangan yang dibutuhkan. Data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan *software Microsoft Excel* dan *Lingo 18.0*. Hasil komputasi model menunjukan model yang dikembangkan dapat memberikan solusi untuk setiap variabel yang dibutuhkan dan menghasilkan jumlah ruangan optimal sebanyak lima ruang kelas.

Kata Kunci: *pure integer linear programming, optimasi, penjadwalan*

## ABSTRACT

**Alfiani Fatya Thamrin. CLASS SCHEDULING IN UNIVERSITY USING PURE INTEGER LINEAR PROGRAMMING MATHEMATICS MODEL.**

**Guided by DR. M. ADHA ILHAMI, S.T., M.T and BOBBY KURNIAWAN, S.T., M.T.**

University course scheduling is a very important matter in the management of tertiary institutions. In the Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Sultan Ageng Tirtayasa University, university course scheduling is still done manually. So that many obstacles complicate the process of preparing the schedule. Among them, there are still many clashes between courses, lecturers, and students and the use of space is not optimal. This study aims to determine the number of rooms needed during lectures by developing a mathematical model of the university course schedule. The mathematical model developed is the pure integer linear programming (PILP) mathematical model with the objective function of maximizing the number of rooms needed. Problem-solving in research uses an analytical approach (optimization) with deterministic parameters. The model can provide suggestions for decision-making in the implementation of offline lectures, including determining the university course scheduling and the number of rooms needed. The data that has been obtained is then processed using Microsoft Excel and Lingo 18.0 software. The computational model results show that the developed model can provide solutions for each variable needed and produce an optimal number of rooms as many as five classrooms.

*Keyword: pure integer linear programming, optimization, scheduling*

## RINGKASAN

Alfiani Fatya Thamrin. PENJADWALAN KELAS DI PERGURUAN TINGGI MENGGUNAKAN MODEL MATEMATIKA PURE INTEGER LINEAR PROGRAMMING. Dibimbing Oleh DR. M. ADHA ILHAMI, S.T., M.T dan BOBBY KURNIAWAN, S.T., M.T.

**Latar Belakang:** Ruang kelas, merupakan salah satu komponen yang menunjang pelaksanaan perkuliahan secara *offline*. Dikarenakan masa pandemi sudah berakhir maka kegiatan perkuliahan mulai dilaksanakan secara tatap muka (*offline*). Masalah yang sering terjadi yaitu bentrok antar mata kuliah satu dan yang lain, akibat dari kurang maksimalnya penggunaan ruangan yang tersedia, serta harus mempertimbangkan waktu preferensi mengajar dosen dan kepuasan mahasiswa. Faktor yang menyebabkan hal tersebut terjadi adalah penyusunan jadwal masih dilakukan secara manual, salah satunya yang terjadi pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penyusunan jadwal secara manual membutuhkan revisi atau perbaikan yang berulang-ulang sehingga sulit untuk menentukan ruangan yang dibutuhkan dan jadwal yang tidak terdapat bentrok. Penelitian ini mengembangkan model matematika dari penjadwalan perkuliahan dan penentuan jumlah ruangan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan perkuliahan secara *offline*. Model yang dikembangkan adalah model matematika pure integer linear programming dengan fungsi tujuan maksimasi jumlah ruangan yang dibutuhkan selama pelaksanaan perkuliahan berlangsung.

**Perumusan Masalah:** Dalam penelitian ini dilakukan perancangan model matematika untuk mengoptimalkan jadwal dan jumlah ruangan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan perkuliahan secara *offline*. Perancangan model matematika dibuat dengan menentukan parameter, fungsi tujuan, variabel keputusan, dan fungsi pembatas. Pemecahan model matematika yang dibuat menggunakan *software Lingo 18.0* dan akan menghasilkan keputusan berupa jadwal perkuliahan *offline* dan

jumlah ruangan yang dibutuhkan selama pelaksanaan perkuliahan *offline* berlangsung.

**Tujuan Penelitian:** Penelitian ini bertujuan untuk merancang model matematika yang menjadwalkan perkuliahan secara *offline* untuk menentukan jumlah ruangan yang dibutuhkan secara optimal dengan memperhatikan waktu preferensi dosen.

**Metode Penelitian:** Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif. Data yang dikumpulkan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil wawancara dan observasi kuesioner untuk mengetahui waktu preferensi dosen terhadap hari dan sesi perkuliahan berdasarkan keinginan dosen. Sementara data sekunder didapatkan dari hasil pencarian literatur seperti profil jurusan, mata kuliah, dosen pengampu, jumlah sesi perkuliahan per hari, dan jumlah hari perkuliahan per minggu,

**Hasil Penelitian:** Model matematika yang dikembangkan adalah model matematika *pure integer linear programming* memiliki tiga variabel keputusan dengan tujuh pembatas. Variabel keputusan model diantaranya  $X_{jklmn}$  (jadwal perkuliahan),  $Y_{mn}$  (mata kuliah yang diambil oleh kelompok mahasiswa), dan  $Q_{klm}$  (waktu preferensi mengajar). Hasil komputasi menunjukkan jadwal perkuliahan *offline* yang optimal tidak terjadi bentrok antar mata kuliah, dosen, dan mahasiswa serta jumlah ruangan yang dibutuhkan yaitu sebanyak lima ruangan kelas.

**Kesimpulan:** Hasil komputasi model menunjukkan model yang dikembangkan dapat memberikan solusi untuk setiap variabel keputusan dan menghasilkan total ruangan yang dibutuhkan sebanyak lima ruangan kelas.

Kata Kunci: *pure integer linear programming*, optimasi, dan penjadwalan

## DAFTAR ISI

Halaman Sampul .....	i
Halaman Judul .....	ii
Halaman Pernyataan Keaslian .....	iii
Halaman Pengesahan .....	ii
Prakata .....	v
Abstrak Bahasa Indonesia .....	vii
Abstrak Bahasa Inggris .....	vi
Ringkasan .....	viiix
Daftar Isi .....	ixi
Daftar Tabel .....	xii
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Arti Lambang, Singkatan, dan Istilah .....	xivi
Daftar Lampiran .....	xvi
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
1.6 Penelitian Terdahulu .....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Optimasi .....	7
2.2 Penjadwalan Kelas .....	8
2.3 <i>University Course Scheduling Problem (UCSP)</i> .....	10
2.4 <i>Linear Programming (LP)</i> .....	10
2.4.1 <i>Integer Linear Programming (ILP)</i> .....	13
2.5 Pengembangan Model Matematika .....	14
2.6 <i>Lingo</i> .....	16



<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
1 3.1 Rancangan Penelitian .....	19
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.3 Cara Pengumpulan Data .....	20
3.4 Alur Pemecahan Masalah .....	20
3.4.1 Flowchart Pemecahan Masalah .....	20
3.4.2 Flowchart Pengembangan Model .....	21
3.5 Deskripsi Flowchart .....	22
1 3.5.1 Deskripsi Flowchart Pemecahan Masalah .....	22
3.5.2 Deskripsi Flowchart Pengembangan Model .....	24
3.6 Analisis Data .....	25
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
4.1 Pengumpulan Data .....	26
4.1.1 Data Mata Kuliah dan Dosen Pengampu pada Jurusan Studi Teknik Industri .....	26
4.1.2 Periode Waktu Kuliah per Hari .....	29
4.1.3 Jumlah SKS per Mata Kuliah.....	30
4.1.4 Waktu Preferensi Mengajar.....	30
82 4.2 Pengolahan Data.....	32
4.2.1 Pengelompokan Mata Kuliah dan Dosen Pengampu .....	32
4.2.2 Pengelompokan Mata Kuliah dan Mahasiswa .....	33
4.2.3 Pengembangan Model Matematika .....	34
2 4.2.3.1 Variabel Keputusan .....	37
4.2.3.2 Fungsi Tujuan.....	37
4.2.3.3 Batasan Model .....	38
4.2.4 Implementasi Model.....	43
4.2.4.1 Pendeklarasian Indeks .....	43
4.2.4.2 Penentuan Parameter dan Variabel Keputusan .....	44
12 4.2.4.3 Penentuan Fungsi Tujuan .....	45
4.2.4.4 Penentuan Fungsi Pembatas .....	46
4.2.5 Uji Verifikasi Model .....	48

4.2.6	Analisis Sensitivitas Model .....	49
4.2.7	Interpretasi Hasil dari <i>Software Lingo</i> .....	50
98		
<b>BAB V. ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>56</b>
5.1	Analisa Model Matematika Optimasi Ruangan yang Digunakan .....	56
5.2	Analisa Implementasi Model pada Studi Kasus Penjadwalan Ruang Kelas .....	57
		15
5.3	Analisa Sensitivitas Model .....	59
<b>BAB VI. KESIMPULAN .....</b>		<b>61</b>
6.1	Kesimpulan.....	61
6.2	Saran .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>63</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>67</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS .....</b>		<b>86</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terdahulu .....	6
Tabel 2. Elemen Pemodelan Matematika dan Aktivitas yang Dilakukan.....	16
Tabel 3. Data Mata Kuliah dan Dosen Pengampu .....	26
Tabel 4. Data Mata Kuliah dan Dosen Pengampu (Lanjutan) .....	27
Tabel 5. Mata Kuliah dan Dosen Pengampu (Lanjutan) .....	28
Tabel 7. Periode Waktu Kuliah per Hari.....	29
Tabel 8. Periode Waktu Kuliah per Hari (Lanjutan) .....	30
Tabel 9. Jumlah SKS Per Mata Kuliah .....	30
Tabel 10. Waktu Preferensi Mengajar Dosen .....	31
Tabel 11. Waktu Preferensi Mengajar Dosen (Lanjutan) .....	32
Tabel 12. Mata Kuliah dan Dosen Pengampu .....	32
Tabel 13. Mata Kuliah dan Dosen Pengampu (Lanjutan).....	33
Tabel 14. Pengelompokan Mata Kuliah dan Mahasiswa .....	34
Tabel 15. Analisis Sensitivitas Model.....	49
Tabel 16. Interpretasi Hasil Penjadwalan Perkuliahan Hari Senin .....	51
Tabel 17. Interpretasi Hasil Penjadwalan Perkuliahan Hari Selasa .....	52
Tabel 18. Interpretasi Hasil Penjadwalan Perkuliahan Hari Rabu .....	53
Tabel 19. Interpretasi Hasil Penjadwalan Perkuliahan Hari Kamis .....	54
Tabel 20. Interpretasi Hasil Penjadwalan Perkuliahan Hari Jumat .....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pengembangan Metode <i>Linear Programming</i> .....	11
Gambar 2. Elemen dalam Siklus Pemodelan .....	15
Gambar 3. <i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah .....	21
Gambar 4. <i>Flowchart</i> Pengembangan Model .....	22
Gambar 5. Ilustrasi Pembatas 1 .....	38
Gambar 6. Ilustrasi Pembatas 2 .....	39
Gambar 7. Ilustrasi Pembatas 3 .....	40
Gambar 8. Ilustrasi Pembatas 4 .....	41
Gambar 9. Ilustrasi Pembatas 5 .....	41
Gambar 10. Ilustrasi Pembatas 6 .....	42
Gambar 11. Ilustrasi Pembatas 7 .....	43
Gambar 12. Input Indeks pada <i>Lingo</i> .....	44
Gambar 13. Input Parameter dan Variabel Keputusan pada <i>Lingo</i> .....	45
Gambar 14. Input Fungsi Tujuan pada <i>Lingo</i> .....	46
Gambar 15. Input Fungsi Pembatas 1 dan Pembatas 2 pada <i>Lingo</i> .....	46
Gambar 16. Input Fungsi Pembatas 3 pada <i>Lingo</i> .....	46
Gambar 17. Input Fungsi Pembatas 4 pada <i>Lingo</i> .....	47
Gambar 18. Input Fungsi Pembatas 4 pada <i>Lingo</i> (Lanjutan) .....	47
Gambar 19. Input Fungsi Pembatas 4 pada <i>Lingo</i> (Lanjutan) .....	48
Gambar 20. Input Fungsi Pembatas 4 pada <i>Lingo</i> (Lanjutan) .....	48
Gambar 21. Input Fungsi Pembatas 5, Pembatas 6 dan Pembatas 7 pada <i>Lingo</i> .....	48
Gambar 22. Hasil Uji Verifikasi Model pada <i>Software Lingo</i> .....	49

## DAFTAR ARTI LAMBANG, SINGKATAN, DAN ISTILAH

LAMBANG/SINGKATAN	Nama	Pemakaian Pertama kali pada halaman
LP	Linear Programming	3
ILP	Integer Linear Programming	3
PILP	Pure Integer Linear Programming	3
MILP	Mixed Integer Linear Programming	6
UCSP	University Course Scheduling Problem	8
SKS	Satuan Kredit Semester	10
BILP	Binary Integer Linear Programming	14
UNTIRTA	Universitas Sultan Ageng Tirtayasa	19
$J$	Indeks Ruangan	24
$K$	Indeks Hari	25
$L$	Indeks Sesi	25
$M$	Indeks Mata Kuliah	24
$N$	Indeks Kelompok Mahasiswa	24
$X_{jklmn}$	Pelaksanaan perkuliahan yang dijadwalkan pada ruangan ke - $j$ , hari ke - $k$ , sesi ke - $l$ , mata kuliah ke - $m$ untuk kelompok mahasiswa ke - $n$	36
$M_{dl}$	Mata kuliah ke - $m$ yang diampu dosen ke - $l$	36
$S_m$	Durasi Perkuliahan untuk mata kuliah ke - $m$ sesuai dengan beban SKS $S_m$	36
$Y_{mn}$	Mata kuliah ke - $m$ yang dijadwalkan untuk kelompok mahasiswa ke - $n$	36
$Q_{klm}$	Waktu preferensi mengajar dosen pada hari ke - $k$ dan sesi ke - $l$ untuk mata kuliah ke - $m$ .	36
$lm$	Indeks Gabungan Sesi dan Mata Kuliah	44
$kl$	Indeks Gabungan Hari dan Sesi	44

LAMBANG/SINGKATAN	Nama	Pemakaian Pertama kali pada halaman
<i>jk</i>	Indeks Gabungan Ruangan dan Hari	44
<i>jn</i>	Indeks Gabungan Ruangan dan Kelompok Mahasiswa	44
INF	<i>Infeasible</i>	49

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Waktu Preferensi Mengajar ( $Q_{klm}$ ).....	67
Lampiran 2. Mata Kuliah yang Diambil oleh Kelompok Mahasiswa ( $Y_{mn}$ ) .....	71
Lampiran 3. Hasil Uji Sensitivitas .....	72
Lampiran 4. Interpretasi Jadwal (5 Ruangan) .....	76
Lampiran 5. Interpretasi Jadwal (6 Ruangan) .....	81

## PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perguruan tinggi merupakan suatu lembaga pendidikan yang melaksanakan proses kegiatan belajar mengajar yang dilaksanakan rutin setiap semester. Perancangan penjadwalan merupakan kegiatan yang sangat penting dilakukan oleh pihak perguruan tinggi sebelum dilaksanakannya proses kegiatan belajar mengajar. Dengan jumlah mahasiswa yang sangat banyak, permasalahan penjadwalan perkuliahan bukan lagi permasalahan yang sederhana melainkan permasalahan yang kompleks.

Penjadwalan adalah kegiatan pengalokasian sejumlah sumber daya dalam jangka waktu tertentu ke dalam berbagai operasi yang mungkin dengan batasan atau syarat tertentu yang harus dipenuhi sehingga fungsi objektif sedekat mungkin terpenuhi. Masalah penjadwalan yang sering terjadi melibatkan beberapa sumber tertentu seperti orang, ruangan dan kendaraan yang dialokasikan ke sekumpulan objek tertentu seperti pekerjaan, periode waktu, rute dan lain sebagainya sehingga akan memenuhi beberapa tujuan yang disesuaikan pada beberapa kendala (Wungguli, 2020).

Masalah penjadwalan yang umum dijumpai di Perguruan Tinggi adalah masalah penjadwalan mata kuliah dan penjadwalan ujian. Penjadwalan perkuliahan adalah menempatkan sejumlah mata kuliah yang diampu oleh dosen tertentu ke suatu ruang kuliah dan slot waktu tertentu, sehingga beberapa kendala harus dipenuhi agar mata kuliah yang telah dijadwalkan tidak terjadi bentrok. Penempatan kapasitas kelas yang tidak tepat pun sering terjadi untuk suatu mata kuliah tertentu. Mata kuliah wajib yang diikuti oleh ratusan mahasiswa pada semester tertentu hanya memiliki kapasitas yang sedikit (Kurnia, 2021). Dalam penjadwalan mata kuliah menempatkan mata kuliah pada suatu ruangan dan waktu bukanlah suatu



permasalahan utama, melainkan menempatkan mata kuliah, mahasiswa dan dosen sehingga dosen dapat mengajar sesuai dengan periode waktu yang diinginkan dan mahasiswa dapat mempelajari mata kuliah tanpa terjadinya bentrok dengan mata kuliah lain yang dikontrak. Pada suatu perguruan tinggi, semakin bagus sistem penjadwalan perkuliahan, maka semakin teratur dan optimal pula proses belajar mengajar pada perguruan tinggi tersebut (Mattengnga, 2021).

Tahun 2022 ini merupakan masa setelah pandemi covid-19 dimana pelaksanaan kegiatan belajar mengajar semester ganjil mulai dilaksanakan secara *offline* kembali setelah dua tahun sebelumnya dilaksanakan secara *online*. Begitu pun pelaksanaan kegiatan belajar mengajar di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa khususnya di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik yang dilaksanakan secara *offline*. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa merupakan perguruan tinggi negeri pertama yang ada di Provinsi Banten yang memiliki fasilitas penunjang kegiatan belajar mengajar yang memadai. Fasilitas tersebut seperti ruang kelas, aula, dan laboratorium. Pengelolaan ruangan saat ini telah di koordinasikan dengan baik oleh ketua jurusan Teknik Industri. Namun untuk penyusunan penjadwalan perkuliahan masih dilakukan secara manual dengan kondisi hanya memiliki lima ruangan. Hal ini berakibat pada proses penjadwalan membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga terjadinya keterlambatan dalam penyusunannya dikarenakan membutuhkan revisi atau perbaikan yang berulang sehingga sulit untuk mengalokasikan ruangan sesuai dengan kebutuhan. Perbaikan ini dilakukan karena sering terjadi bentrok antar mata kuliah satu dan mata kuliah lainnya akibat dari kurang maksimalnya penggunaan ruangan yang tersedia, serta harus mempertimbangkan waktu preferensi mengajar dosen dan kepuasan mahasiswa. Metode manual tersebut tidak cukup optimal artinya waktu yang diperlukan penyusun penjadwalan mata kuliah lebih lama, penggunaan ruangan yang tersedia belum maksimal, hasil penjadwalan tersebut terdapat bentrok antar mata kuliah satu dan lainnya sehingga tidak menghasilkan penjadwalan terbaik dalam mengakomodasi kebutuhan tersebut (Mattengnga, 2021).

Berdasarkan permasalahan yang dijelaskan sebelumnya, salah satu Teknik yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan alokasi kebutuhan terkait

penjadwalan perkuliahan secara optimum adalah dengan menggunakan metode <sup>12</sup> *linear programming* (LP). Namun, di dalam suatu penjadwalan tidak ada variabel yang bernilai pecahan. Sehingga, teknik yang lebih tepat dalam menyelesaikan masalah penjadwalan adalah pengembangan metode dari *program linear* yakni <sup>14</sup> *metode integer linear programming* (ILP). Kemudian jika semua variabel keputusannya bernilai *integer* disebut program *integer* murni (*pure integer linear programming*) (PILP). Garfinkel dan Nemhauser, 1972).

Pada beberapa penelitian yang dilakukan oleh (Kurniawati dan Maskur, 2015) untuk merancang sistem aplikasi penjadwalan yang efektif dan efisien, sehingga dihasilkan <sup>11</sup> sistem aplikasi penjadwalan yang memiliki nilai optimasi dengan tingkat persentase penggunaan ruang kuliah yang efektif dan efisien. Dan tingkat akurasi dari program mencapai 94,28% dibandingkan dengan penjadwalan manual. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Wungguli, 2020). Yakni menerapkan <sup>1</sup> model *integer linear programming* dalam optimasi penjadwalan perkuliahan secara otomatis didapatkan hasil jadwal yang optimal, penjadwalan yang dihasilkan tidak terdapat bentrok dan permintaan periode waktu perkuliahan untuk beberapa mata kuliah oleh dosen dan mahasiswa dapat terpenuhi. Penelitian berikutnya dilakukan oleh (Hidayat, 2021) dengan tujuan untuk merancang model matematika yang menjadwalkan ujian *online* untuk dapat menentukan jumlah akun *zoom* yang dibutuhkan secara optimal dan mendapatkan hasil optimal yakni 3 akun *zoom* yang digunakan dalam pelaksanaan ujian.

Pada penelitian ini didapat informasi terkait kebutuhan ruangan yang tersedia dalam pelaksanaan kegiatan belajar mengajar *offline*. Jumlah ruangan tersebut yaitu sebanyak 5 ruang kelas yang tersedia. Berdasarkan latar belakang yang digambarkan sebelumnya penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan jumlah ruang kelas yang optimal dengan waktu preferensi belajar mengajar yang diinginkan oleh dosen tanpa terjadinya bentrok dengan jadwal mata kuliah, dosen maupun mahasiswa yang sama dalam satu periode waktu.

## <sup>56</sup> 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model matematika untuk penjadwalan kuliah dengan memperhatikan waktu preferensi dosen?
2. Berapakah jumlah ruangan optimal yang dapat digunakan dalam satu minggu kegiatan perkuliahan dengan memperhatikan waktu preferensi dosen dan tidak terjadi bentrok?

63

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka diperoleh tujuan penelitian yakni sebagai berikut.

1. Mengetahui bagaimana model matematika penjadwalan kuliah dengan memperhatikan waktu preferensi dosen.
2. Mengetahui jumlah ruangan kelas optimal yang dapat digunakan dalam satu minggu kegiatan perkuliahan dengan memperhatikan waktu preferensi dosen dan tidak terjadi bentrok.

1

### 1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah. Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian penjadwalan mata kuliah ini dilakukan pada mata kuliah pada jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Mata kuliah yang dijadwalkan adalah mata kuliah yang ada pada semester genap 2022-2023.
3. Kegiatan perkuliahan dilakukan secara *offline* dari hari Senin – Jumat.

55

15

### 1.5 Sistematika Penulisan

Pada sistematika penulisan memuat keterangan dari setiap isi bab yang terdapat pada laporan penelitian yang dibuat, berikut ini adalah keterangannya:

47

## BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan, dan penelitian terdahulu.

## BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi mengenai penjelasan teori - teori yang berkaitan dengan penelitian. Penjelasan tersebut bertujuan untuk meninjau

kembali teori yang didapat sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan agar penelitian pembahasannya selalu mengacu pada teori yang ada.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini berisikan rancangan penelitian, data-data yang diperoleh dari tempat penelitian baik itu data primer dan data sekunder, alur penelitian yang meliputi *flowchart* pemecahan masalah dan *flowchart* pengembangan model, deskripsi setiap tahapan yang terdapat pada alur penelitian serta analisis data.

### **BAB IV HASIL PENELITIAN**

Pada bab ini berisi mengenai pengumpulan data yang diperlukan dan tahap-tahap yang dilakukan dalam pengolahan data sesuai dengan metode yang digunakan.

### **BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisi mengenai analisa dan pembahasan yang telah didapatkan dari hasil pengolahan data yang memuat pemecahan atau solusi dari masalah yang dibahas.

### **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari permasalahan sehingga tercapainya tujuan penelitian ini dan saran untuk lembaga untuk melakukan perbaikan.

#### **1.6 Penelitian Terdahulu**

Berikut ini merupakan penelitian terdahulu yang sejenis dengan penelitian ini. Namun yang membedakan antara penelitian ini dan penelitian sebelumnya adalah menggunakan metode *pure integer linear programming*. Sehingga fungsi tujuan dan fungsi kendala yang digunakan dalam penjadwalan dirumuskan dengan model matematika *pure integer linear programming*.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil
1	Anita Kurniawati dan Maskur	<sup>11</sup> Aplikasi Penjadwalan Ruang Kuliah Dengan Metode <i>Integer Linear Programming</i> Pada FTIF ITATS	<i>Integer Linear Programming</i> (ILP)	<sup>11</sup> Mendapatkan sistem aplikasi penjadwalan dengan hasil nilai optimasi dengan tingkat persentase penggunaan ruang kuliah yang efektif dan efisien.
2	Djihad Wungguli dan Nurhan (2020)	Penerapan Model <i>Integer Linear Programming</i> dalam Optimasi Penjadwalan Secara Otomatis	<i>Integer Linear Programming</i> (ILP) dan <i>Branch and Bound</i> dengan bantuan software <i>LINGO 18.0</i>	<sup>4</sup> Model penjadwalan perkuliahan pada Program Studi Matematika telah menghasilkan jadwal yang optimal dengan mengakomodasi semua syarat dan kendala yang ada.
3	Algethami <sup>67</sup> Laesankang (2021)	<i>A Mathematical Model for Course Timetabling Problem With Faculty-Course Assignment Constraints</i> Penggunaan <i>Integer Linear Programming</i>	<i>Mixed Integer Linear Programming</i> (MILP)	<sup>51</sup> Fungsi tujuan dan fungsi kendala dalam penjadwalan dapat dirumuskan dalam model matematika dengan menggunakan <i>Mixed Integer Linear Programming</i> (MILP).
4	Damaris Lalang dan Dewi Rosalina Alojaha (2021)	<i>Programming</i> Untuk Meminimalkan Ruang Kuliah pada Mata Kuliah Dasar Umum (MKDU)	<i>Integer Linear Programming</i> (ILP)	Mendapatkan solusi optimal yaitu 19 ruangan perkuliahan yang digunakan untuk proses perkuliahan menjadi 5 ruangan
6	Aulia Anis Rahmawati (2022)	<sup>39</sup> Penjadwalan Kelas Bersyarat Menggunakan Pendekatan <i>Linear Programming</i> (Studi Kasus Universitas Duta Bangsa Wonogiri)	<i>Linear Programming</i>	Mendapatkan hasil sis <sup>39</sup> penjadwalan yang optimal yakni bentrok dalam p <sup>39</sup> ambilan jadwal oleh mahasiswa dan bentrok kapasitas kelas dapat dihindari

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 <sup>7</sup>Optimasi

Optimasi merupakan suatu pencapaian keadaan dengan kata lain tindakan terbaik yang mampu dicapai dari suatu masalah pengambilan keputusan dengan berbagai macam sumber daya yang membatasinya. Optimasi merupakan suatu pencapaian terbaik dari usaha yang telah dilakukan. Optimasi *linear* erat kaitannya dengan bagaimana menentukan nilai-nilai ekstrem pada fungsi *linear* maksimasi atau minimasi. Persoalan optimasi secara umum terbagi menjadi dua yaitu optimasi tanpa kendala dan optimasi dengan kendala. Pada dasarnya optimasi dengan kendala adalah penentuan dari persoalan berbagai nilai variabel suatu fungsi untuk mendapatkan hasil yang maksimum atau minimum dengan memperhatikan batasan-batasan yang ada (Silaban dkk, 2022).

<sup>5</sup> Teknik optimasi sangat aplikatif pada permasalahan-permasalahan yang menyangkut pengoptimalan, baik itu maksimasi atau minimasi. Teknik optimasi merupakan suatu teknik pengalokasian sumber daya, baik bahan baku, waktu, tenaga kerja maupun uang, tergantung dari kondisi yang diinginkan. Dengan menggunakan teknik ini, maka sumber daya terbatas yang dimiliki dapat terproses dengan baik dan mendapatkan hasil yang maksimal. Terdapat banyak jenis teknik optimasi yang dapat digunakan mengikuti proyek yang akan di optimasi yaitu optimasi *linear* atau yang sering disebut program *linear*, kemudian optimasi *linear* dengan variabelnya bilangan *Integer* atau bilangan bulat atau yang sering disebut dengan *Integer Linear Programming*, ada juga optimasi *linear* yang variabelnya bersifat ya atau tidak atau disimbolkan 1 jika ya, 0 jika tidak yang dikenal dengan *Binary Integer Linear Program* (Suwirmayanti, 2017). Terdapat banyak teknik optimasi diantaranya yaitu (Purba dan Ahyaningsih, 2020):

- <sup>21</sup> 1. Program Linier

Program linier merupakan suatu model dari penelitian operasional (riset operasi) yang digunakan untuk memecahkan masalah optimasi.

2. Metode Simpleks

Metode simpleks dikembangkan oleh George Dantzig pada tahun 1947, berbeda *Linear Programming* dengan metode grafik yang hanya dapat digunakan untuk menyelesaikan kasus dengan dua variabel keputusan, maka metode simpleks dapat digunakan untuk memecahkan kasus dengan banyak variabel. Metode simpleks ialah suatu metode yang secara sistematis dimulai dari suatu pemecahan dasar yang fisibel ke pemecahan dasar yang fisibel lainnya dan ini dilakukan berulang-ulang

3. *Integer Programming*

*Integer programming* adalah persoalan program linier (*linear programming*) dimana pemecahan optimalnya harus menghasilkan bilangan bulat (*integer*) jadi bukan pecahan.

## 2.2 Penjadwalan Kelas

Penjadwalan adalah aspek yang penting dalam pengendalian operasi baik dalam industri manufaktur maupun jasa (Kurnia, 2021). Penjadwalan adalah kumpulan kebijakan dan mekanisme dalam sistem operasi yang berhubungan dengan urutan kerja yang dilakukan sistem komputer. Penjadwalan digunakan untuk memutuskan proses yang harus bekerja serta kapan dan berapa lama proses tersebut berjalan. Penjadwalan dibutuhkan untuk perkuliahan dengan pengalokasian sumber daya yang tepat, seperti ruangan yang digunakan, mahasiswa, dosen, dan mata kuliah. Dengan pengaturan penjadwalan yang efektif dan efisien, universitas akan dapat memenuhi perkuliahan tepat pada waktu serta mata kuliah yang telah ditentukan. Penjadwalan diperlukan ketika beberapa mata kuliah harus dilaksanakan pada suatu ruangan tertentu yang tidak bisa digunakan lebih dari mata kuliah pada saat yang sama. Penjadwalan yang baik akan memaksimalkan efektivitas pemanfaatan sumber daya yang ada, sehingga penjadwalan merupakan kegiatan yang penting dalam perencanaan dan



pengendalian produksi. Tahap perencanaan dan tahap implementasi dari kegiatan penjadwalan merupakan masalah yang kompleks (Lalang dan Aloha, 2022).

Sasaran utama proses penjadwalan adalah (Sasongko dkk, 2020):

1. Adil, tidak ada proses yang tidak kebagian layanan.
2. Efisien, pemroses dijaga tetap bekerja agar tidak ada waktu yang terbuang.
3. Waktu tanggap, termasuk di dalamnya sistem waktu interaktif dan sistem waktu nyata.
4. *Turn around time*, waktu yang diperlukan untuk serangkaian proses.
5. *Throughput*, jumlah kerja yang didapat dilakukan dalam satu satuan waktu

Adapun untuk aktivitas penjadwalan pada dasarnya dapat dibedakan menjadi lima tingkatan dengan masing-masing kurun waktunya, yaitu (Ramadhani, 2018):

- a) *Long-range planning* (2 – 5 tahun)
- b) *Middle-range planning* (1 – 2 tahun)
- c) *Short-range planning* (3 – 6 bulan)
- d) Penjadwalan (2 – 6 minggu)
- e) Penjadwalan reaktif atau *kontrol* (1 – 3 hari)

Penjadwalan kelas adalah mengalokasikan sumber daya dari waktu ke waktu untuk melakukan sejumlah tugas atau untuk menghasilkan sebuah sekumpulan pekerjaan. Sumber daya yang dimaksudkan adalah dosen, ruangan kelas, mata kuliah, dan mahasiswa. Masalah mendasar dari penjadwalan ruang kuliah adalah menetapkan kegiatan-kegiatan universitas seperti perkuliahan terhadap berbagai sumber daya tersebut. Kegiatan perkuliahan membutuhkan ruangan untuk menunjang kegiatan setiap aktivitas akademik, seperti ruang kuliah (Kurniawati dan Maskur, 2015).

Penjadwalan perkuliahan (*lecture timetabling*) adalah masalah menempatkan waktu dan ruangan kepada sejumlah kuliah, tutorial, dan kegiatan akademik sejenis, dengan memperhatikan sejumlah aturan yang berhubungan dengan kapasitas dan lokasi dari ruangan yang tersedia, waktu bebas yang



diperlukan dan sejumlah aturan lain yang berkaitan dengan toleransi untuk dosen, dan berhubungan antar mata kuliah khusus (Ruhayat dkk, 2015). Penjadwalan kelas merupakan penyusunan dan pengaturan jadwal mata kuliah - mata kuliah pada slot waktu yang tersedia selama satu minggu beserta pembagian ruang kelasnya seperti ditunjukkan pada penjadwalan tersebut harus memperhatikan beberapa hal seperti kapasitas ruang, dosen, mahasiswa, dan jumlah SKS setiap mata kuliah (Ana dkk, 2013).

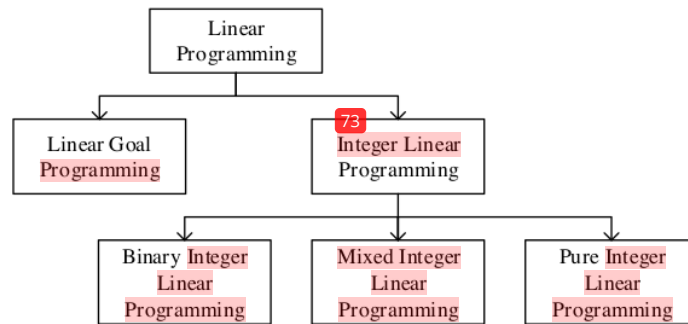
### 2.3 University Course Scheduling Problem (UCSP)

Permasalahan penjadwalan mata kuliah standar internasional, dikenal dengan istilah *University Course Scheduling Problem* (UCSP). Penyusunan jadwal mata kuliah - mata kuliah pada slot waktu yang tersedia selama satu minggu. pengaturan jadwal mata kuliah - mata kuliah pada slot waktu yang tersedia selama satu minggu. Komponen yang mempengaruhi jadwal terdiri dari kapasitas ruangan yang tersedia, waktu kehadiran dosen, mahasiswa, serta batasan-batasan yang ditentukan. Batasan atau kendala (*constraint*) yang terdapat dalam UCSP terbagi dalam dua kategori yaitu batasan lunak (*soft constraint*) dan batasan mutlak (*hard constraint*). Batasan mutlak merupakan batasan penting yang harus terpenuhi dalam pembuatan jadwal, sedangkan batasan lunak merupakan batasan yang menentukan kualitas dari jadwal yang dibuat (Ana dkk, 2013).

### 2.4 Linear Programming (LP)

Program Linear (*Linear Programming*) merupakan teknik aplikasi dari matematika yang dikembangkan oleh (Dantzig, 1990). Kata "linear" berarti bahwa seluruh fungsi persamaan atau pertidaksamaan matematis yang disajikan dari permasalahan ini haruslah bersifat linear, sedangkan kata "program" merupakan sinonim untuk model perencanaan. Jadi, program linear merupakan perencanaan kegiatan-kegiatan untuk mencapai hasil yang optimal, yaitu suatu hasil yang mencerminkan tercapainya sasaran atau tujuan tertentu yang paling baik. *Linear Programming* digunakan untuk memecahkan masalah-masalah yang memerlukan pemecahan dalam proses maksimasi atau minimasi dengan menggunakan teknik matematik dalam bentuk ketidaksamaan linear. Pemecahan masalah dengan menggunakan *linear programming* akan memperhatikan kendala-kendala tersebut

dalam bentuk ketidak-samaan *linear* dalam bentuk variabel-variabel tertentu. *Linear programming* dapat didefinisikan sebagai metode yang digunakan untuk mengombinasikan faktor-faktor produksi yang bertujuan untuk mengoptimalkan suatu tujuan dengan rencana produksi dan peralatan tertentu (Silaban dkk, 2022). Berikut ini adalah perluasan dari *linear programming* (Garfinkel dan Nemhauser, 1972).



**Gambar 1. Pengembangan Metode *Linear Programming***

Sumber: Garfinkel dan Nemhauser, 1972

Pada gambar di atas dapat diketahui bahwa *linear programming* memiliki pengembangan model. Yaitu *goal programming* dan *integer linear programming*. Menurut Harjiyanto (2014) *Goal Programming* adalah salah satu model matematis yang dipandang sesuai digunakan untuk pemecahan masalah multi tujuan karena melalui variabel deviasinya, *goal programming* secara otomatis menangkap informasi tentang pencapaian relatif dari tujuan yang ada. *Integer linear programming* merupakan pengembangan dari program *linear* dimana beberapa atau semua variabel keputusannya harus berupa *integer*. Adapun jenis-jenis *integer linear programming* terdiri dari program *integer* campuran (*mixed integer programming*), program *integer* murni (*pure integer programming*) dan *binary integer linear programming* (Garfinkel dan Nemhauser, 1972).

Pemrograman *linear* merupakan proses penyusunan program *linear* yang solusinya menjadi dasar bagi pengambilan keputusan terhadap masalah riil yang dimodelkan. Menurut Mattengnga (2021) program *linear* berkaitan dengan penjelasan suatu dunia nyata sebagai suatu model matematika yang terdiri atas sebuah fungsi tujuan. Pada pemecahan masalah terkait program *linear* terdapat

syarat dalam penyusunan model diantaranya yaitu terdapat variabel keputusan (19) (*decision variable*), fungsi tujuan (*objective function*) dan batasan atau kendala (*constraint*) (Jainuddin, 2019). Agar program linear dapat diterapkan, beberapa asumsi perlu diterapkan seperti: fungsi tujuan dan persamaan setiap batasan harus linear, parameter-parameter harus diketahui atau dapat diperkirakan dengan pasti (25) (deterministik), dan variabel-variabel keputusan harus dapat dibagi, ini berarti bahwa suatu penyelesaian “feasible” dapat berupa bilangan pecahan (Ngusman, 2018).

Menurut (Hilman, 2017) Dalam menyusun model dari formulasi persoalan program linear, digunakan karakteristik-karakteristik yang biasa digunakan dalam program linear yaitu: (33)

#### 1. Variabel Keputusan

Variabel keputusan adalah variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat.

#### 2. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan merupakan fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimumkan atau diminimumkan sesuai dengan yang sudah ditentukan sebelumnya. (59) Fungsi tujuan ini merupakan formula matematis tentang hal-hal yang ingin dicapai, sehingga untuk mencapai tujuan tersebut harus menghadapi berbagai kendala atau batasan. Menurut Ristianasari (2017) (2) dalam penulisan fungsi tujuan dapat dituliskan dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Maximize} = nX_1 + nX_2 + \dots + nX_n \quad (1)$$

$$\text{Minimize} = nX_1 + nX_2 + \dots + nX_n \quad (2)$$

Perumusan *maximize* atau maksimasi digunakan untuk tujuan yang fungsinya adalah meningkatkan tujuan, sedangkan perumusan *minimize* atau minimasi digunakan untuk tujuan yang fungsinya adalah meminimalkan tujuan.

Keterangan:

$n$  = nilai positif dari variabel

$X_1, X_2, \dots, X_n$  = variabel keputusan yang digunakan untuk mencapai fungsi

tujuan

### 3. Batasan

Batasan merupakan variable yang menjadi pembatas atau kendala yang dihadapi dalam mencapai fungsi tujuan. Dalam penulisan batasan tersebut perlu memperhatikan mengenai variabel yang menjadi batasan dalam mencapai fungsi tujuan. Menurut Ristianasari (2017) dalam penulisan fungsi tujuan dapat dituliskan dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Batasan 1} = nX1 + nX2 + \dots + nXn \geq p \quad (3)$$

$$\text{Batasan 2} = nX1 + nX2 + \dots + nXn \leq q \quad (4)$$

Keterangan:

Batasan 1 & 2 = variabel-variabel yang menjadi batasan dalam mencapai fungsi tujuan

$n$  = nilai positif dari variabel

$X1, X2, \dots, Xn$  = variabel keputusan yang digunakan untuk mencapai fungsi tujuan

$p$  &  $q$  = nilai konstanta yang menjadi pembatas pada masing-masing batasan

#### 2.4.1 Integer Linear Programming (ILP)

Menurut (Anderson dkk, 2004) *Integer linear programming* merupakan model program linear dengan persyaratan tambahan yaitu beberapa atau semua variabel keputusan harus merupakan bilangan bulat. Penggunaan variabel bilangan bulat memberikan tambahan fleksibilitas dalam pembuatan model. Menurut Borcinova (2017) *Integer linear programming* merupakan sebuah metode matematik untuk memaksimalkan profit dan meminimalisasi *cost* berdasarkan sebuah model matematika yang melibatkan variabel-variabel yang bertipe *integer* yang direpresentasikan dalam suatu bentuk hubungan yang bersifat linear. Penyelesaian persamaan matematik biasanya menghasilkan keluaran berupa bilangan pecahan, jika sistem mengharapkan keluaran bilangan *integer*, maka ILP merupakan algoritma paling tepat karena jika menggunakan pembulatan sering kali hasil yang diperoleh bukan solusi optimal. *Integer Programming* (Program Bilangan Bulat) muncul karena tidak semua variabel keputusan dapat berupa bilangan pecahan,

melainkan bilangan bulat. <sup>49</sup> *Integer linear programming* (IP) merupakan suatu pemrograman linear yang <sup>14</sup> sebagian atau semua variabel yang digunakan merupakan bilangan bulat (*integer*). *Integer linear programming* merupakan pengembangan dari program linear dimana beberapa atau semua variabel keputusannya harus berupa integer (Garfinkel dan Nemhauser, 1972). Ada 3 jenis *integer programming* yaitu (Winston, 2004):

- <sup>49</sup> *Pure Integer Linear Programming* (PILP), jika suatu *integer programming* menggunakan semua variabel yang berupa *integer*.
- Mixed Integer Linear Programming* (MILP), jika suatu *integer programming* menggunakan sebagian saja variabel yang integer.
- Binary Integer Linear Programming* (BILP) 0-1 IP, jika suatu *integer programming* menggunakan variabel yang bernilai 0 atau 1.

<sup>12</sup> Secara matematis, program bilangan bulat dapat dinyatakan sebagai berikut

(Basriati, 2018):

Maksimumkan:

$$z = \sum_{j=1}^n C_j X_j \quad (5)$$

dengan kendala:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (6)$$

$x_j \geq 0$ , *Integer* untuk setiap  $x_j$

Untuk  $i = 1, 2, \dots, m$ .

## 2.5 Pengembangan Model Matematika <sup>19</sup>

Menurut (Ilhami, 2020) pemodelan merupakan salah satu cara untuk menentukan solusi dari suatu permasalahan di dunia nyata. Pemodelan berfungsi untuk memodelkan fenomena di dunia nyata menjadi model, pada umumnya menggunakan notasi dan fungsi matematika untuk memformulasikan modelnya. Solusi model dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai pendekatan seperti

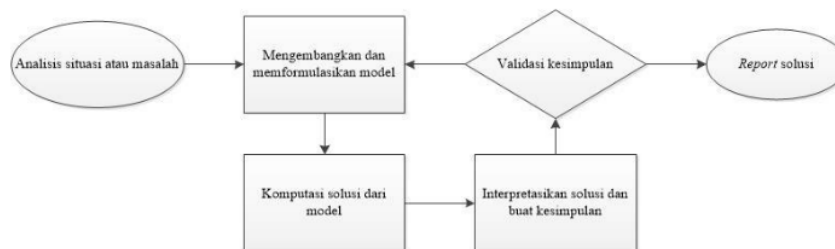
pendekatan analitik, *heuristic*, *metaheuristic* dan simulasi. Secara sederhana tahapan pengembangan model matematika diantaranya:

1. Menyusun pertanyaan
2. Menentukan pendekatan model yang tepat
3. Memformulasikan model
4. Mencari solusi dari model
5. Menjawab pertanyaan

Menurut (Daellenbach, 1994), model matematika dapat diartikan sebagai model yang baik jika memenuhi unsur-unsur sebagai berikut:

1. *Simple*, yaitu mudah dipahami oleh pengamat.
2. *Complete* atau komprehensif, yaitu melibatkan semua aspek yang signifikan dalam menentukan fungsi objektif.
3. *Easy to manipulate*, yaitu memungkinkan untuk memperoleh hasil dari model.
4. *Adaptive*, yaitu dapat menyesuaikan dengan perubahan yang terjadi pada masalah.
5. *Easy to communicate*, yaitu mudah untuk diterapkan, diperbaharui dan diubah sesuai situasi.
6. *Appropriate*, yaitu menghasilkan *output* yang sesuai dan *output* tersebut berada dalam horizon waktu yang masuk akal.

Menurut Anhalt dan Cortez (2015) memberikan gambaran terkait siklus pemodelan matematika. Dikatakan siklus <sup>108</sup> karena dalam hal ini siklus model bersifat berulang hingga memperoleh model yang dapat memberikan solusi dalam menyelesaikan permasalahan yang ditentukan.



**Gambar 2. Elemen dalam Siklus Pemodelan**

Sumber: Anhalt dan Cortez, 2015

Dari gambar di atas, dapat diketahui bahwasanya setiap aktivitas saling terhubung ke setiap elemen dan membentuk sebuah siklus. Berikut ini adalah deskripsi eksplisit dari siklus pemodelan:

**Tabel 2. Elemen Pemodelan Matematika dan Aktivitas yang Dilakukan**

No.	Elemen Pemodelan	Aktivitas Detail
1	Analisis situasi atau masalah	Mengidentifikasi permasalahan yang harus diselesaikan atau perlu dipahami dan dijelaskan, dan melakukan penelitian pendahuluan jika diperlukan
2	Mengembangkan dan memformulasikan model	Mengumpulkan informasi yang tersedia dan asumsi (jika diperlukan) untuk kemudian diterjemahkan menjadi permasalahan matematika yang dapat diselesaikan.
3	Komputasi solusi model	Cari solusi dari model matematika, analisis dan lakukan percobaan operasi yang berbeda pada model. Kemudian periksa keakuratan model
4	Interpretasikan solusi dan buat kesimpulan	Interpretasikan solusi matematika ke dalam situasi sesungguhnya, kemudian tarik kesimpulan kesesuaian solusi dengan keadaan sebenarnya
5	Validasi kesimpulan	Refleksikan apakah solusi matematika tersebut masuk akal terhadap keadaan sebenarnya, jika tidak maka kembali pada langkah 2
6	Kembangkan dan formulasikan model baru atau model yang dimodifikasi	Revisi asumsi berdasarkan fakta solusi model, terjemahkan menjadi model baru atau modifikasi model. Jika terjadi modifikasi yang mengubah model maka perlu dilakukan kembali langkah 3 – 5.
7	Laporkan solusi	Berikan jabaran kesimpulan serta penjelasan alasan kesimpulan tersebut

Sumber: Anhalt dan Cortez, 2015

## 2.6 Lingo

Lingo adalah sebuah *software* yang dapat digunakan untuk mencari penyelesaian dari permasalahan dalam pemrograman *linear*, *non-linear* dan *integer*. Lingo merupakan generasi yang lebih tua dari *software lindo*. Dengan menggunakan *software Lingo* pengguna memungkinkan melakukan perhitungan permasalahan *linear programming* dengan jumlah  $n$  variabel. Cara kerja Lingo



tidak jauh berbeda dengan *lindo* yaitu memasukkan data dengan model *linear* yang dibuat, kemudian menaksirkan kebenaran dan kelayakan data berdasarkan penyelesaiannya (Kurnia dkk, 2020). Cara menggunakan *software Lingo* terdiri dari beberapa tahapan yang perlu dilakukan diantaranya (Harjiyanto, 2014):

1. Merumuskan masalah dalam kerangka program linear;
2. Menuliskan dalam persamaan matematik;
3. Merumuskan rumusan ke dalam *LINGO* kemudian mengeksekusi rumus tersebut;
4. Interpretasi *output LINGO*.

*Software Lingo* menyediakan paket integrasi lengkap yang termasuk di dalamnya yaitu bahasa untuk optimasi model yang mudah dipahami. Selain itu *Lingo* juga dapat digunakan dalam pengambilan keputusan dalam perencanaan produksi, transportasi, keuangan, alokasi saham, penjadwalan, inventarisasi, pengaturan model, alokasi daya dan lain sebagainya. Sebuah optimasi terdiri dari tiga bagian utama yaitu (Mustika dan Syafi'i Ceffi, 2020):

1. Fungsi tujuan yaitu sebuah formula yang mendeskripsikan apa yang harus di optimasi dalam suatu model. Sebagai contoh, fungsi tujuan dari suatu model adalah maksimasi keuntungan.

Contoh penulisan model matematik pada *software Lingo*:

```
min = @sum(links(i,j): cost(i,j)*volume(i,j));
@for(d(j): @sum(s(i):volume(i,j)) >= demand(j));
@for(s(i): @sum(d(j):volume(i,j)) <= supply(i)); End
```

2. Variabel adalah kuantitas yang bisa diubah untuk mengeluarkan hasil yang optimal dari fungsi tujuan. Contoh penulisan model matematis untuk variabel pada *software Lingo*:

```
s / s1 s2 s3 s4/: supply;
d / d1 d2 d3 d4 d5 d6/: demand;
links(s, d):cost, volume;
endsets
```



18

3. Batasan formula yaitu yang didefinisikan sebagai nilai pembatas dari suatu variabel. Berikut merupakan contoh model matematis penulisan

batasan formula pada *software Lingo*:

supply = 32000 10000 3500 23000;

demand = 1500 1700 30000 6000 8000 10000;

cost = 11 8 2 3 12 10 11 5 3 2 10 5 14 8 12 10 2 11 11 9 10 5 11 2;

enddata

## METODE PENELITIAN

## 3.1 Rancangan Penelitian

Permasalahan penjadwalan mata kuliah yang ada di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik UNTIRTA timbul akibat masih menerapkan penjadwalan secara manual sehingga membutuhkan waktu yang lama, kondisi ruangan yang terbatas dan sering terjadi bentrok antar mata kuliah satu dan lainnya melihat kondisi demikian peneliti mengusulkan untuk melakukan optimasi penjadwalan yang diharapkan dapat memperbaiki sistem penjadwalan mata kuliah sehingga tercapainya proses belajar mengajar *offline* yang baik apalagi Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik UNTIRTA dari tahun ke tahun selalu mengalami peningkatan jumlah mahasiswa. Berdasarkan permasalahan yang akan diteliti, metode yang digunakan oleh peneliti pada penelitian ini adalah metode kuantitatif. Pendekatan kuantitatif berupa data penjadwalan mata kuliah di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik UNTIRTA yang diambil dan diolah berbentuk angka seperti jumlah mata kuliah, dosen pengampu, dan waktu preferensi mengajar.

Pada penelitian ini pengumpulan data yang diambil yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang didapatkan dari observasi lapangan atau mendatangi tempat penelitian secara langsung sedangkan data sekunder yaitu data yang didapatkan langsung dari Universitas.

## 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang bertempat di Jl. Jendral Sudirman Km 3, Kelurahan Kotabumi, Kecamatan Purwakarta, Kota Cilegon, Banten. Waktu pengumpulan data dilakukan selama 3 bulan.

### <sup>1</sup> 3.3 Cara Pengumpulan Data

Berikut ini merupakan cara pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian ini. Adapun untuk jenisnya terdapat dua jenis data yakni data primer dan sekunder.

#### 1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung terhadap objek penelitian. Data primer yang didapatkan dengan observasi secara langsung di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik UNTIRTA, baik observasi objek maupun kuesioner. Kuesioner yang dilakukan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan data mata kuliah, dan jadwal hari mata kuliah yang sesuai dengan kesediaan atau waktu preferensi mengajar dosen pengampu.

#### 2. Data Sekunder

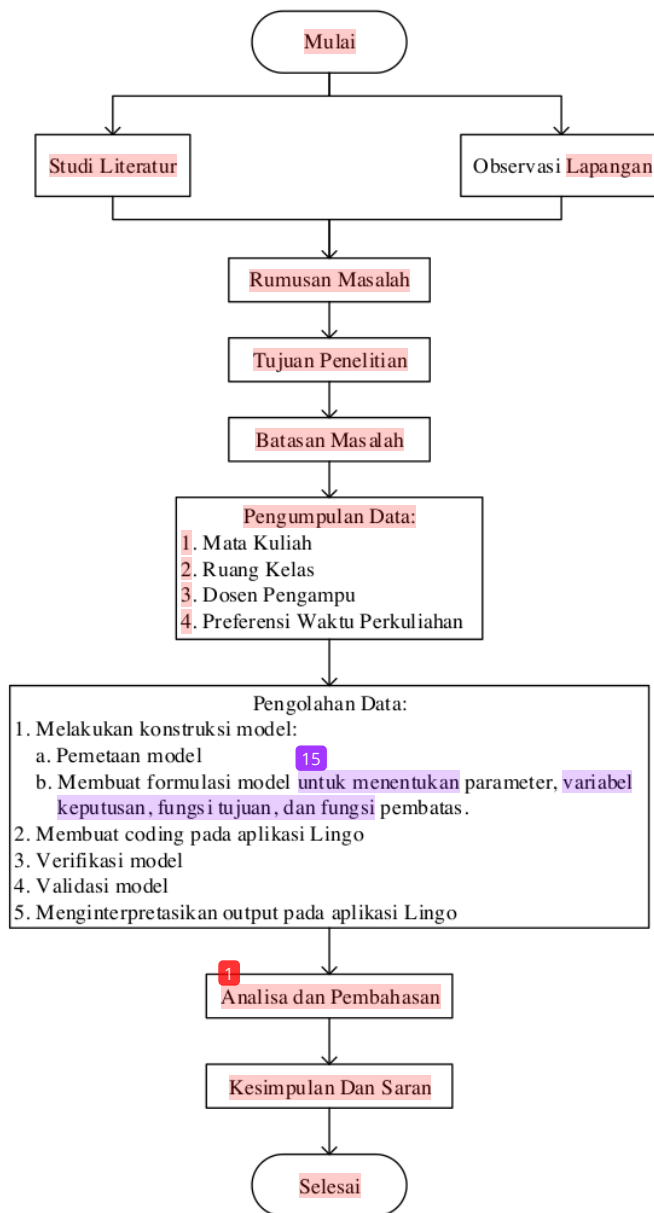
Data sekunder bersumber dari data-data perantara seperti data *record* atau histori. Data sekunder berupa data diperoleh dari Universitas seperti profil jurusan, mata kuliah, dosen pengampu, dan jumlah mata kuliah per-hari dan jumlah mata kuliah per-minggu.

### 3.4 Alur Pemecahan Masalah

Alur pemecahan masalah adalah rangkaian prosedur atau tahap-tahap dalam penelitian yang bertujuan guna memperoleh tahapan yang terstruktur secara sistematis, sehingga penelitian dapat dilakukan dan efektif dan efisien. Pada Subbab ini terdapat dua *flowchart* yakni *flowchart* pemecahan masalah yang menggambarkan terkait tahapan pemecahan masalah secara umum dan *flowchart* pengembangan model yang menggambarkan lebih detail terkait pengembangan model matematika.

#### 3.4.1 *Flowchart* Pemecahan Masalah

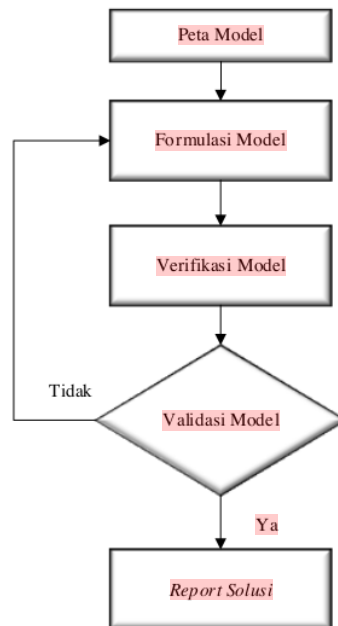
Adapun untuk *flowchart* pemecahan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



**Gambar 3. Flowchart Pemecahan Masalah**

### 3.4.2 Flowchart Pengembangan Model

Adapun untuk flowchart pengembangan model pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



**Gambar 4. Flowchart Pengembangan Model**

### 3.5 Deskripsi Flowchart

Deskripsi *flowchart* menjelaskan deskripsi dari alur pemecahan masalah dan alur pengembangan model secara detail dari gambar *flowchart* yang telah dibuat.

#### 3.5.1 Deskripsi Flowchart Pemecahan Masalah

Berikut ini adalah deskripsi dari setiap tahapan yang terdapat dalam *flowchart* pemecahan masalah pada penelitian ini:

##### 1. Mulai

Peneliti memulai penelitian dan diharuskan untuk mengetahui bagaimana kondisi awal dari pelaksanaan kegiatan belajar mengajar secara *offline* di jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

##### 2. Studi Literatur

Studi literatur adalah dasar teori yang digunakan untuk melakukan studi dengan mencari referensi teori yang berkaitan dengan penelitian.

##### 3. Observasi Lapangan

Observasi lapangan merupakan tahapan yang bertujuan untuk melakukan pengamatan secara langsung pelaksanaan kegiatan belajar mengajar secara *offline*.

4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah merupakan kunci utama dari permasalahan yang akan diselesaikan. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah merumuskan masalah yang terjadi berdasarkan data yang ada.

5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian merupakan hal-hal yang ingin dicapai dalam penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan.

6. Batasan Masalah

Batasan masalah dilakukan agar penelitian tetap berfokus sesuai dengan tujuan penelitian sehingga dapat mempermudah peneliti dalam melakukan penelitian.

7. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data primer yaitu dengan cara wawancara dan data sekunder. Adapun data sekunder yang dikumpulkan adalah profil jurusan, mata kuliah, data ruangan kelas, dosen pengampu, dan preferensi waktu

8. Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini adalah mengonstruksi model yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu melakukan pemetaan model, membuat *coding* pada aplikasi *Lingo*, dan menginterpretasikan *output* pada aplikasi *Lingo* menjadi jadwal pelaksanaan kegiatan belajar mengajar *offline*.

9. Analisa dan Pembahasan

Analisa dan pembahasan dilakukan untuk menganalisis dari data-data yang telah diolah dengan berdasarkan studi literatur sehingga didapatkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

10. Kesimpulan dan Saran

<sup>1</sup> Analisa dan pembahasan dilakukan untuk menganalisis dari data-data yang telah diolah dengan berdasarkan studi literatur sehingga didapatkan hasil penelitian yang telah dilakukan, serta memberikan saran pada penelitian yang akan dilaksanakan selanjutnya.

11. Selesai

Selesai merupakan Tahapan akhir dalam penelitian yang telah selesai dilakukan.

3.5.2 Deskripsi *Flowchart* Pengembangan Model

Pengembangan model matematika ini merupakan tahapan utama dalam penelitian ini, sehingga pengembangan model yang dilakukan berdasarkan pada siklus pengembangan model Anhalt dan Cortez (2015). Berikut ini adalah deskripsi dari setiap tahapan yang terdapat dalam *flowchart* pengembangan model pada penelitian ini:

1. Peta Model

Pemetaan model merupakan tahap awal dalam melakukan pengembangan model.

2. Formulasi Model

Formulasi model merupakan penulisan persamaan matematika dari semua fungsi yakni fungsi tujuan maupun fungsi pembatas. Pada proses formulasi ini akan ditentukan parameter, variabel keputusan, fungsi tujuan dan fungsi pembatas yang dibutuhkan dalam proses analisa masalah yang ada menjadi model matematika. Model yang digunakan adalah model matematika *pure integer linear programming* (PILP).

<sup>2</sup> a) Variabel Keputusan

Variabel keputusan merupakan variabel yang belum diketahui nilainya atau yang akan dicari nilainya. Pada penelitian ini variabel keputusannya adalah menentukan mata kuliah  $m$  diambil oleh kelompok mahasiswa  $n$ . Serta menentukan penjadwalan mata kuliah  $m$  sesuai dengan ruangan  $j$  yang

tersedia, pada hari ke -  $k$ , sesi ke -  $l$  dengan memperhatikan waktu preferensi mengajar setiap dosen pengampu mata kuliah.

b) **Fungsi Tujuan**

Fungsi Tujuan merupakan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini, yaitu memaksimalkan penggunaan ruangan tersedia yang terpakai selama satu minggu kegiatan perkuliahan dengan memperhatikan waktu preferensi mengajar dosen pada pelaksanaan kegiatan belajar mengajar secara *offline*.

c) **Fungsi Pembatas**

Fungsi pembatas merupakan variabel yang menjadi pembatas dalam mencapai fungsi tujuan.

3. **Verifikasi Model**

Verifikasi model dilakukan dengan menjalankan model pada *Software Lingo* bertujuan untuk memastikan tidak terdapat *error* dalam model yang dibuat.

4. **Validasi Model**

Tahap ini adalah tahap dilakukan analisis sensitivitas model untuk melihat apakah model menunjukkan hasil yang logis atau belum. Analisis sensitivitas dilakukan untuk mempelajari pengaruh perubahan parameter model PILP terhadap pemecahan optimum.

5. **Report Solusi**

Solusi yang didapatkan akan disajikan dalam bentuk data tabel.

**3.6 Analisis Data**

Analisis data dilakukan bertujuan untuk mengetahui hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan. Selain itu bertujuan untuk pengujian validitas model, dan selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas. Analisis sensitivitas ini digunakan untuk validasi sekaligus menguji model yang telah dikembangkan mampu mengoptimalkan ruangan tanpa kendala-kendala yang ada.



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN

#### 4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini didapatkan dari hasil observasi objek maupun kuesioner dan wawancara. Observasi objek secara langsung maupun kuesioner dan membagikan kuesioner kepada dosen. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui jadwal hari mata kuliah yang sesuai dengan kesediaan dosen atau waktu preferensi mengajar dosen pengampu untuk pelaksanaan perkuliahan semester Genap tahun ajaran 2022-2023. Kemudian pengumpulan data juga dilakukan melalui wawancara. Wawancara dilakukan untuk mengetahui data profil jurusan, mata kuliah, dosen pengampu, jumlah mata kuliah per-hari, jumlah mata kuliah per-minggu dan proses penyusunan jadwal mata kuliah pada jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Sementara, wawancara tersebut dilakukan dengan staf admin yang telah berpengalaman dan mengetahui proses penyusunan jadwal mata kuliah secara spesifik.

##### 4.1.1 Data Mata Kuliah dan Dosen Pengampu pada Jurusan Studi Teknik Industri

Berikut ini adalah data mata kuliah dan dosen pengampu pada jurusan Teknik industri semester genap tahun ajaran 2022-2023.

Tabel 3. Data Mata Kuliah dan Dosen Pengampu

No.	Mata kuliah	Kelas	SKS	Dosen Pengampu
1	Analitika Data	A	2	Achmad Bahauddin, S.T., M.T.
2	Analitika Data	B	2	Achmad Bahauddin, S.T., M.T.
3	Analitika Data	C	2	Achmad Bahauddin, S.T., M.T.
4	Analitika Data	D	2	Achmad Bahauddin, S.T., M.T.
5	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi	C	2	Akbar Gunawan, S.T., M.T.
6	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi	D	2	Akbar Gunawan, S.T., M.T.
7	Proses Manufaktur	C	2	Ade Irman Saeful Mutaqin S.S.T., M.T.

Tabel 4. Data Mata Kuliah dan Dosen Pengampu (Lanjutan)				
No.	Mata kuliah	Kelas	SKS	Dosen Pengampu
8	Proses Manufaktur	D	2	Ade Irman Saeful Mutaqin S.S.T., M.T.
9	Pengendalian dan Penjaminan Mutu	A	3	Dr. Ing. Ir. H Asep Ridwan, S.T., M.T.
10	Penelitian Operasional 2	D	3	Aditya Rahadian Fachrur, S.Si, M.MT
11	Pengendalian dan Penjaminan Mutu	D	3	Aditya Rahadian Fachrur, S.Si, M.MT
12	Aljabar Linear	A	3	Atia Sonda, S.Si., M.Si
13	Aljabar Linear	B	3	Atia Sonda, S.Si., M.Si
14	Ergonomi 2	C	3	Dr. Ade Sri Mariawati, S.T., M.T.
15	Ergonomi 2	D	3	Ani Umiyati, S.T., M.T.
16	Fisika Dasar 2	A	3	Dr. Anting Wulandari, S.T.P., M.Si.
17	Fisika Dasar 2	B	3	Dr. Anting Wulandari, S.T.P., M.Si.
18	Fisika Dasar 2	C	3	Dr. Anting Wulandari, S.T.P., M.Si.
19	Fisika Dasar 2	D	3	Dr. Anting Wulandari, S.T.P., M.Si.
20	Proses Manufaktur	A	2	Bobby Kurniawan, S.T., M.T.
21	Ekonomika dan Ekonomi Teknik	C	3	Dr. Ir Daenulhay, M.M.
22	Pemodelan Sistem	A	2	Dyah Lintang Trenggonowati, S.T., M.T.
23	Pemodelan Sistem	B	2	Dyah Lintang Trenggonowati, S.T., M.T.
24	Pemodelan Sistem	C	2	Dyah Lintang Trenggonowati, S.T., M.T.
25	Pemodelan Sistem	D	2	Dyah Lintang Trenggonowati, S.T., M.T.
26	Aljabar Linear	C	3	Evi Febianti, S.T., M.Eng.
27	Aljabar Linear	D	3	Evi Febianti, S.T., M.Eng.
28	Statistika 2	A	3	Dr. Faula Arina, S.Si., M.Si.
29	Statistika 2	B	3	Dr. Faula Arina, S.Si., M.Si.
30	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri	A	3	Hadi Setiawan, S.T., M.T.
31	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri	B	3	Hadi Setiawan, S.T., M.T.

Tabel 5. Data Mata Kuliah dan Dosen Pengampu (Lanjutan)

No.	Mata kuliah	Kelas	SKS	Dosen Pengampu
32	Metodologi Penelitian	B	2	Dr. Lely Herlina, S.T., M.T.
33	Ergonomi 2	A	3	Dr. Lovely Lady, ST, MT
34	Proses Manufaktur	B	2	Dr. Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T.
35	Statistika 2	C	3	Dr. Ir. Maria Ulfah., MT.
36	Statistika 2	D	3	Dr. Ir. Maria Ulfah., MT.
37	Ekologi Industri	A	2	Nustin Merdiana Dewantari, ST., MT
38	Ekologi Industri	B	2	Nustin Merdiana Dewantari, ST., MT
39	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi	A	2	Nuraida Wahyuni, S.T., M.T.
40	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi	B	2	Nuraida Wahyuni, S.T., M.T.
41	Ekonomika dan Ekonomi Teknik	D	3	Nuraida Wahyuni, S.T., M.T.
42	Kalkulus 2	A	4	Dr. Putiri Bhuana Katili, M.T.
43	Kalkulus 2	B	4	Dr. Putiri Bhuana Katili, M.T.
44	Kalkulus 2	C	4	Dr. Putiri Bhuana Katili, M.T.
45	Kalkulus 2	D	4	Dr. Putiri Bhuana Katili, M.T.
46	Pengendalian dan Penjaminan Mutu	B	3	Putro Ferro Ferdinant, S.T., M.T.
47	Pengendalian dan Penjaminan Mutu	C	3	Putro Ferro Ferdinant, S.T., M.T.
48	Penelitian Operasional 2	A	3	Dr. Ratna Ekawati, ST., MT.
49	Penelitian Operasional 2	B	3	Dr. Ratna Ekawati, ST., MT.
50	Penelitian Operasional 2	C	3	Dr. Ratna Ekawati, ST., MT.
51	Mekanika Teknik	C	2	Sidik Susilo, S.T., M.Sc
52	Mekanika Teknik	D	2	Sidik Susilo, S.T., M.Sc
53	Ekonomika dan Ekonomi Teknik	A	3	Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T.
54	Ekonomika dan Ekonomi Teknik	B	3	Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T.
55	Metodologi Penelitian	D	2	Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T.

**Tabel 6. Data Mata Kuliah dan Dosen Pengampu (Lanjutan)**

No.	Mata kuliah	Kelas	SKS	Dosen Pengampu
56	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri	C	3	Dr. Ir., Sirajudin, S.T., M.T.
57	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri	D	3	Dr. Ir., Sirajudin, S.T., M.T.
58	Ekologi Industri	D	2	Prof. Dr. Ir. Wahyu Susihono, ST., MT., IPM., ASEAN Eng.
59	Metodologi Penelitian	A	2	Prof. Dr. Ir. Wahyu Susihono, ST., MT., IPM., ASEAN Eng.
60	Ekologi Industri	C	2	Dr. Yayan Haryy Yadi, S.T., M.T.
61	Ergonomi 2	B	3	Dr. Yayan Haryy Yadi, S.T., M.T.
62	Metodologi Penelitian	C	2	Dr. Yayan Haryy Yadi, S.T., M.T.
63	Mekanika Teknik	A	2	Yusvardi Yusuf, S.T., M.T.
64	Mekanika Teknik	B	2	Yusvardi Yusuf, S.T., M.T.

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa jumlah mata kuliah untuk pelaksanaan perkuliahan semester genap tahun ajaran 2022-2023 adalah sebanyak 16 mata kuliah. Mata kuliah tersebut hanya terdiri dari mata kuliah wajib dengan setiap mata kuliahnya dibagi menjadi 4 kelas yakni kelas A, B, C dan D. Sementara untuk mata kuliah pilihan disisipkan di sesi waktu yang kosong setelah penjadwalan mata kuliah wajib dilakukan. Sehingga total mata kuliah keseluruhan sebanyak 64 mata kuliah dengan dosen pengampunya masing-masing. Begitu pula untuk data jumlah SKS setiap mata kuliahnya ada yang memiliki 2 SKS, 3 SKS serta 4 SKS.

#### 4.1.2 Periode Waktu Kuliah per Hari

Berikut ini adalah data periode waktu kuliah per hari yang merupakan sesi yang terdapat pada satu hari di pelaksanaan perkuliahan. Terdapat 10 sesi dengan masing-masing periode waktunya yang disediakan untuk pelaksanaan perkuliahan pada satu hari.

**Tabel 7. Periode Waktu Kuliah per Hari**

No.	Periode Waktu	Sesi
1	7.30 – 8.20	1
2	8.20 – 9.10	2
3	9.10 – 10.00	3
4	10.00 – 10.50	4
5	10.50 – 11.40	5
6	13.10 – 14.00	6

**Tabel 8. Periode Waktu Kuliah per Hari (Lanjutan)**

No.	Periode Waktu	Sesi
7	14.00 – 14.50	7
8	14.50 – 15.40	8
9	15.40 – 16.30	9
10	16.30 – 17.20	10

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa periode waktu kuliah per harinya yaitu sebanyak 10 sesi. Pada sesi 1 dengan periode waktu dari jam 7.30 sampai jam 8.20. Pada sesi 2 dengan periode waktu dari jam 8.20 sampai jam 9.10. Pada sesi 3 dengan periode waktu dari jam 9.10 sampai jam 10.00. Pada sesi 4 dengan periode waktu dari jam 10.00 sampai jam 10.50. Pada sesi 5 dengan periode waktu 10.50 sampai jam 11.40. Pada sesi 6 dengan periode waktu dari jam 13.10 sampai jam 14.00. Pada sesi 7 dengan periode waktu dari jam 14.00 sampai jam 4.50. Pada sesi 8 dengan periode waktu dari jam 14.50 sampai jam 15.40. Pada sesi 9 dengan periode waktu dari jam 15.40 sampai 16.30. Pada sesi 10 dengan periode waktu dari jam 16.30 sampai jam 17.20.

#### 4.1.3 Jumlah SKS per Mata Kuliah

Setiap mata kuliah yang terdapat pada Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa memiliki jumlah SKS yang bervariasi. Ada yang memiliki jumlah SKS sebanyak 2 SKS, 3 SKS serta ada pula yang memiliki jumlah SKS sebanyak 4 SKS. Sementara, untuk durasi 1 SKS yaitu selama 50 menit.

**Tabel 9. Jumlah SKS Per Mata Kuliah**

Jumlah SKS	Durasi (menit)
2 SKS	100
3 SKS	150
4 SKS	200

Dari tabel di atas dapat diketahui durasi pada setiap jumlah SKS yang dimiliki setiap mata kuliah. Mata kuliah dengan jumlah SKS sebanyak 2 SKS memiliki durasi perkuliahan selama 100 menit, untuk mata kuliah dengan jumlah SKS sebanyak 3 SKS memiliki durasi perkuliahan selama 150 menit dan untuk mata kuliah dengan jumlah SKS sebanyak 4 SKS durasi perkuliahan sebanyak 200 menit.

#### 4.1.4 Waktu Preferensi Mengajar

Waktu Preferensi mengajar dosen merupakan petunjuk, saran atau pendapat yang diberikan dosen pengampu setiap mata kuliah melalui kuesioner yang diberikan. Sehingga dari kuesioner tersebut dapat diketahui waktu preferensi mengajar setiap dosen pengampu

mata kuliah. dosen berhak memilih hari dan sesi sesuai keinginannya. Berikut ini adalah data waktu preferensi mengajar.

**Tabel 10. Waktu Preferensi Mengajar Dosen**

No	Daftar Dosen	Hari	Sesi
1	Achmad Bahauddin, S.T., M. <sup>58</sup>	Selasa, Rabu, dan Kamis	3, 4, 5, 6, 7, 8
2	Akbar Gunawan, S.T., M.T.	Senin, Selasa, Rabu dan Kamis	4, 5, 6, 7
3	Ade Irman Saeful N <sup>8</sup> taqin S.S.T., M.T	Senin, Selasa dan Kamis	4, 5, 6, 7, 8, 9
4	Dr. Ing. Ir. H Asep Ridwan, S.T., M.T.	Selasa	1, 2, 3
5	Aditya Rahadian Fachrur, S.Si, M.MT	Senin, Selasa, Rabu Kamis Jumat	3, 4, 5, 6, 7, 8 4, 5, 6, 7, 8 7, 8
6	Atia Sonda, S.Si., M.Si	Senin, Selasa, Rabu dan Kamis Jumat	2, 3, 4, 5 2, 3, 4
7	Dr. Ade <sup>69</sup> Mariawati, S.T., M.T.	Selasa dan Rabu	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
8	Ani Umiyati, S.T., M.T.	Selasa Rabu	3 4
9	Dr. Anting Wulandari, S.T.P., M.Si.	Selasa Rabu dan Kamis	7 4
10	Bobby Kurniawan, S.T., M.T.	Senin dan Selasa	1, 2, 3, 4, 5, 6
11	Dr. Ir Daenulhay, M.M.	Senin, Selasa, Rabu, Kamis dan Jumat	3, 4, 5, 6, 7, 8
12	Dyah Lintang <sup>8</sup> Trenggonowati, S.T., M.T.	Senin, Selasa, Rabu, Kamis dan Jumat	3, 4, 5
13	Evi Febianti, S.T., M.Eng.	Selasa Rabu	1, 2 1
14	Dr. Faula Arina, S.Si., <sup>29</sup> I.Si.	Senin dan Kamis	1, 2
15	Hadi Setiawan, S.T., M.T	Selasa dan Kamis	1, 2, 3, 4, 6, 7
16	Dr. Lely Herlina, S.T., M.T.	Selasa Rabu	7 2
17	Dr. Lovely Lady, ST, MT	Selasa Rabu dan Kamis	5, 6, 7, 8 1, 2, 3, 4, 5
18	Dr. Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T.	Senin, Selasa dan Rabu	1, 2, 3
19	Dr. Ir. Maria Ulfah., MT.	Senin Selasa, Kamis dan Jumat Rabu	7 2 4
20	Nustin Merdiana Dewantari, ST., MT	Rabu	3
21	Nuraida Wahyuni, S.T., M.T.	Senin, Selasa, Rabu dan Kamis	3

**Tabel 11. Waktu Preferensi Mengajar Dosen (Lanjutan)**

No	Dosen	Hari	Sesi
22	Dr. Putiri Bhuana gati, M.T.	Senin dan Rabu	1, 2
23	Putro Ferro Ferdinant, S.T., M.T.	Senin dan Kamis	1, 2
24	Dr. Ratna Ekawati, ST., MT.	Senin dan Jumat Selasa, Rabu dan Kamis	2, 3, 4 1, 2, 3, 4
25	Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T.	Selasa, Rabu dan Kamis	3, 4, 5
26	Dr. Ir., Sirajudin, 17 S.T., M.T.	Rabu dan Kamis	3
27	Prof. Dr. Ir. Wahyu Susihono, ST., MT., IPM., ASEAN Eng.	Selasa dan Rabu	2, 3, 4, 5, 6
28	Dr. Yayan Haryy Yadi, S.T., M.T.	Rabu	2, 3, 4, 5 13

Dari data tabel di atas dapat diketahui bahwa jumlah dosen yang memiliki waktu preferensi mengajar sesuai dengan hari dan sesi keinginannya masing-masing sebanyak 28 dosen dari jumlah total keseluruhan dosen pengampu sebanyak 30 dosen. Sehingga dapat diartikan bahwa terdapat 2 dosen yang bersedia mengajar di jadwal hari dan sesi berapa pun.

#### 4.2 Pengolahan Data

Pada subbab ini membahas mengenai pengolahan data yang dilakukan. Pengolahan data tersebut diawali dengan melakukan konstruksi model matematika *pure integer linear programming* dengan cara melakukan pemetaan model dan membuat formulasi model untuk menentukan parameter, variabel keputusan, fungsi tujuan dan fungsi pembatas. Selanjutnya membuat coding pada software Lingo, yang kemudian diperoleh hasil output dari Lingo dan diinterpretasikan sehingga hasil penjadwalan tersebut dapat diimplementasikan untuk pelaksanaan perkuliahan pada Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

##### 4.2.1 Pengelompokan Mata Kuliah dan Dosen Pengampu

Pada tahap ini peneliti melakukan pengelompokan mata kuliah dan dosen pengampu kemudian diurutkan berdasarkan abjad guna mempermudah proses pengolahan data pada penelitian ini. Berikut ini adalah pengelompokan data mata kuliah yang dosen pengampu.

**Tabel 12. Mata Kuliah dan Dosen Pengampu**

No	Dosen Pengampu	Indeks Mata Kuliah	Kode
1	8 Ahmad Bahauddin, S.T., M.T.	1, 2, 3, 4	Md 1
2	8 Akbar Gunawan, S.T., M.T.	5, 6	Md 2
3	Ade Irman Saeful Mutaqin S.S.T., M.T.	7, 8	Md 3

22  
**Tabel 13. Mata Kuliah dan Dosen Pengampu (Lanjutan)**

No.	Dosen Pengampu	Indeks Mata Kuliah	Kode
4	Dr. Ing. Ir. H Asep Ridwan, S.T., M.T.	9	Md 4
5	Aditya Rahadian Fachrur, S.Si., M.MT	10, 11	Md 5
6	Atia Sonda, S.Si., M.Si.	12, 13	Md 6
7	Dr. Ade Sri Mariawati, S.T., M.T.	14	Md 7
8	Ani Umiyati, S.T., M.T.	15	Md 8
9	Dr. Anting Wulandari, S.T.P., M.Si.	16, 17, 18, 19	Md 9
10	Bobby Kurniawan, S.T., M.T.	20	Md 10
11	Dr. Ir. Daenulhay, M.M.	21	Md 11
12	Dyah Lintang Trenggonowati, S.T., M.T.	22, 23, 24, 25	Md 12
13	Evi Febianti, S.T., M.Eng.	26, 27	Md 13
14	Dr. Faula Arina, S.Si., M.Si.	28, 29	Md 14
15	Hadi Setiawan, S.T., M.T.	30, 31	Md 15
16	Dr. Lely Herlina, S.T., M.T.	32	Md 16
17	Dr. Lovely Lady, ST, MT	33	Md 17
18	Dr. Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T.	34	Md 18
19	Dr. Ir. Maria Ulfah, M.T.	35, 36	Md 19
20	Nustin Merdiana Dewantari, ST., MT	37, 38	Md 20
21	Nuraida Wahyuni, S.T., M.T.	39, 40, 41	Md 21
22	Dr. Putiri Bhuana Katili, M.T.	42, 43, 44, 45	Md 22
23	Putro Ferro Ferdinant, S.T., M.T.	46, 47	Md 23
24	Dr. Ratna Ekawati, ST., MT.	48, 49, 50	Md 24
25	Sidik Susilo, S.T., M.Sc.	51, 52	Md 25
26	Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T.	53, 54, 55	Md 26
27	Dr. Ir., Sirajudin, S.T., M.T.	56, 57	Md 27
28	Prof. Dr. Ir. Wahyu Susihono, ST., MT., IPM., ASEAN Eng.	58, 59	Md 28
29	Dr. Yayan Haryy Yadi, S.T., M.T.	60, 61, 62	Md 29
30	Yusvardi Yusuf, S.T., M.T.	63, 64	Md 30

Dari tabel mata kuliah dan dosen pengampu di atas dapat diketahui bahwa terdiri dari 30 dosen pengampu dengan indeks mata kuliah yang bervariasi terdapat dosen yang mengampu 4 mata kuliah, 3 mata kuliah, 2 mata kuliah dan 1 mata kuliah. Sebagai contoh, dosen Dr. Lely Herlina, S.T., M.T. sebagai pengampu mata kuliah metodologi penelitian, kelas B dengan indeks mata kuliah 32 dengan kode Md 16.

#### 4.2.2 Pengelompokan Mata Kuliah dan Mahasiswa

Setelah melakukan pengelompokan mata kuliah dan dosen pengampu. Selanjutnya dilakukan pengelompokan sesuai dengan tingkatan dan kelasnya. Pada perkuliahan semester genap ini terdapat empat tingkatan yakni tingkat satu untuk mahasiswa yang mengontrak



mata kuliah di semester dua, tingkat dua untuk mahasiswa yang mengontrak mata kuliah di semester empat, dan tingkat tiga untuk mahasiswa yang mengontrak mata kuliah di semester 6.

**Tabel 14. Pengelompokan Mata Kuliah dan Mahasiswa**

Kode	(Kelas/Semester)	Indeks Mata Kuliah
1	A/2	12, 16, 20, 37, 42, 63
2	B/2	13, 17, 34, 38, 43, 64
3	C/2	7, 18, 26, 44, 51, 60
4	D/2	8, 19, 27, 45, 52, 58
5	A/4	1, 9, 22, 28, 33, 39, 48 2, 23, 29, 40, 46, 49,
6	B/4	61
7	C/4	3, 5, 14, 24, 35, 47, 50
8	D/4	4, 6, 10, 11, 15, 25, 36
9	A/6	30, 53, 59
10	B/6	31, 32, 54
11	C/6	21, 56, 62
12	D/6	41, 55, 57

Pada tabel mata kuliah dan kelompok mahasiswa di atas, dapat diketahui bahwa terdapat 12 kelompok mahasiswa berdasarkan kelas dan semester dengan indeks mata kuliahnya masing-masing. Sebagai contoh untuk kelompok mahasiswa 1 dengan kode 1 merupakan mahasiswa dari kelas A semester 2 dengan indeks mata kuliah 12, 16, 20, 37, 42, 63.

#### 4.2.3 Pengembangan Model Matematika

Teknik Industri merupakan salah satu jurusan yang terdapat di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Bertempat di Jl. Jend. Sudirman KM. 3, Kota Cilegon, Provinsi Banten. Jurusan Teknik Industri memiliki dosen pengajar sebanyak 31 dosen dan 1 staf admin jurusan. Selanjutnya terdapat 4 Laboratorium yaitu Laboratorium Sistem Produksi, Laboratorium Optimasi Sistem Industri dan Kualitas, Studio Manajemen Industri dan Laboratorium Rekayasa Sistem Kerja dan Ergonomi. Berdasarkan rekapitulasi mahasiswa aktif jurusan Teknik Industri sebanyak 517 mahasiswa. Jurusan Teknik Industri memiliki beberapa fasilitas yang cukup baik sebagai penunjang kegiatan setiap civitas akademik baik ruang kelas, aula, dan laboratorium. Pada pelaksanaan perkuliahannya dilakukan secara *offline*. Sebelum pelaksanaan perkuliahan dimulai dilakukan penjadwalan perkuliahan terlebih dahulu. Namun, penyusunan penjadwalan perkuliahan masih dilakukan secara manual. Akibatnya, sering timbul permasalahan yang dihadapi seperti bentrok antar

mata kuliah satu dan lainnya, jadwal yang bentrok dan lain sebagainya. Pada penelitian ini berusaha mengembangkan model matematika yang dapat membantu dalam proses penyusunan penjadwalan perkuliahan di Jurusan Teknik Industri UNTIRTA untuk mengoptimalkan ruangan yang diperlukan dalam kegiatan belajar mengajar secara *offline*,

Sehingga hasil penjadwalan tersebut tidak terdapat bentrok antar mata kuliah satu dan lainnya serta menghasilkan penjadwalan terbaik dalam mengakomodasi kebutuhan ruangan, waktu, kesediaan dosen dan mahasiswa.

Adapun untuk pengembangan model dilakukan dengan membuat model matematika dari permasalahan di atas yaitu menggunakan model matematika *pure integer linear programming* (PILP). Langkah-langkah yang dilakukan dalam pemodelan matematika. Pertama, menentukan asumsi model dan batasan model kemudian mulai dengan penulisan indeks dan parameter. Kedua, menentukan variabel keputusan untuk model penjadwalan perkuliahan. Ketiga, menetapkan batasan dan fungsi tujuannya. Berikut adalah asumsi dan batasan beserta uraian untuk indeks dan parameter model usulan:

#### **Asumsi Model :**

1. Setiap mahasiswa mengambil mata kuliah sesuai dengan tingkatannya dan kelompok mahasiswa selalu sama untuk setiap mata kuliah yang di ambil.
2. Dosen pengampu setiap mata kuliah sudah ditentukan.
3. Mahasiswa tingkat 4 sudah tidak ada mata kuliah wajib, sehingga tidak dimasukan ke dalam kelompok mahasiswa.
4. Mata kuliah kalkulus 2 memiliki jumlah SKS sebanyak 4 SKS, untuk pelaksanaan perkuliahan mata kuliah tersebut dibagi menjadi masing-masing 2 sesi di hari yang berbeda.

#### **Batasan Model :**

1. Setiap ruangan kelas hanya dapat digunakan maksimal satu mata kuliah pada hari dan sesi yang sama.
2. Setiap mata kuliah dan kelompok mahasiswa jumlah jadwal mata kuliah tersebut di seluruh hari, sesi dan ruang harus sesuai dengan jumlah SKS mata kuliah tersebut.
3. Setiap ruang, hari, mata kuliah, mahasiswa dan untuk sesi 1 sampai dengan 10 maka sesi berikutnya sampai dengan jumlah SKS harus bernilai 1.

4. Setiap hari, dan sesi jumlah mata kuliah yang diampu dosen hanya dapat dijadwalkan maksimal 1 mata kuliah.
5. Setiap ruang, hari dan sesi hanya dapat dijadwalkan untuk 1 mata kuliah.
6. Pada hari Jumat untuk sesi 6 tidak ada pelaksanaan perkuliahan dikarenakan pada waktu tersebut merupakan jam istirahat Shalat Jumat.
7. Memastikan variabel keputusan  $X_{jklmn}$  merupakan bilangan biner (bulat)
8. Setiap tingkatan mahasiswa dibagi ke dalam 4 kelompok mahasiswa, sehingga total kelompok mahasiswa terdapat 12 kelompok yang terdiri dari 3 tingkatan.
9. Mata kuliah yang dijadwalkan adalah mata kuliah semester 2, 4, dan 6.

**Notasi :**

$j$	Ruangan
$k$	Hari
$l$	Sesi
$m$	Mata kuliah
$n$	Kelompok mahasiswa

**Indeks :**

$j$	$= \{1, \dots, J\}$
$k$	$= \{1, \dots, K\}$
$l$	$= \{1, \dots, L\}$
$m$	$= \{1, \dots, M\}$
$n$	$= \{1, \dots, K\}$

**Parameter :**

$M_{dl}$	Mata kuliah ke - $m$ yang diampu dosen ke - $l$ .
$S_m$	Durasi Perkuliahan untuk mata kuliah ke - $m$ sesuai dengan beban SKS $S_m$ .
$Y_{mn}$	Mata kuliah ke - $m$ yang dijadwalkan untuk kelompok mahasiswa ke - $n$ .
$Q_{klm}$	Waktu preferensi mengajar dosen pada hari ke - $k$ dan sesi ke - $l$ untuk mata kuliah ke - $m$ .
$X_{jklmn}$	Pelaksanaan perkuliahan yang dijadwalkan pada ruangan ke - $j$ , hari ke - $k$ , sesi ke - $l$ , mata kuliah ke - $m$ untuk kelompok mahasiswa ke - $n$ .

Dari indeks di atas dapat diketahui bahwasanya ruangan  $j$  yang digunakan untuk pelaksanaan perkuliahan ( $j = 1, \dots, J$ ). Selanjutnya, indeks hari  $k$  selama satu minggu

perkuliahan hanya dilaksanakan selama 5 hari ( $k = 1, \dots, K$ ). Pada pelaksanaan perkuliahan selama satu hari terdiri dari 10 sesi  $l$  ( $l = 1, \dots, L$ ). Kemudian indeks mata kuliah  $m$  terdiri dari 64 mata kuliah ( $m = 1, \dots, M$ ). Pembagian kelompok mahasiswa  $n$  terbagi menjadi 12 kelompok mahasiswa ( $n = 1, \dots, N$ ). Sementara untuk pengelompokan mata kuliah  $m$  dengan setiap dosen pengampu ke 1 ( $M_{d1}$ ) dan selanjutnya hingga dosen pengampu ke- 30 ( $M_{d30}$ ). Selanjutnya setiap mata kuliah dijadwalkan sesuai dengan durasi beban SKS mata kuliah tersebut.

#### 4.2.3.1 Variabel Keputusan

Variabel keputusan dalam model penjadwalan mata kuliah ini adalah menentukan mata kuliah  $m$  diambil oleh kelompok mahasiswa  $n$ . Serta menentukan penjadwalan mata kuliah  $m$  sesuai dengan ruangan  $j$  yang tersedia, pada hari ke -  $k$ , sesi ke -  $l$  dengan memperhatikan waktu preferensi mengajar setiap dosen pengampu mata kuliah.

$Y_{mn}$  Mata kuliah ke -  $m$  yang dijadwalkan untuk kelompok mahasiswa ke -  $n$ . Bernilai 1 jika mata kuliah ke -  $m$  dijadwalkan untuk kelompok mahasiswa ke -  $n$ . Bernilai 0 apabila tidak dijadwalkan.

$Q_{klm}$  Waktu preferensi mengajar dosen. Bernilai 1 apabila sesuai dengan jadwal yang diinginkan dosen pada hari ke -  $k$  dan sesi ke -  $l$  untuk mata kuliah ke -  $m$ . Bernilai 0 apabila dosen tidak menginginkan.

$X_{jklmn}$  Pelaksanaan perkuliahan yang dijadwalkan. Bernilai 1 apabila dijadwalkan pada ruangan ke -  $j$ , hari ke -  $k$ , sesi ke -  $l$ , mata kuliah ke -  $m$  untuk kelompok mahasiswa ke -  $n$ . Bernilai 0 apabila tidak dijadwalkan.

#### 4.2.3.2 Fungsi Tujuan

Pada penulisan model matematika ini menggunakan model matematika *pure integer linear programming* sehingga fungsi tujuan dari model ini adalah memaksimalkan penggunaan ruangan tersedia yang terpakai selama satu minggu kegiatan perkuliahan dengan memperhatikan waktu preferensi mengajar dosen. Persamaan  $X_{jklmn}$  merupakan persamaan yang menunjukkan suatu mata kuliah yang dijadwalkan pada ruang, hari, sesi dan kelompok mahasiswa tertentu, bernilai 1 apabila dijadwalkan bernilai 0 apabila tidak dijadwalkan. Selanjutnya persamaan  $Y_{mn}$  merupakan persamaan yang menunjukkan relasi mata kuliah dengan kelompok mahasiswa, bernilai 1 apabila suatu mata kuliah diambil untuk suatu kelompok mahasiswa. Terakhir yaitu persamaan  $Q_{klm}$  merupakan waktu preferensi mengajar

dosen, bernilai 1 apabila suatu mata kuliah dijadwalkan di hari dan sesi tertentu. Maka perkalian antara ketiga persamaan tersebut akan bernilai maksimal apabila semuanya bernilai 1. Sehingga jadwal ( $X_{jklmn}$ ) akan cenderung memilih sesi dan hari yang sesuai dengan ( $Q_{klm}$ ).

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N X_{jklmn} Y_{mn} Q_{klm} \quad (7)$$

#### 4.2.3.3 Batasan Model

Pada model ini terdiri dari beberapa pembatas model. Berikut ini adalah pembatas model yang terdapat pada penelitian ini.

a. Pembatas 1

Pembatas ini untuk memastikan setiap ruangan ( $j$ ), hari ( $k$ ), sesi ( $l$ ) dan kelompok mahasiswa ( $n$ ) hanya dapat dijadwalkan untuk 1 mata kuliah. Secara matematis pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{m=1}^M X_{jklmn} \leq 1 \quad \forall jkln \quad (8)$$

Secara sederhana pembatas ini membuat logika bahwa jumlah ruangan ( $j$ ), hari ( $k$ ), sesi ( $l$ ) dan kelompok mahasiswa ( $n$ ) berdasarkan jadwal ( $X_{jklmn}$ ) tidak akan melebihi 1. Untuk lebih jelasnya berikut ini adalah ilustrasi dari pembatas 1.

Pembatas 1					Misal	
Xjklmn	1-1	1-2	2-1	2-2		
1-1-1					j	1
1-1-2					k	2
1-2-1		0		1	l	1
1-2-2					n	2
1-3-1						
1-3-2						
2-1-1						
2-1-2						
2-2-1						
2-2-2						
2-3-1						
2-3-2						

Gambar 5. Ilustrasi Pembatas 1

b. Pembatas 2

Pembatas ini untuk memastikan setiap mata kuliah ( $m$ ) dan kelompok mahasiswa ( $n$ ) jumlah jadwal mata kuliah tersebut di seluruh hari ( $k$ ), sesi ( $l$ ) dan ruangan ( $j$ ) harus berjumlah sesuai dengan jumlah SKS ( $S_m$ ). Secara matematis pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \sum_{n=1}^N X_{jklmn} Y_{mn} = S_m \quad \forall m \quad (9)$$

Dari pembatas 2 di atas membuat logika bahwa jumlah ruangan ( $j$ ), hari ( $k$ ), sesi ( $l$ ) dan kelompok mahasiswa ( $n$ ) berdasarkan jadwal ( $X_{jklmn}$ ) dan mata kuliah yang diambil oleh kelompok mahasiswa ( $Y_{mn}$ ) sesuai dengan jumlah SKS mata kuliah tersebut ( $S_m$ ). Berikut ini adalah ilustrasi untuk pembatas 2.

**Pembatas 2**

X <sub>jklmn</sub>	1-1	1-2	2-1	2-2
1-1-1				
1-1-2				
1-1-3				
1-2-1		1		
1-2-2		1		
1-2-3		1		
<b>Total (S<sub>m</sub>)</b>		<b>3</b>		

Y <sub>mn</sub>	1	2
1		1
2		

Misal	
j	1
k	2
l	3
m	1
n	2

$m$
$S_m$

(3 SKS)

Gambar 6. Ilustrasi Pembatas 2

c. Pembatas 3

Pembatas ini untuk memastikan setiap ruangan ( $j$ ), hari ( $k$ ), mata kuliah ( $m$ ) dan kelompok mahasiswa ( $n$ ) untuk sesi 1 sampai 10 maka sesi berikutnya sampai dengan jumlah SKS harus bernilai 1. Secara matematis pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$X_{jk1mn} Y_{mn} - X_{jkl+2mn} Y_{mn} \leq 0 \quad \forall jkmn \quad \forall l \in \{1, \dots, S_m - 1\} \quad (10)$$

$$X_{jkmn} Y_{mn} - X_{jkl-tmn} Y_{mn} - X_{jkl+1mn} Y_{mn} \leq 0 \quad \forall jkmn \quad \forall l + t \leq 10 \quad (11)$$

$$\forall t \in \{1, \dots, S_m - 1\}$$

$$X_{jkl-tmn} Y_{mn} - X_{jklm} Y_{mn} \leq 0 \quad \forall jkmn \quad \forall l \in \{10 - S_m + 1, \dots, S_m - 1\} \quad (12)$$

$$\forall t \in \{1, \dots, S_m - 1\}$$

Secara sederhana pembatas ini membuat logika bahwa mata kuliah yang dijadwalkan pada setiap ruangan ( $j$ ), hari ( $k$ ), mata kuliah ( $m$ ) dan kelompok mahasiswa ( $n$ ) dari sesi ( $l$ ) 1 hingga 10 dijadwalkan secara berurutan sesuai dengan jumlah SKS ( $S_m$ ) sehingga ( $t$ ) bernilai 1. Berikut ini adalah ilustrasi untuk pembatas 3.

Pembatas 3				
Xjkmn	1-1	1-2	2-1	2-2
1-1	1			
1-2				1

Ymn	1	2
1	1	0
2	0	1

Misal	
j	1
k	2
l	10
m	2
n	2

Xjklmn	1-1	1-2	2-1	2-2
1-1-1				
1-1-2				
1-1-3				
1-1-4				
1-1-5				
1-1-6				
1-1-7				
1-1-8				
1-1-9	1			
1-1-10	1			
1-2-1				
1-2-2				
1-2-3				
1-2-4				
1-2-5				
1-2-6				
1-2-7				
1-2-8				1
1-2-9				1
1-2-10				1

m	
Sm1	2 SKS
Sm2	3 SKS

Gambar 7. Ilustrasi Pembatas 3

d. Pembatas 4

Pembatas ini untuk memastikan setiap hari ( $k$ ) dan sesi ( $l$ ) jumlah mata kuliah yang diampu dosen yang sama hanya bisa dijadwalkan maksimal 1 mata kuliah. Secara matematis pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M X_{jklmn} Y_{mn} = 1 \quad \forall kl \quad (13)$$

Pada model matematis pembatas 4 di atas membuat logika bahwa jumlah mata kuliah yang diampu dosen ( $M_d$ ) yang sama berdasarkan jadwal ( $X_{jklmn}$ ) dan mata kuliah yang diambil oleh kelompok mahasiswa ( $Y_{mn}$ ) pada hari ( $k$ ) dan sesi ( $l$ ) bernilai 1. Berikut ini adalah ilustrasi dari pembatas 4.

Pembatas 4									
Xjklmn	1-1	1-2	2-1	2-2	Ymn	1	2	Misal	
1-1-1					1	0	0	j	1
1-1-2					2	0	1	k	2
1-1-3								l	3
1-2-1								m	2
1-2-2								n	2
1-2-3				1					

Gambar 8. Ilustrasi Pembatas 4

e. Pembatas 5

Pembatas ini untuk memastikan setiap ruangan ( $j$ ), hari ( $k$ ) dan sesi ( $l$ ) hanya dapat dijadwalkan untuk 1 mata kuliah. Secara matematis pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N X_{jklmn} = 1 \quad \forall jkl \quad (14)$$

Pada model matematis pembatas 5 di atas secara sederhana membuat logika bahwa jumlah mata kuliah ( $m$ ) dan kelompok mahasiswa ( $n$ ) berdasarkan jadwal ( $X_{jklmn}$ ) bernilai 1. Berikut ini adalah ilustrasi pembatas 5.

Pembatas 5									
Xjklmn	1-1	1-2	2-1	2-2	Ymn	1	2	Misal	
1-1-1					1	1		j	1
1-1-2					2			k	2
1-1-3								l	3
1-2-1								m	1
1-2-2								n	1
1-2-3	1								

Gambar 9. Ilustrasi Pembatas 5



f. Pembatas 6

Pembatas ini untuk memastikan setiap hari jumat ( $k=K$ ) dan sesi 6 ( $l=6$ ) tidak ada kegiatan perkuliahan yang dijadwalkan dikarenakan istirahat shalat jumat. Secara matematis pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N X_{j56mn} = 0 \quad \forall kl \quad (15)$$

Berikut ini adalah ilustrasi dari pembatas 6.

Pembatas 6					Misal	
Xjklmn	1-1	1-2	2-1	2-2	j	l
1-1-1					k	5
1-1-2					l	6
1-1-3						
1-1-4						
1-1-5						
1-1-6						
1-2-1						
1-2-2						
1-2-3						
1-2-4						
1-2-5						
1-2-6						
1-3-1						
1-3-2						
1-3-3						
1-3-4						
1-3-5						
1-3-6						
1-4-1						
1-4-2						
1-4-3						
1-4-4						
1-4-5						
1-4-6						
1-5-1						
1-5-2						
1-5-3						
1-5-4						
1-5-5						
1-5-6	0	0	0	0		

Gambar 10. Ilustrasi Pembatas 6

g. Pembatas 7

Pembatas ini untuk memastikan  $X_{jklmn}$  adalah biner.

$$X_{jklmn} \in \{0,1\} \quad \forall jklmn \quad (16)$$

$$Y_{mn} \in \{0,1\} \quad \forall mn \quad (17)$$

Pada pembatas di atas berlaku bahwa mata kuliah yang diambil oleh kelompok mahasiswa ( $Y_{mn}$ ) yang dijadwalkan pada ( $X_{jklmn}$ ) bernilai biner (0 dan 1). Berikut ini adalah ilustrasi dari pembatas 7.

Pembatas 7								
$X_{jklmn}$	1-1	1-2	2-1	2-2	$Y_{mn}$	1	2	Misal
1-1-1	0	0	0	0	1	0	0	j
1-1-2	1	0	0	0	2	0	1	k
								l
								m
								n

Gambar 11. Ilustrasi Pembatas 7

#### 4.2.4 Implementasi Model

Pengimplementasian model ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan perkuliahan untuk menghasilkan penjadwalan terbaik. Implementasi model dilakukan dengan menggunakan *software Lingo* 18.0 untuk menyelesaikan permasalahan yang diterapkan pada model. Selain menggunakan *software Lingo* pencarian solusi juga menggunakan *software Microsoft Excel* untuk mengeksport dan mengimpor data. Ekspor data dilakukan dari *output Lingo* sedangkan impor data dilakukan dari *Microsoft Excel* ke *Lingo*. Pada saat mengimpor dan mengeksport data tersebut menggunakan fungsi @ole.

##### 4.2.4.1 Pendeklarasian Indeks

Pendeklarasian indeks merupakan tahapan awal dalam menginput model permasalahan ke *software Lingo*. Berikut ini adalah deklarasi indeks pada *software Lingo*

```

SETS:
    matakuliah/1..64/:Sm;
    hari/1..5/;;
    sesi/1..10/;;
    sks/1..3/;;
    ruang/1..5/;;
    mahasiswa/1..12/;;
    LM(sesi,matakuliah): ;
    KL(hari,sesi):;
    JK(ruang,hari):;
    JN(ruang,mahasiswa):;
    MN(matakuliah,mahasiswa): Ymn;
    JM(ruang,matakuliah):;
    JKL(ruang,hari,sesi):;
    KLM(hari,sesi,matakuliah): Qklm;
    JKM(ruang,hari,matakuliah):;
    JMN(ruang,matakuliah,mahasiswa):;
    JKLN(ruang,hari,sesi,mahasiswa):;
    JKMN(ruang,hari,matakuliah,mahasiswa):;
    JKLMN(ruang,hari,sesi,matakuliah,mahasiswa): Xjklmn;
ENDSETS

```

**Gambar 12. Input Indeks pada Lingo**

Pada *coding Lingo* di atas menjelaskan indeks yang di deklarasikan pada *Lingo* meliputi indeks mata kuliah ( $m$ ), hari ( $k$ ), sesi ( $l$ ), jumlah beban SKS ( $S_m$ ), ruangan ( $j$ ), dan mahasiswa ( $n$ ). Beberapa indeks gabungan seperti  $lm$ ,  $kl$ ,  $jk$ ,  $jn$  dan lain sebagainya juga dideklarasikan untuk mempermudah dan mempersingkat penulisan model matematika dalam *software Lingo* tersebut. Penulisan indeks tersebut juga diawali dengan *command sets* dan diakhiri oleh *command endsets*.

#### 4.2.4.2 Penentuan Parameter dan Variabel Keputusan

Parameter dan variabel merupakan tahap selanjutnya setelah tahap pendeklarasian indeks. Berikut ini adalah *coding* terkait penentuan parameter dan variabel keputusan yang diawali dengan *command data* dan diakhiri oleh *command enddata*.

```

DATA:
Md1 = 4;
Md2 = 6;
Md3 = 8;
Md4 = 9;
Md5 = 11;
Md6 = 13;
Md7 = 14;
Md8 = 15;
Md9 = 19;
Md10 = 20;
Md11 = 21;
Md12 = 25;
Md13 = 27;
Md14 = 29;
Md15 = 31;
Md16 = 32;
Md17 = 33;
Md18 = 34;
Md19 = 36;
Md20 = 38;
Md21 = 41;
Md22 = 45;
Md23 = 47;
Md24 = 50;
Md25 = 52;
Md26 = 55;
Md27 = 57;
Md28 = 59;
Md29 = 62;
Md30 = 64;
Sm = @ole('C:\Users\hp\Downloads\Tugas Akhir Alfiani\Data\Dataset Offline Terbaru.xlsx','Sm');
Qklm = @ole('C:\Users\hp\Downloads\Tugas Akhir Alfiani\Data\Dataset Offline Terbaru.xlsx','Qklm');
Ymn = @ole('C:\Users\hp\Downloads\Tugas Akhir Alfiani\Data\Dataset Offline Terbaru.xlsx','Ymn');
!@ole('C:\Users\hp\Downloads\Tugas Akhir Alfiani\Data\Dataset Offline Terbaru.xlsx','Yjkm') = Yjkm;
@ole('C:\Users\hp\Downloads\Tugas Akhir Alfiani\Data\Dataset Offline Terbaru.xlsx','Xjklmn') = Xjklmn;
ENDDATA

```

**Gambar 13. Input Parameter dan Variabel Keputusan pada Lingo**

Pada coding Lingo di atas dapat diketahui bahwa terdapat beberapa data input seperti data mata kuliah yang dikelompokkan dengan dosen pengampu ( $M_{di}$ ) hingga ( $M_{d30}$ ). Sementara itu terdapat data lain yang diimpor dari Microsoft excel dengan menggunakan fungsi @ole. Data output dari software Lingo diekspor ke Microsoft excel bertujuan untuk mempermudah analisa terkait penjadwalan mata kuliah ( $m$ ) yang diambil oleh kelompok mahasiswa ( $n$ ) yang dijadwalkan pada ruang ( $j$ ), hari ( $k$ ), dan sesi ( $l$ ).

#### 4.2.4.3 Penentuan Fungsi Tujuan

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa untuk fungsi tujuan dalam model matematika ini adalah untuk memaksimalkan penggunaan ruangan tersedia yang digunakan selama satu minggu kegiatan perkuliahan ( $X_{klmn}$ ) dengan memperhatikan waktu preferensi mengajar dosen ( $Q_{klm}$ ). Berikut ini adalah coding Lingo untuk fungsi tujuan pada model ini.

```
!Fungsi tujuan;
max = @sum (JKLMN(j,k,l,m,n) : Xjklmn(j,k,l,m,n) * Ymn(m,n) * Qklm(k,l,m));
```

**Gambar 14. Input Fungsi Tujuan pada Lingo**

#### 4.2.4.4 Penentuan Fungsi Pembatas

Fungsi pembatas yang merupakan kendala yang dihadapi dalam menyelesaikan solusi model yang sudah dijelaskan pada subbab pengembangan model. Berikut ini adalah *coding Lingo* untuk setiap pembatas pada model ini.

```
!Pembatas 1: Untuk setiap ruang, hari, sesi, dan mahasiswa hanya dapat dijadwalkan 1 mata kuliah;
@for (JKLN(j,k,l,n) :
    @sum(matakuliah(m) : Xjklmn(j,k,l,m,n)) <= 1 );

!@for (MN(m,n) :
    @sum(JKL(j,k,l) : Xjklmn(j,k,l,m,n) * Ymn(m,n)) = Sm(m));

!Pembatas 2: untuk setiap mata kuliah dan grup mahasiswa jumlah jadwal mk tersebut di seluruh hari,
sesi, dan ruang harus berjumlah sesuai dengan SKS (sm) mk tersebut;
@for (matakuliah(m) :
    @sum(JKLN(j,k,l,n) : Xjklmn(j,k,l,m,n) * Ymn(m,n)) = Sm(m) );
```

**Gambar 15. Input Fungsi Pembatas 1 dan Pembatas 2 pada Lingo**

```
!Pembatas 3: untuk setiap ruang, hari, matakuliah, mahasiswa dan untuk sesi l= 2 sd 10 - Sm
| maka sesi berikutnya sampai dengan jumlah sks harus bernilai 1(satu) juga;
@for (JKMN(j,k,m,n) :
    @for (sesi(l) | l #GE# 1 #AND# l #LE# 1 + Sm(m) - 1 :
        @for (sks(t) | t #GE# 1 #AND# t #LE# Sm(m)-1 :
            Xjklmn(j,k,l,m,n) * Ymn(m,n) - Xjklmn(j,k,l+t,m,n) * Ymn(m,n) <= 0 ));

@for (JKMN(j,k,m,n) :
    @for (sesi(l) | l #GE# 1 + Sm(m) #AND# l #LE# 10 - Sm(m) :
        @for (sks(t) | t #GE# 1 #AND# t #LE# Sm(m)-1 :
            Xjklmn(j,k,l,m,n) * Ymn(m,n) - Xjklmn(j,k,l-t,m,n) * Ymn(m,n) - Xjklmn(j,k,l+1,m,n) * Ymn(m,n) <= 0 ));

@for (JKMN(j,k,m,n) :
    @for (sesi(l) | l #GE# 10 - Sm(m) + 1 #AND# l #LE# 10 :
        @for (sks(t) | t #GE# 1 #AND# t #LE# Sm(m) - 1 :
            Xjklmn(j,k,l-t,m,n) * Ymn(m,n) - Xjklmn(j,k,l,m,n) * Ymn(m,n) <= 0 ));
```

**Gambar 16. Input Fungsi Pembatas 3 pada Lingo**

```

!Pembatas 4: untuk setiap hari, dan sesi, jumlah mata kuliah yang diampu dosen yang sama
hanya bisa dijadwalkan maksimal 1 mk;
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# 1 #AND# m #LE# Md1: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md1+1 #AND# m #LE# Md2: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);

@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md2+1 #AND# m #LE# Md3: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md3+1 #AND# m #LE# Md4: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md4+1 #AND# m #LE# Md5: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md5+1 #AND# m #LE# Md6: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md6+1 #AND# m #LE# Md7: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md7+1 #AND# m #LE# Md8: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md8+1 #AND# m #LE# Md9: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);

```

**Gambar 17. Input Fungsi Pembatas 4 pada Lingo**

```

@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md9+1 #AND# m #LE# Md10: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md10+1 #AND# m #LE# Md11: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md11+1 #AND# m #LE# Md12: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md12+1 #AND# m #LE# Md13: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md13+1 #AND# m #LE# Md14: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md14+1 #AND# m #LE# Md15: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md15+1 #AND# m #LE# Md16: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md16+1 #AND# m #LE# Md17: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md17+1 #AND# m #LE# Md18: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);
@for (KL(k,l):
    @sum(JN(j,n): @sum(matakuliah(m) | m #GE# Md18+1 #AND# m #LE# Md19: Xjklmn(j,k,l,m,n)*Ymn(m,n))) <= 1);

```

**Gambar 18. Input Fungsi Pembatas 4 pada Lingo (Lanjutan)**

```

@for (KL (k, l) :
    @sum (JN (j, n) : @sum (matakuliah (m) | m #GE# Md19+1 #AND# m #LE# Md20: Xjklmn (j, k, l, m, n) * Ymn (m, n) ) ) <= 1);

@for (KL (k, l) :
    @sum (JN (j, n) : @sum (matakuliah (m) | m #GE# Md20+1 #AND# m #LE# Md21: Xjklmn (j, k, l, m, n) * Ymn (m, n) ) ) <= 1);

@for (KL (k, l) :
    @sum (JN (j, n) : @sum (matakuliah (m) | m #GE# Md21+1 #AND# m #LE# Md22: Xjklmn (j, k, l, m, n) * Ymn (m, n) ) ) <= 1);

@for (KL (k, l) :
    @sum (JN (j, n) : @sum (matakuliah (m) | m #GE# Md22+1 #AND# m #LE# Md23: Xjklmn (j, k, l, m, n) * Ymn (m, n) ) ) <= 1);

@for (KL (k, l) :
    @sum (JN (j, n) : @sum (matakuliah (m) | m #GE# Md23+1 #AND# m #LE# Md24: Xjklmn (j, k, l, m, n) * Ymn (m, n) ) ) <= 1);

@for (KL (k, l) :
    @sum (JN (j, n) : @sum (matakuliah (m) | m #GE# Md24+1 #AND# m #LE# Md25: Xjklmn (j, k, l, m, n) * Ymn (m, n) ) ) <= 1);

```

**Gambar 19. Input Fungsi Pembatas 4 pada Lingo (Lanjutan)**

```

@for (KL (k, l) :
    @sum (JN (j, n) : @sum (matakuliah (m) | m #GE# Md25+1 #AND# m #LE# Md26: Xjklmn (j, k, l, m, n) * Ymn (m, n) ) ) <= 1);

@for (KL (k, l) :
    @sum (JN (j, n) : @sum (matakuliah (m) | m #GE# Md26+1 #AND# m #LE# Md27: Xjklmn (j, k, l, m, n) * Ymn (m, n) ) ) <= 1);

@for (KL (k, l) :
    @sum (JN (j, n) : @sum (matakuliah (m) | m #GE# Md27+1 #AND# m #LE# Md28: Xjklmn (j, k, l, m, n) * Ymn (m, n) ) ) <= 1);

@for (KL (k, l) :
    @sum (JN (j, n) : @sum (matakuliah (m) | m #GE# Md28+1 #AND# m #LE# Md29: Xjklmn (j, k, l, m, n) * Ymn (m, n) ) ) <= 1);
|
@for (KL (k, l) :
    @sum (JN (j, n) : @sum (matakuliah (m) | m #GE# Md29+1 #AND# m #LE# Md30: Xjklmn (j, k, l, m, n) * Ymn (m, n) ) ) <= 1);

```

**Gambar 20. Input Fungsi Pembatas 4 pada Lingo (Lanjutan)**

```

!Pembatas 5: untuk setiap ruang, hari dan sesi hanya dapat dijadwalkan untuk 1 mata kuliah;
@for (JKL (j, k, l) :
    @sum (MN (m, n) : Xjklmn (j, k, l, m, n) ) <= 1);

!Pembatas 6: untuk setiap hari jumat (k=5) dan sesi sholat jumat (l=6) tidak boleh ada mk yang dijadwalkan;
@for (hari (k) | k #EQ# 5 :
@for (sesi (l) | l #EQ# 6 :
    @sum (JMN (j, m, n) : Xjklmn (j, k, l, m, n) ) = 0 ) );

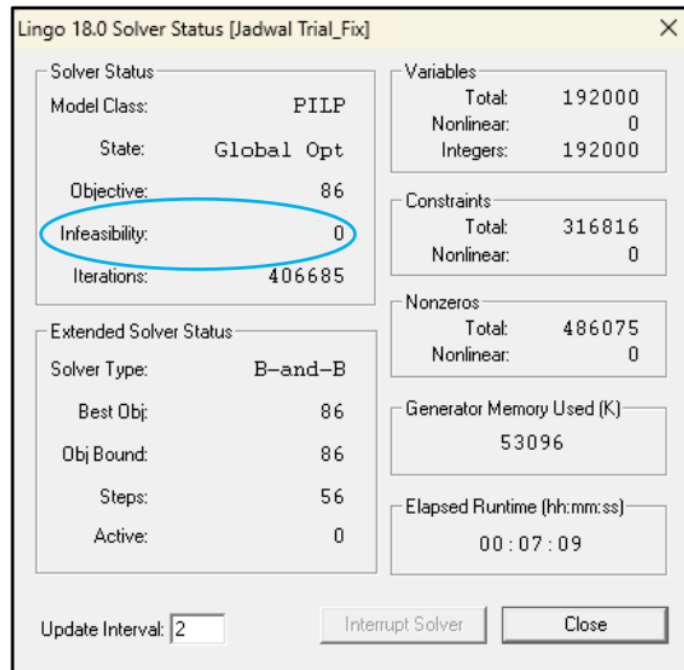
!Pembatas 7: memastikan Xjklmn adalah biner;
@for (JKLMN (j, k, l, m, n) : @bin (Xjklmn (j, k, l, m, n) ) );
@for (MN (m, n) : @bin (Ymn (m, n) ) );

```

**Gambar 21. Input Fungsi Pembatas 5, Pembatas 6 dan Pembatas 7 pada Lingo**

#### 4.2.5 Uji Verifikasi Model

Pengujian verifikasi model dilakukan untuk memastikan bahwa model yang sudah dibuat dapat berjalan pada program dan tidak terdapat *error*. Pada tahap verifikasi model ini dapat dilihat dari *solver status software Lingo*. Berikut ini adalah hasil uji verifikasi model:



**Gambar 22. Hasil Uji Verifikasi Model pada Software Lingo**

Pada gambar di atas dapat diketahui bahwa nilai *infeasibility* dari model adalah 0 yang menunjukkan bahwa model tersebut sudah *feasible* (layak) digunakan.

#### 4.2.6 Analisis Sensitivitas Model

Analisis sensitivitas perlu dilakukan untuk mengetahui kepekaan (sensitivitas) dari solusi optimal yang diperoleh dari suatu permasalahan program *linear* terhadap perubahan parameter terhadap fungsi tujuan. Analisis sensitivitas ini berfungsi menganalisis dampak dari perubahan nilai variabel dan pembatas terhadap fungsi tujuan.

**Tabel 15. Analisis Sensitivitas Model**

No.	Jumlah Ruangan	Fungsi Tujuan	Jumlah Sesi Kosong
1	3	INF	-
2	4	INF	-
3	5	0	82
4	6	0	143

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa analisis sensitivitas dari model matematika untuk penjadwalan perkuliahan ini sensitif (peka) terhadap jumlah ruangan yang tersedia. Apabila ruangan tersedia sebanyak 3 ruangan dan 4 ruangan fungsi tujuan tidak terpenuhi



dan terdapat *error* sehingga tidak ada solusi yang dihasilkan. Sementara itu apabila ruangan tersedia sebanyak 5 ruangan maka fungsi tujuan terpenuhi dan tidak ada *error* sehingga terdapat solusi yang dihasilkan dengan jumlah sesi kosong sebanyak 86 sesi. Sedangkan apabila ruangan yang tersedia sebanyak 6 ruangan didapatkan hasil fungsi tujuan terpenuhi dan tidak terdapat *error* pula tetapi jumlah sesi yang kosong cukup banyak yaitu terdapat 143 sesi. Hal tersebut membuktikan bahwa semakin banyak ruang yang tersedia maka semakin banyak pula jumlah sesi kosong sehingga penggunaan ruangan tidak maksimal.

#### 4.2.7 Interpretasi Hasil dari *Software Lingo*

Interpretasi *output* model *Lingo* menghasilkan nilai berupa bilangan *biner*, untuk mempermudah membaca hasil *software Lingo* maka dibuat penerapan penjadwalan sesuai dengan nilai *biner* yang ditunjukkan agar lebih mudah dipahami.

**Tabel 16. Interpretasi Hasil Penjadwalan Perkuliahan Hari Senin**

Ruang	Senin									
	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1	Kalkulus 2 (A)	Kalkulus 2 (A)	Pemodelan Sistem (B)	Pemodelan Sistem (B)		Kalkulus 2 (A)	Kalkulus 2 (A)	3 Fisika Dasar 2 (D)	Fisika Dasar 2 (D)	Fisika Dasar 2 (D)
Ruang 2		Ekonomika dan Ekonomi Teknik (D)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (D)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (D)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (D)	Proses Manufaktur (A)	Proses Manufaktur (A)	Aljabar Linear (D)	Aljabar Linear (D)	Aljabar Linear (D)
Ruang 3		Aljabar Linear (B)	Aljabar Linear (B)	Aljabar Linear (B)	Aljabar Linear (B)				Mekanika Teknik (C)	Mekanika Teknik (C)
Ruang 4		Penelitian Operasional 2 (D)	Penelitian Operasional 2 (D)	Penelitian Operasional 2 (D)	Penelitian Operasional 2 (D)	Proses Manufaktur (C)	Proses Manufaktur (C)			
Ruang 5		Penelitian Operasional (B)	Penelitian Operasional (B)	Penelitian Operasional (B)	Penelitian Operasional (B)	5 Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (C)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (C)			

**Tabel 17. Interpretasi Hasil Penjadwalan Perkuliahan Hari Selasa**

uang	Selasa									
	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1	Kalkulus 2 (B)	Kalkulus 2 (B)	Pemodelan Sistem (D)	Pemodelan Sistem (D)		Kalkulus 2 (B)	Kalkulus 2 (B)	Ergonomi 2 (D)	Ergonomi 2 (D)	Ergonomi 2 (D)
Ruang 2			Pengendalian dan Penjaminan Mutu (D)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (D)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (D)	Metodologi Penelitian (A)	Metodologi Penelitian (A)			
Ruang 3			Pengendalian dan Penjaminan Mutu (A)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (A)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (A)	Proses Manufaktur (D)	Proses Manufaktur (D)		Mekanika Teknik (B)	Mekanika Teknik (B)
Ruang 4			Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Analitika Data (C)	Analitika Data (C)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (C)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (C)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (C)
Ruang 5		Proses Manufaktur (B)	Proses Manufaktur (B)	Metodologi Penelitian (D)	Metodologi Penelitian (D)	Metodologi Penelitian (B)	Metodologi Penelitian (B)			

**Tabel 18. Interpretasi Hasil Penjadwalan Perkuliahan Hari Rabu**

Ruang	Rabu									
	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1		Ekologi Industri (B)	Ekologi Industri (B)	Pemodelan Sistem (C)	Pemodelan Sistem (C)	Ekologi Industri (D)	Ekologi Industri (D)	Aljabar Linear (C)	Aljabar Linear (C)	Aljabar Linear (C)
Ruang 2	Kalkulus 2 (D)	Kalkulus 2 (D)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (B)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (B)		Kalkulus 2 (D)	Kalkulus 2 (D)			
Ruang 3			Ergonomi 2 (C)	Ergonomi 2 (C)	Ergonomi 2 (C)	Analitika Data (B)	Analitika Data (B)	Statistika 2 (B)	Statistika 2 (B)	Statistika 2 (B)
Ruang 4		Metodologi Penelitian (C)	Metodologi Penelitian (C)	Ekologi Industri (C)	Ekologi Industri (C)			Fisika Dasar 2 (A)	Fisika Dasar 2 (A)	Fisika Dasar 2 (A)
Ruang 5			Ekonomika dan Ekonomi Teknik (A)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (A)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (A)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (D)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (D)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (C)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (C)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (C)

**Tabel 19. Interpretasi Hasil Penjadwalan Perkuliahan Hari Kamis**

Ruang	Kamis									
	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1	Kalkulus 2 (C)	Kalkulus 2 (C)	Ergonomi 2 (A)	Ergonomi 2 (A)	Ergonomi 2 (A)	Kalkulus 2 (C)	Kalkulus 2 (C)		Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (D)	
Ruang 2			Ekonomika dan Teknik (B)	Ekonomika dan Teknik (B)	Ekonomika dan Teknik (B)	Mekanika Teknik (A)	Mekanika Teknik (A)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (D)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (D)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (D)
Ruang 3			Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (A)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (A)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (A)	Analitika Data (D)	Analitika Data (D)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)
Ruang 4		Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (A)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi 9 (A)	Analitika Data (A)	Analitika Data (A)					
Ruang 5			Penelitian Operasional 2 (C)	Penelitian Operasional 2 (C)	Penelitian Operasional 2 (C)	Mekanika Teknik (D)	Mekanika Teknik (D)	Statistika 2 (D)	Statistika 2 (D)	Statistika 2 (D)

**Tabel 20. Interpretasi Hasil Penjadwalan Perkuliahan Hari Jumat**

Ruang	Jumat									
	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1		Ekologi Industri (A)	Ekologi Industri (A)	Pemodelan Sistem (A)	Pemodelan Sistem (A)			3 Fisika Dasar 2 (C)	Fisika Dasar 2 (C)	Fisika Dasar 2 (C)
Ruang 2			Ekonomika dan Ekonomi Teknik (C)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (C)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (C)			Statistika 2 (C)	Statistika 2 (C)	Statistika 2 (C)
Ruang 3			3 Fisika Dasar 2 (B)	Fisika Dasar 2 (B)	Fisika Dasar 2 (B)			3 Pengendalian dan Penjaminan Mutu (B)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (B)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (B)
Ruang 4			Aljabar Linear (A)	Aljabar Linear (A)	Aljabar Linear (A)			Ergonomi 2 (B)	Ergonomi 2 (B)	Ergonomi 2 (B)
Ruang 5			Penelitian Operasional 2 (A)	Penelitian Operasional 2 (A)	Penelitian Operasional 2 (A)					

38 Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa jadwal mata kuliah yang dihasilkan untuk setiap harinya telah terpenuhi sesuai dengan dosen pengampu dan kelompok mahasiswa yang mengontrak pada mata kuliah tersebut pada semester yang sesuai pula. Kemudian dari jadwal yang dihasilkan tidak terdapat bentrok antar mata kuliah satu dan mata kuliah lainnya.

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

## 5.1 Analisa Model Matematika Optimasi Ruang yang Digunakan

Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penelitian ini bertujuan untuk memaksimalkan penggunaan ruang kelas yang tersedia selama pelaksanaan perkuliahan secara *offline* pada semester genap tahun ajaran 2022-2023. Perancangan model matematika yang menjadi inti dari penelitian ini mengacu pada referensi jurnal Algethami dan Laesankang (2021) yang merupakan bentuk penyederhanaan model yang telah dikembangkan bertujuan untuk kasus penjadwalan perkuliahan secara otomatis. Model tersebut dipilih karena sesuai dengan kebutuhan dan kondisi sebenarnya pada kasus maksimasi jumlah ruang kelas yang digunakan selama kegiatan perkuliahan berlangsung. Selain itu model yang dikembangkan oleh Algethami dan Laesankang (2021) memiliki batasan untuk memastikan bahwa setiap mata kuliah yang dijadwalkan pada kegiatan perkuliahan tidak akan menjadwalkan dua mata kuliah pada ruangan, hari, dan sesi yang sama. Perbedaan antara model matematika dalam penelitian ini dengan model referensi adalah bentuk model yang dikembangkan. Pada model yang dikembangkan oleh Algethami dan Laesankang (2021) menggunakan model matematika *mixed integer linear programming* (MILP), sedangkan pada penelitian ini menggunakan model matematika *pure integer linear programming* (PILP). Model matematika yang dikembangkan adalah model maksimasi jumlah ruangan yang digunakan selama satu minggu kegiatan perkuliahan dengan memperhatikan waktu preferensi mengajar dosen dan menyesuaikan dengan mata kuliah yang dijadwalkan untuk kelompok mahasiswa tertentu. Waktu preferensi mengajar dosen adalah hari dan sesi yang direkomendasikan oleh dosen untuk melaksanakan kegiatan perkuliahan pada mata kuliah yang diampu oleh dosen tersebut.

103

Model yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah model deterministik, dengan menggunakan pendekatan optimasi sehingga opsi yang diperoleh adalah solusi yang optimal. Variabel keputusan model terdiri dari tiga variabel keputusan yaitu: keputusan mata kuliah yang dijadwalkan untuk kelompok mahasiswa, keputusan waktu preferensi mengajar dan keputusan pelaksanaan perkuliahan yang dijadwalkan untuk kelompok mahasiswa pada ruangan, hari, dan sesi. Adapun untuk batasan model pada penelitian ini terdiri dari tujuh batasan yaitu: Pertama, setiap ruang kelas hanya dapat digunakan maksimal satu mata kuliah pada hari dan sesi yang sama. Kedua, setiap mata kuliah dan kelompok mahasiswa jumlah jadwal mata kuliah tersebut di seluruh hari, sesi dan ruang harus sesuai dengan jumlah SKS mata kuliah. Ketiga, setiap ruang, hari, mata kuliah, mahasiswa dan sesi 1 sampai 10 maka sesi berikutnya sampai dengan jumlah SKS harus bernilai 1. Keempat, setiap hari dan sesi jumlah mata kuliah yang diampu dosen hanya dapat dijadwalkan maksimal satu mata kuliah. Kelima, setiap ruang, hari, dan sesi hanya dapat dijadwalkan untuk satu mata kuliah. Keenam, pada hari Jumat untuk sesi 6 tidak ada pelaksanaan perkuliahan. Terakhir, memastikan variabel keputusan merupakan bilangan *biner* (bulat).

13

Berdasarkan hasil penjadwalan yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa dengan melakukan konstruksi model dan model matematika yang dibentuk dapat mencapai hasil yang optimal. Penggunaan ruangan yang tersedia dapat dimaksimalkan dan tidak terdapat bentrok antar mata kuliah, kelompok mahasiswa, dosen serta ruangan.

## 5.2 Analisa Implementasi Model pada Studi Kasus Penjadwalan Ruang Kelas

Implementasi model pada kasus ini adalah pada penjadwalan ruang kelas untuk pelaksanaan perkuliahan secara *offline* semester genap tahun ajaran 2022-2023 Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Data-data yang digunakan selama penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder, yang mana data primer merupakan data yang diperoleh dengan observasi secara langsung baik observasi objek maupun kuesioner. Sedangkan data sekunder



merupakan data yang bersumber dari data historis. Data-data tersebut kemudian akan digunakan untuk mengetahui kemampuan model secara aplikatif.

Berikut adalah uraian data-data yang digunakan dalam penelitian ini. Terdapat lima ruangan yang disediakan untuk pelaksanaan perkuliahan pada semester genap ini. Adapun data kelompok mahasiswa untuk setiap tingkatan mahasiswa terdiri atas empat kelompok mahasiswa. Sehingga apabila terdiri dari tiga tingkatan mahasiswa maka jumlah total kelompok mahasiswa yaitu sebanyak dua belas kelompok mahasiswa. Kemudian untuk jumlah kelas pada setiap mata kuliah terdiri dari empat kelas yakni kelas A, B, C dan D. Hal tersebut sebanding dengan jumlah kelompok mahasiswa per-tingkatnya. Kegiatan perkuliahan berlangsung selama satu minggu. Setiap minggunya terdapat lima hari waktu pelaksanaan kuliah, yaitu hari Senin sampai Jumat. Pada setiap harinya masing-masing terdiri dari sepuluh sesi. Untuk setiap sesinya berdurasi 50 menit. Pada sesi satu dimulai pada jam 7.30 – 8.20, sesi dua dengan periode waktu 8.20 - 9.10, sesi tiga dengan periode waktu 9.10 - 10.00, sesi empat dengan periode waktu 10.00 - 10.50, sesi lima dengan periode waktu 10.50 - 11.40, sesi enam dengan periode waktu 13.10 - 14.00, sesi tujuh dengan periode waktu 14.00 - 4.50, sesi delapan dengan periode waktu 14.50 - 15.40, sesi sembilan dengan periode waktu 15.40 - 16.30, terakhir sesi sepuluh dengan periode waktu 16.30 - 17.20. Sedangkan pada hari Jumat sesi enam tidak dilaksanakan perkuliahan dikarenakan pada sesi tersebut adalah waktu istirahat Shalat Jumat. Seperti yang dijelaskan pada subbab sebelumnya maka hal itu dijadikan sebagai batasan.

Parameter yang diperlukan yaitu; (1) pengelompokan mata kuliah dan dosen pengampu; (2) durasi perkuliahan sesuai dengan jumlah beban SKS yang dimiliki oleh mata kuliah; (3) pengelompokan mata kuliah dengan kelompok mahasiswa; (4) waktu preferensi mengajar yang dijadwalkan pada hari dan sesi sesuai dengan keinginan dosen; dan (5) pelaksanaan perkuliahan untuk mata kuliah yang diambil oleh kelompok mahasiswa yang kemudian dijadwalkan pada ruang, hari dan sesi tersebut.

Setelah seluruh data diperoleh maka data tersebut diinput untuk dilakukan komputasi model pada *software Lingo solver* 18.0 dengan *coding* yang telah

dijelaskan pada subbab 4.2.4. Komputasi tersebut dilakukan dengan hanya menjalankan satu alternatif yaitu memperhatikan waktu preferensi mengajar. Hasil komputasi alternatif tersebut berhasil memperoleh solusi global dengan nilai fungsi tujuan sebanyak lima yang merupakan jumlah ruangan kelas yang digunakan dari lima ruangan yang tersedia dan waktu preferensi dosen yang terpenuhi mencapai 75%. Dari hasil implementasi model pada kasus ini model tersebut telah menentukan variabel keputusan mulai dari jumlah ruangan yang digunakan sampai jadwal perkuliahan secara *offline* pada semester genap. Maka hasil komputasi ini menunjukkan hasil yang optimal.

### 5.3 Analisa Sensitivitas Model

Analisa sensitivitas model dilakukan untuk mengetahui performansi dari model yang dikembangkan. Sehingga apabila analisis sensitivitas dilakukan secara lebih lanjut maka dapat diketahui pengaruh dari perubahan parameter terhadap fungsi tujuan selain untuk menganalisis perubahan pada variabel keputusan saat terjadi perubahan pada nilai parameter. Sensitivitas model pada kasus ini dilakukan dengan perubahan pada parameter jumlah ruangan kelas untuk melihat perubahan pada variabel keputusan jumlah ruangan kelas yang digunakan dan variabel keputusan jadwal perkuliahan *offline* semester genap. Pemilihan parameter kapasitas dalam analisis ini dikarenakan parameter ini merupakan parameter kritis yang mana keputusan jumlah ruangan kelas yang digunakan dan secara lanjut maka perubahan pada parameter ini akan mempengaruhi jadwal perkuliahan yang ditentukan.

Jumlah ruangan dalam pelaksanaan perkuliahan *offline* ini pada umumnya dilaksanakan dengan menggunakan empat ruangan. Analisis sensitivitas pada pelaksanaan perkuliahan dilakukan dengan melakukan perubahan pada jumlah ruangan yang digunakan dari tiga ruangan, empat ruangan, lima ruangan dan enam ruangan. Pada jumlah ruangan sebanyak tiga dan empat ruangan terdapat *error* sehingga fungsi tujuan tidak terpenuhi dan tidak ada solusi yang dihasilkan. Selanjutnya apabila jumlah ruangan sebanyak lima dan enam ruangan tidak terdapat *error* sehingga fungsi tujuan terpenuhi dan terdapat solusi yang dihasilkan. Namun yang membedakan dari hasil keduanya yaitu terdapat jumlah sesi yang kosong.

Pada jumlah ruangan sebanyak lima ruangan menunjukkan jumlah sesi kosong sebanyak 86 sesi. Sedangkan apabila jumlah ruangan sebanyak enam ruangan maka jumlah sesi kosong sebanyak 143 sesi. Hal tersebut membuktikan bahwa semakin banyak jumlah ruangan yang tersedia maka semakin banyak pula jumlah sesi kosong. Secara tidak langsung perubahan jumlah ruangan yang digunakan juga akan mempengaruhi jadwal pelaksanaan perkuliahan yang dihasilkan. Hasil uji sensitivitas ini telah membuktikan bahwa logika model yang ter verifikasi, sehingga model dapat dinyatakan menyerupai sistem riil.

## KESIMPULAN

## 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan pada penelitian ini yaitu untuk menentukan jumlah ruangan kelas yang dibutuhkan selama pelaksanaan perkuliahan semester genap berlangsung dengan menjadwalkan perkuliahan secara tepat serta memperhatikan waktu preferensi mengajar terhadap menentukan hari dan sesi pelaksanaan perkuliahan masing-masing dosen pengampu mata kuliah. Hasil dari analisa dan pembahasan pada penelitian ini berfokus pada maksimasi jumlah ruangan kelas yang digunakan selama pelaksanaan perkuliahan dan jadwal yang dihasilkan.

Berikut ini adalah hasil penelitian pada maksimasi jumlah ruangan yang digunakan selama pelaksanaan perkuliahan ini dapat disimpulkan secara lebih rinci.

1. Model matematika *Pure Integer Linear Programming* yang diusulkan terbukti dapat menjadwalkan perkuliahan dengan memperhatikan waktu preferensi dosen.
2. Dalam pelaksanaan perkuliahan *offline* semester genap dalam satu minggu dengan memperhatikan waktu preferensi dosen dan tidak terjadi bentrok dapat dilaksanakan dengan menggunakan lima ruangan kelas.

## 6.2 Saran

Setelah penelitian dilakukan, terdapat beberapa saran terkait pengembangan penelitian ke depan, yaitu:

1. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan pencarian solusi dengan menggunakan pendekatan metaheuristik dan simulasi untuk menyelesaikan masalah dengan parameter deterministik, selain itu pendekatan tersebut juga dapat menyelesaikan permasalahan dengan parameter probabilistik.
2. Model ini dapat dikembangkan dengan menambahkan mata kuliah pilihan.

3. Model ini dapat dikembangkan untuk menjadwalkan pelaksanaan ujian pada semester genap.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, F. N., dan Yulianis, M. 2018. Implementasi genetic algoritms untuk penjadwalan mata kuliah berbasis website. *Explore: Jurnal Sistem Informasi dan Telematika (Telekomunikasi, Multimedia dan Informatika)*, 9(1).
- Anhalt, C. O. and Cortez, R. (2015) 'Mathematical Modeling: A Structured Process', *The Mathematics Teacher*, 108(6), pp. 446–452. doi: 10.5951/mathteacher.108.6.0446.
- Anderson, David R., Sweeney, Denis J., dan William, Thomas A. 1996. Manajeemen Sains Pendekatan Kuantitatif untuk Pengambilan Keputusan Manajemen, Terjemahan Ancella A. Hermawan dari an Introduction to Management Science Quantitative Approach to Decision Making. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Algethami, H. dan Laesanklang, W. 2021. A Mathematical Model for Course Timetabling Problem With Faculty-Course Assignment Constraint. *IEEE Access*. Vol 09. No 01. Hal 111666-111682.
- Basiarti, S. 2018. Integer Linear Programming dengan Pendekatan Metode Cutting Plane dan Brand and Bound untuk Optimasi Produksi Tahu. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*. Vol 04. No 02. Hal 95-104.
- Borcinova, Z. 2017. Two Models of the Capacitated Vihicle Routing Problem. *Croatian Operational Review*. Vol 08. No 02. Hal 463-469.
- Daellenbach, H. G. 1994. *Systems and Decision Making: A Management Science*.
- Dantzig, G. B. (1990). Origins of the simplex method. In *A history of scientific computing* (pp. 141-151).
- Harjiyanto, T. 2014. Aplikasi Model Goal Programming Untuk Optimisasi Produksi Aksesoris (Studi Kasus: PT. Kosama Jaya Banguntapan Bantul). *Yogyakarta: Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Hidayat, A. 2021. Penjadwalan Ujian Online Di Perguruan Tinggi Dengan Menggunakan Model Matematika Integer Linear Programming Untuk

Minimasi Jumlah Akun Zoom. (*skripsi*). Cilegon: Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Hilman, M. 2017. Optimasi Proses Produksi Produk Makanan Pada Ukm Makanan Di Kabupaten Ciamis Dengan Metode Integer Linier Programming. Jurnal Media Teknologi. Vol 04.No 01.

Ilhami, M. A. (2020). Model Matematika Perancangan Konsep Produk, Desain Produk, dan Perencanaan Manufaktur & Supply Chain dalam Pengembangan Produk 3DCE (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).

Jainudin, M. 2019. Optimasi Produksi Paving Stone Dengan Menggunakan Metode Linier Programming Di PT. XXX. *JKIE (Journal Knowledge Industrial Engineering)*, 6(2), 81-90.

Kurnia, H. 2021. Sistem Penjadwalan Mata Kuliah Daring Untuk Program Studi Informatika Universitas Islam Indonesia Menggunakan Metode Algoritma Genetika. (*skripsi*). Yogyakarta: Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia.

Kurnia, N. S. 2020. Analisis Masalah Transshipment Menggunakan Software *Lingo* Di Pt. Sbt. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 6(2), 94-99.

Kurniawati, A. T. 2015. Sistem Aplikasi Penjadwalan Ruang Kuliah dengan Metode Integer Linear Programming pada Fakultas Teknologi Informasi ITATS. *Jurnal IPTEK*, 19(2), 59-66.

Lalang, D. dan Alojaha, D R. 2022. Penggunaan Integer Linear Programming Untuk Meminimumkan Ruang Kuliah pada Mata Kuliah Dasar Umum (MKDU) Studi Kasus di Universitas Tribuana Kalabahi. Jurnal Saintek Lahan Kering. Vol 04. No 02. Hal 32-35.

Mattengnga, N. R. R. 2021. *Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah dengan Pendekatan Column Generation (Studi Kasus: Jadwal Perkuliahan di Departemen Matematika Universitas Hasanuddin)* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).

Ngusman, N. 2019. Perencanaan Jumlah Produksi Optimum Dengan Metode Linear Programing Pada Ud Muktijaya Cor Di Ciamis. Jurnal Media Teknologi, 05(01), pp. 1-14.

- Purba, S. D., & Ahyaningsih, F. (2020). Integer Programming Dengan Metode Branch and Bound Dalam Optimasi Jumlah Produksi Setiap Jenis Roti Pada Pt. Arma Anugerah Abadi. *Jurnal Karismatika*, 6(03), 20-29.
- Rahmawati, A. A., & Handaga, I. B. 2022. *Penjadwalan Kelas Bersyarat Menggunakan Pendekatan Linear Programming (Studi Kasus: Universitas Duta Bangsa Wonogiri)* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta)
- Ramadhani, I. A. 2018. Pengembangan sistem informasi penjadwalan mata kuliah berbasis web di fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar. *Jurnal Pendidikan*, 6(2), 1-15.
- Ristianasari, E. D. 2017. Optimasi Distribusi Pupuk Menggunakan Metode Goal Programming (Studi Kasus: PT. Petrokimia Gresik (Persero)). Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ruhiyat, R. Hanum, F. dan Permana, R. 2015. Penjadwalan Kegiatan Perkuliahan Menggunakan Goal Programming: Studi Kasus di Program Studi S1 Matematika FMIPA IPB. *Journal of Mathematics and Its Applications*. Vol 14. No 02. Hal 45-56.
- Mustika, L., Ceffi, M. S., dan Suprpto, M. 2020. Optimasi Biaya Pengiriman Beras Menggunakan Model Transportasi Metode North West Corner (Nwc) Dan Software Lingo. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 6(3), 184-189.
- Sasongko, I. A. 2020. *TA: Rancang Bangun Aplikasi Penjadwalan Mata Pelajaran pada SMA GIKI 2 Surabaya* (Doctoral dissertation, Universitas Dinamika).
- Silaban, M. E., dan Angreni, I. A. A. 2022. Optimasi Biaya Penggunaan Alat Berat terhadap Pekerjaan Cut dan Fill dengan Metode Integer Linear Programming. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(5), 5578-5600.
- Suwirmayanti, N.L.Gede Pivin. 2017. Penerapan Metode Simpleks Untuk Optimalisasi Produksi Pada UKM Gerabah. STMIK STIKOM Bali
- Wati, D. A. R., dan Rochman, Y. A. 2013. Model Penjadwalan Matakuliah Secara Otomatis Berbasis Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 2(1), 22-31.
- Winston, W. L. (2004). *An introduction to model building. Operations research applications and algorithms*, 2-5.



Wungguli, D. dan Nurwan, N. 2020. Penerapan Model Integer Linear Programming Dalam Optimasi Penjadwalan Perkuliahan Secara Otomatis. Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan. Vol 14. No 03. Hal 413-4

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Waktu Preferensi Mengajar ( $Q_{klm}$ )

$Q_{klm}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
1-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
1-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1-04	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1-05	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1-06	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-07	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-08	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-09	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
2-02	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
2-03	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
2-04	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
2-05	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
2-06	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2-07	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2-08	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-09	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
3-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3-03	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Qkln	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
1-01	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-02	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-03	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-07	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-01	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-02	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2-03	0	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
2-05	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
2-06	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
2-07	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-08	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-01	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-02	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
3-03	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Qklm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
3-04	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
3-05	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
3-06	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-07	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-08	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
4-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
4-03	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0
4-04	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0
4-05	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0
4-06	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
4-07	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
4-08	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-09	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
5-04	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
5-05	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
5-06	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-07	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-08	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Qkkm	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
3-05	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0
3-06	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0
3-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
3-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-02	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-03	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-04	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
4-05	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-06	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-03	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lampiran 2. Mata Kuliah yang Diambil oleh Kelompok Mahasiswa ( $Y_{mn}$ )

Ymn	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
22	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
26	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
33	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
34	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
37	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
42	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

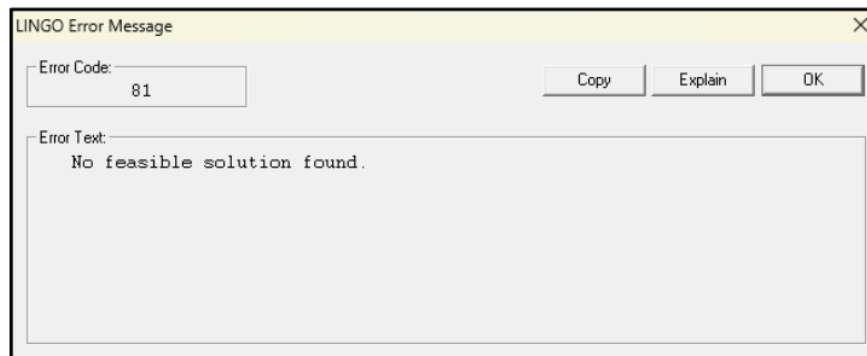
Ymn	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
48	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
51	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
58	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
60	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
63	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### Lampiran 3. Hasil Uji Sensitivitas

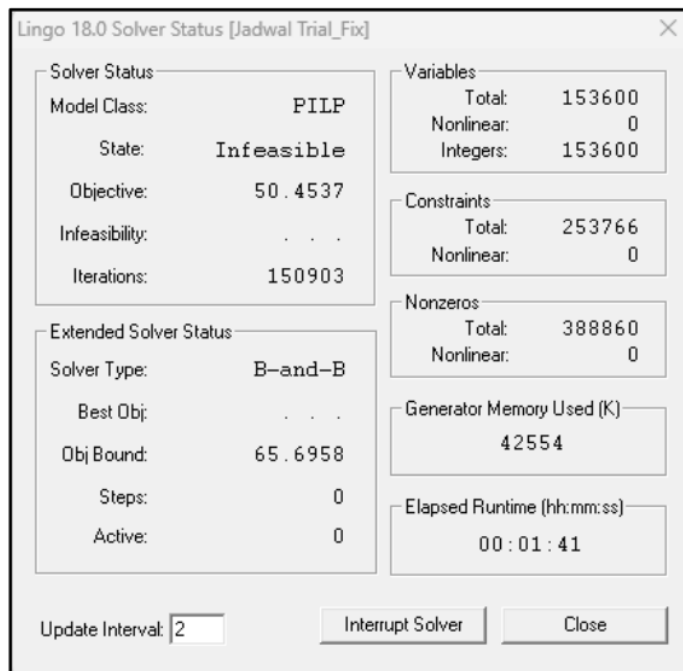
#### a. 3 Ruang

Lingo 18.0 Solver Status [Jadwal Trial\_Fix]

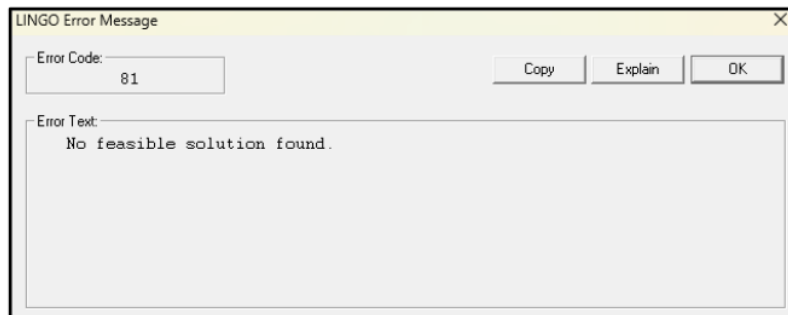
<b>Solver Status</b> Model Class: <b>PILP</b> State: <b>Infeasible</b> Objective: 0 Infeasibility: . . . Iterations: 1313		<b>Variables</b> Total: 115200 Nonlinear: 0 Integers: 115200	
<b>Extended Solver Status</b> Solver Type: <b>B-and-B</b> Best Obj: . . . Obj Bound: 1e+030 Steps: 0 Active: 0		<b>Constraints</b> Total: 190716 Nonlinear: 0	
		<b>Nonzeros</b> Total: 291645 Nonlinear: 0	
		<b>Generator Memory Used (K)</b> 32018	
		<b>Elapsed Runtime (hh:mm:ss)</b> 00:00:17	
Update Interval: 2		Interrupt Solver    Close	



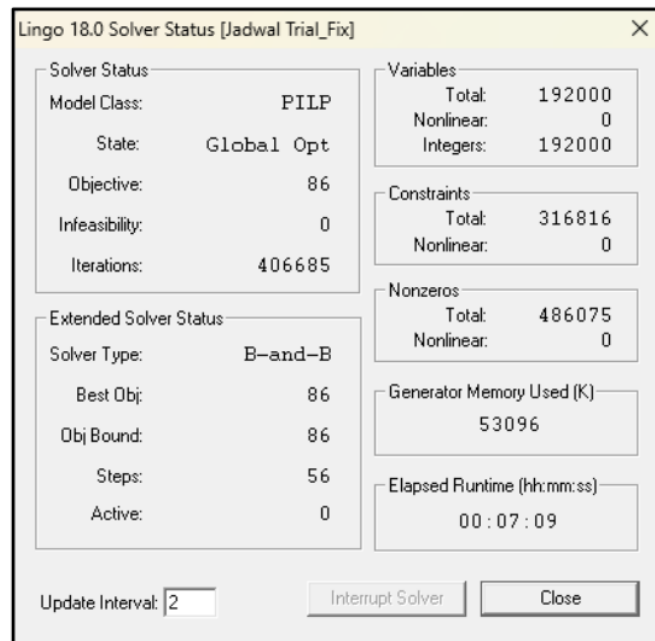
b. 4 Ruangan







c. 5 Ruangan



d. 6 Ruang

Lingo 18.0 Solver Status [Jadwal Trial\_Fix\_6 Ruang] X

Solver Status		Variables	
Model Class:	MIIP	Total:	230400
State:	Global Opt	Nonlinear:	0
Objective:	89	Integers:	230400
Infeasibility:	0		
Iterations:	148347		
		Constraints	
		Total:	379866
		Nonlinear:	0
		Nonzeros	
		Total:	583290
		Nonlinear:	0
Extended Solver Status		Generator Memory Used (K)	
Solver Type:	B-and-B	63632	
Best Obj:	89		
Obj Bound:	89		
Steps:	2	Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
Active:	0	00:02:07	

Update Interval: 2 Interrupt Solver Close

Lampiran 4. Interpretasi Jadwal (5 Ruang)

Ruang	Senin									
	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1	Kalkulus 2 (A)	Kalkulus 2 (A)	Pemodelan Sistem (B)	Pemodelan Sistem (B)		Kalkulus 2 (A)	Kalkulus 2 (A)	3 Fisika Dasar 2 (D)	Fisika Dasar 2 (D)	Fisika Dasar 2 (D)
Ruang 2		Ekonomika dan Ekonomi Teknik (D)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (D)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (D)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (D)	Proses Manufaktur (A)	Proses Manufaktur (A)	Aljabar Linear (D)	Aljabar Linear (D)	Aljabar Linear (D)
Ruang 3		Aljabar Linear (B)	Aljabar Linear (B)	Aljabar Linear (B)	Aljabar Linear (B)				Mekanika Teknik (C)	Mekanika Teknik (C)
Ruang 4		Penelitian Operasional 2 (D)	Penelitian Operasional 2 (D)	Penelitian Operasional 2 (D)	Penelitian Operasional 2 (D)	Proses Manufaktur (C)	Proses Manufaktur (C)			
Ruang 5		Penelitian Operasional (B)	Penelitian Operasional (B)	Penelitian Operasional (B)	Penelitian Operasional (B)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (C)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (C)			

Ruang	Selasa									
	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1	Kalkulus 2 (B)	Kalkulus 2 (B)	Pemodelan Sistem (D)	Pemodelan Sistem (D)		Kalkulus 2 (B)	Kalkulus 2 (B)	Ergonomi 2 (D)	Ergonomi 2 (D)	Ergonomi 2 (D)
Ruang 2			Pengendalian dan Penjaminan Mutu (D)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (D)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (D)	Metodologi Penelitian (A)	Metodologi Penelitian (A)			
Ruang 3			Pengendalian dan Penjaminan Mutu (A)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (A)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (A)	Proses Manufaktur (D)	Proses Manufaktur (D)		Mekanika Teknik (B)	Mekanika Teknik (B)
Ruang 4			Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Analitika Data (C)	Analitika Data (C)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (C)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (C)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (C)
Ruang 5		Proses Manufaktur (B)	Proses Manufaktur (B)	Metodologi Penelitian (D)	Metodologi Penelitian (D)	Metodologi Penelitian (B)	Metodologi Penelitian (B)			

Ruang	Rabu									
	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1		Ekologi Industri (B)	Ekologi Industri (B)	Perodelan Sistem (C)	Perodelan Sistem (C)	Ekologi Industri (D)	Ekologi Industri (D)	Aljabar Linear (C)	Aljabar Linear (C)	Aljabar Linear (C)
Ruang 2	Kalkulus 2 (D)	Kalkulus 2 (D)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (B)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (B)		Kalkulus 2 (D)	Kalkulus 2 (D)			
Ruang 3			Ergonomi 2 (C)	Ergonomi 2 (C)	Ergonomi 2 (C)	Analitika Data (B)	Analitika Data (B)	Statistika 2 (B)	Statistika 2 (B)	Statistika 2 (B)
Ruang 4		Metodologi Penelitian (C)	Metodologi Penelitian (C)	Ekologi Industri (C)	Ekologi Industri (C)			3 Fisika Dasar 2 (A)	Fisika Dasar 2 (A)	Fisika Dasar 2 (A)
Ruang 5			Ekonomika dan Ekonomi Teknik (A)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (A)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (A)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (D)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (D)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (C)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (C)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (C)

Kamis										
Ruang	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1	Kalkulus 2 (C)	Kalkulus 2 (C)	Ergonomi 2 (A)	Ergonomi 2 (A)	Ergonomi 2 (A)	Kalkulus 2 (C)	Kalkulus 2 (C)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (D)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (D)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (D)
Ruang 2			Ekonomika dan Ekonomi Teknik (B)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (B)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (B)	Mekanika Teknik (A)	Mekanika Teknik (A)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (D)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (D)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (D)
Ruang 3			Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (A)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (A)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (A)	Analitika Data (D)	Analitika Data (D)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)
Ruang 4		Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (A)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi 9 (A)	Analitika Data (A)	Analitika Data (A)					
Ruang 5			Penelitian Operasional 2 (C)	Penelitian Operasional 2 (C)	Penelitian Operasional 2 (C)	Mekanika Teknik (D)	Mekanika Teknik (D)	Statistika 2 (D)	Statistika 2 (D)	Statistika 2 (D)

Ruang	Jumat									
	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1		Ekologi Industri (A)	Ekologi Industri (A)	Pemodelan Sistem (A)	Pemodelan Sistem (A)			3 Fisika Dasar 2 (C)	Fisika Dasar 2 (C)	Fisika Dasar 2 (C)
Ruang 2			Ekonomika dan Ekonomi Teknik (C)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (C)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (C)			Statistika 2 (C)	Statistika 2 (C)	Statistika 2 (C)
Ruang 3			3 Fisika Dasar 2 (B)	Fisika Dasar 2 (B)	Fisika Dasar 2 (B)			3 Pengendalian dan Penjaminan Mutu (B)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (B)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (B)
Ruang 4			Aljabar Linear (A)	Aljabar Linear (A)	Aljabar Linear (A)			Ergonomi 2 (B)	Ergonomi 2 (B)	Ergonomi 2 (B)
Ruang 5			Penelitian Operasional 2 (A)	Penelitian Operasional 2 (A)	Penelitian Operasional 2 (A)					

Lampiran 5. Interpretasi Jadwal (6 Ruang)

Senin										
Ruang	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1			Perancangan dan Penjaminan Mutu (B)	Perancangan dan Penjaminan Mutu (B)	Perancangan dan Penjaminan Mutu (B)	Mekanika Teknik (C)	Mekanika Teknik (C)			
Ruang 2			Aljabar Linear (A)	Aljabar Linear (A)	Aljabar Linear (A)	Mekanika Teknik (A)	Mekanika Teknik (A)	Statistika 2 (C)	Statistika 2 (C)	Statistika 2 (C)
Ruang 3			Penelitian Operasional 2 (A)	Penelitian Operasional 2 (A)	Penelitian Operasional 2 (A)	Proses Manufaktur (D)	Proses Manufaktur (D)	Ergonomi 2 (B)	Ergonomi 2 (B)	Ergonomi 2 (B)
Ruang 4			Pemodelan Sistem (A)	Pemodelan Sistem (A)			11 Kalkulus 2 (A)	Kalkulus 2 (A)	Kalkulus 2 (A)	Kalkulus 2 (A)
Ruang 5			Ekonomika dan Ekonomi Teknik (D)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (D)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (D)					
Ruang 6			Proses Manufaktur (A)	Proses Manufaktur (A)		5 Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (C)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (C)			



Selasa										
Ruang	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1			Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Metodologi Penelitian (B)	Metodologi Penelitian (B)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)
Ruang 2			Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Metodologi Penelitian (B)	Metodologi Penelitian (B)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)
Ruang 3			Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Metodologi Penelitian (B)	Metodologi Penelitian (B)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)
Ruang 4			Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Metodologi Penelitian (B)	Metodologi Penelitian (B)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)
Ruang 5			Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Metodologi Penelitian (B)	Metodologi Penelitian (B)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)
Ruang 6			Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (B)	Metodologi Penelitian (B)	Metodologi Penelitian (B)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)	Statistika 2 (A)

Rabu										
Ruang	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1			Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (D)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (D)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (D)			3 Fisika Dasar 2 (D)	Fisika Dasar 2 (D)	Fisika Dasar 2 (D)
Ruang 2		Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (A)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (A)	Ekologi Industri (D)	Ekologi Industri (D)					
Ruang 3			Ergonomi 2 (C)	Ergonomi 2 (C)	Ergonomi 2 (C)	Analitika Data (B)	Analitika Data (B)			
Ruang 4			Ekonomika dan Ekonomi Teknik (A)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (A)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (A)		11 Kalkulus 2 (D)	Kalkulus 2 (D)	Kalkulus 2 (D)	Kalkulus 2 (D)
Ruang 5		Ekologi Industri (A)	Ekologi Industri (A)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (C)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (C)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (C)		Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (C)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (C)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (C)
Ruang 6		Ekologi Industri (C)	Ekologi Industri (C)	Pemodelan Sistem (D)	Pemodelan Sistem (D)					

Kamis										
Ruang	7.30-8.20	8.20-9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10-14.00	14.00-14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1			9 Penelitian Operasional 2 (B)	Penelitian Operasional 2 (B)	Penelitian Operasional 2 (B)	Metodologi Penelitian (C)	Metodologi Penelitian (C)			
Ruang 2			26 Ergonomi 2 (A)	Ergonomi 2 (A)	Ergonomi 2 (A)	Proses Manufaktur (C)	Proses Manufaktur (C)	3 Fisika Dasar 2 (A)	Fisika Dasar 2 (A)	Fisika Dasar 2 (A)
Ruang 3				Aljabar Linear (B)	Aljabar Linear (B)			Statistika 2 (B)	Statistika 2 (B)	Statistika 2 (B)
Ruang 4				Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (A)	Perancangan dan Manajemen Organisasi Industri (A)	3 Pengendalian dan Penjaminan Mutu (D)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (D)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (D)		
Ruang 5				Analitika Data (A)	Ekologi Industri (B)	Ekologi Industri (B)	Analitika Data(D)	Analitika Data(D)		
Ruang 6				Ekonomika dan Ekonomi Teknik (B)	Ekonomika dan Ekonomi Teknik (B)	5 Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (D)	Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (D)			

Ruang	Jum'at									
	7.30- 8.20	8.20- 9.10	9.10-10.00	10.00-10.50	10.50-11.40	13.10- 14.00	14.00- 14.50	14.50-15.40	15.40-16.30	16.30-17.20
Ruang 1			Statistika 2 (D)	Statistika 2 (D)	Statistika 2 (D)			Pengendalian dan Penjaminan Mutu (C)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (C)	Pengendalian dan Penjaminan Mutu (C)
Ruang 2			Aljabar Linear (D)	Aljabar Linear (D)	Aljabar Linear (D)					
Ruang 3			Penelitian Operasional 2 (C)	Penelitian Operasional 2 (C)	Penelitian Operasional 2 (C)		Mekanika Teknik (B)	Mekanika Teknik (B)		
Ruang 4			Pemodelan Sistem (B)	Pemodelan Sistem (B)					Mekanika Teknik (D)	Mekanika Teknik (D)
Ruang 5			Metodologi Penelitian (A)	Metodologi Penelitian (A)						
Ruang 5			Penelitian Operasional 2 (D)	Penelitian Operasional 2 (D)			11 Kalkulus 2 (B)	Kalkulus 2 (B)	Kalkulus 2 (B)	Kalkulus 2 (B)
Ruang 6			Fisika Dasar 2 (B)	Fisika Dasar 2 (B)	Fisika Dasar 2 (B)					

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS**

# draft-TA

## ORIGINALITY REPORT

24%  
SIMILARITY INDEX

23%  
INTERNET SOURCES

7%  
PUBLICATIONS

9%  
STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Student Paper	3%
2	repository.its.ac.id Internet Source	1%
3	text-id.123dok.com Internet Source	1%
4	ojs3.unpatti.ac.id Internet Source	1%
5	123dok.com Internet Source	1%
6	lib.ui.ac.id Internet Source	1%
7	repository.radenintan.ac.id Internet Source	1%
8	repository.untirta.ac.id Internet Source	1%
9	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	1%

10	<a href="http://etheses.uin-malang.ac.id">etheses.uin-malang.ac.id</a> Internet Source	1 %
11	<a href="http://adoc.pub">adoc.pub</a> Internet Source	1 %
12	<a href="http://repository.unhas.ac.id">repository.unhas.ac.id</a> Internet Source	<1 %
13	<a href="http://repository.usd.ac.id">repository.usd.ac.id</a> Internet Source	<1 %
14	<a href="http://www.neliti.com">www.neliti.com</a> Internet Source	<1 %
15	<a href="http://repository.ub.ac.id">repository.ub.ac.id</a> Internet Source	<1 %
16	<a href="http://repository.dinamika.ac.id">repository.dinamika.ac.id</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="http://repository-ft.untirta.ac.id">repository-ft.untirta.ac.id</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="http://journal.widyatama.ac.id">journal.widyatama.ac.id</a> Internet Source	<1 %
19	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	<1 %
20	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Internet Source	<1 %
21	<a href="http://jurnal.unimed.ac.id">jurnal.unimed.ac.id</a> Internet Source	<1 %

22	<a href="http://pasca.fapet.ugm.ac.id">pasca.fapet.ugm.ac.id</a> Internet Source	<1 %
23	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
24	<a href="http://journal.unpar.ac.id">journal.unpar.ac.id</a> Internet Source	<1 %
25	<a href="http://repository.ipb.ac.id">repository.ipb.ac.id</a> Internet Source	<1 %
26	<a href="http://sipil.ft.unsoed.ac.id">sipil.ft.unsoed.ac.id</a> Internet Source	<1 %
27	<a href="http://wanderwear.ehost.com">wanderwear.ehost.com</a> Internet Source	<1 %
28	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Internet Source	<1 %
29	<a href="http://teknik.unej.ac.id">teknik.unej.ac.id</a> Internet Source	<1 %
30	<a href="http://edoc.site">edoc.site</a> Internet Source	<1 %
31	<a href="http://eprints.untirta.ac.id">eprints.untirta.ac.id</a> Internet Source	<1 %
32	<a href="http://rsmultazam.com">rsmultazam.com</a> Internet Source	<1 %
33	Submitted to State Islamic University of Alauddin Makassar	<1 %



---

34	<a href="http://geologi.ftke.trisakti.ac.id">geologi.ftke.trisakti.ac.id</a> Internet Source	<1 %
----	---	------

---

35	<a href="http://ejurnal.itats.ac.id">ejurnal.itats.ac.id</a> Internet Source	<1 %
----	---	------

---

36	<a href="http://industri.ft.untirta.ac.id">industri.ft.untirta.ac.id</a> Internet Source	<1 %
----	---	------

---

37	<a href="http://visit.ipb.ac.id">visit.ipb.ac.id</a> Internet Source	<1 %
----	---	------

---

38	<a href="http://zombiedoc.com">zombiedoc.com</a> Internet Source	<1 %
----	---	------

---

39	<a href="http://eprints.ums.ac.id">eprints.ums.ac.id</a> Internet Source	<1 %
----	---	------

---

40	<a href="http://journal.unimal.ac.id">journal.unimal.ac.id</a> Internet Source	<1 %
----	---	------

---

41	<a href="http://repository.uin-suska.ac.id">repository.uin-suska.ac.id</a> Internet Source	<1 %
----	---	------

---

42	<a href="http://repository.upi.edu">repository.upi.edu</a> Internet Source	<1 %
----	---	------

---

43	<a href="http://de.slideshare.net">de.slideshare.net</a> Internet Source	<1 %
----	---	------

---

44	Submitted to UIN Sultan Syarif Kasim Riau Student Paper	<1 %
----	--	------

---

45	<a href="http://eprints.uns.ac.id">eprints.uns.ac.id</a>	
----	--	--

&lt;1 %

46

[eprints.umg.ac.id](http://eprints.umg.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

47

[repository.uin-alauddin.ac.id](http://repository.uin-alauddin.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

48

[jurnal.umj.ac.id](http://jurnal.umj.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

49

[lppm.ipb.ac.id](http://lppm.ipb.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

50

[dspace.uii.ac.id](http://dspace.uii.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

51

[media.neliti.com](http://media.neliti.com)

Internet Source

&lt;1 %

52

[repository.unipasby.ac.id](http://repository.unipasby.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

53

Efri Syamsul Bahri, Maya Romantin, Ahmad Tirmidzi Lubis. "Analisis Kinerja Keuangan Lembaga Zakat (Studi Kasus : Badan Amil Zakat Nasional)", Perisai : Islamic Banking and Finance Journal, 2017

Publication

&lt;1 %

54

[eprints.walisongo.ac.id](http://eprints.walisongo.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

55

Internet Source

&lt;1 %

56

Submitted to Universitas Brawijaya

Student Paper

&lt;1 %

57

booksreadr.org

Internet Source

&lt;1 %

58

repository.kemdikbud.go.id

Internet Source

&lt;1 %

59

jurnal.unigal.ac.id

Internet Source

&lt;1 %

60

repository.ibs.ac.id

Internet Source

&lt;1 %

61

repository.unpas.ac.id

Internet Source

&lt;1 %

62

Jau-Woie Chang, Yih-Ping Luh. "INTEGRATION OF SCHEDULING AND CONTROL IN A JOB SHOP", Journal of the Chinese Institute of Engineers, 1997

Publication

&lt;1 %

63

Submitted to Politeknik Negeri Jember

Student Paper

&lt;1 %

64

eprints.undip.ac.id

Internet Source

&lt;1 %

65

repo.undiksha.ac.id

Internet Source

&lt;1 %

66	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
67	Submitted to University of Malaya Student Paper	<1 %
68	repo.iain-tulungagung.ac.id Internet Source	<1 %
69	vibdoc.com Internet Source	<1 %
70	Submitted to Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia Student Paper	<1 %
71	Muhammad Affan Adhani, Ni Ketut Caturwati, Imron Rosyadi. "Upaya Pemurnian Landfill Biogas Menggunakan Metode Adsorben Steel Wool", R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal, 2021 Publication	<1 %
72	repository.stiedewantara.ac.id Internet Source	<1 %
73	Submitted to University of Portsmouth Student Paper	<1 %
74	"Program Information", 2021 International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power (ICT-PEP), 2021 Publication	<1 %

75	<a href="http://digilib.unimed.ac.id">digilib.unimed.ac.id</a> Internet Source	<1 %
76	<a href="http://ia902304.us.archive.org">ia902304.us.archive.org</a> Internet Source	<1 %
77	<a href="http://kompaspedia.kompas.id">kompaspedia.kompas.id</a> Internet Source	<1 %
78	<a href="http://ojs3.lppm-uis.org">ojs3.lppm-uis.org</a> Internet Source	<1 %
79	<a href="http://repository.unisba.ac.id:8080">repository.unisba.ac.id:8080</a> Internet Source	<1 %
80	<a href="http://vdokumen.com">vdokumen.com</a> Internet Source	<1 %
81	<a href="http://dqlab.id">dqlab.id</a> Internet Source	<1 %
82	<a href="http://ecampus.sttind.ac.id">ecampus.sttind.ac.id</a> Internet Source	<1 %
83	<a href="http://ejournal.fortei7.org">ejournal.fortei7.org</a> Internet Source	<1 %
84	<a href="http://garuda.kemdikbud.go.id">garuda.kemdikbud.go.id</a> Internet Source	<1 %
85	<a href="http://repository.trisakti.ac.id">repository.trisakti.ac.id</a> Internet Source	<1 %
86	Submitted to Forum Komunikasi Perpustakaan Perguruan Tinggi Kristen	<1 %

- 
- 87 Maulana Syaid, Marleni Marleni, Rahmat Iswanto. "Analisis Jumlah Kuantitatif Kebutuhan Bahan Pustaka Monograf Perpustakaan IAIN Curup Berdasarkan Jumlah Mahasiswa Tahun 2019", Tik Ilmeu : Jurnal Ilmu Perpustakaan dan Informasi, 2020  
Publication <1 %
- 
- 88 Submitted to Universitas Gunadarma  
Student Paper <1 %
- 
- 89 agamalokal2016p4b.blogspot.com  
Internet Source <1 %
- 
- 90 digilib.unila.ac.id  
Internet Source <1 %
- 
- 91 eprints.polbeng.ac.id  
Internet Source <1 %
- 
- 92 jurnal.stie-aas.ac.id  
Internet Source <1 %
- 
- 93 Derman Derman, Harmini Harmini. "MODEL SISTEM INFORMASI MONITORING PERKULIAHAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEMARANG BERBASIS WEB", Elekrika, 2018  
Publication <1 %
- 
- 94 agriculture.upnyk.ac.id  
Internet Source

<1 %

95

[es.scribd.com](https://es.scribd.com)

Internet Source

<1 %

96

[globaljournals.ru](https://globaljournals.ru)

Internet Source

<1 %

97

[repositori.usu.ac.id](https://repositori.usu.ac.id)

Internet Source

<1 %

98

[repository.pnj.ac.id](https://repository.pnj.ac.id)

Internet Source

<1 %

99

A. Muhajir Nasir, Faisal, Dedy Setyawan.  
"OPTIMALISASI PENJADWALAN MATA KULIAH  
MENGUNAKAN TEORI PEWARNAAN GRAF",  
Proximal: Jurnal Penelitian Matematika dan  
Pendidikan Matematika, 2022

Publication

<1 %

100

Linus Yoseph Wawan Rukmono, Arie Sukma  
Jaya. "Sinergi Bela Negara dan Kemanusiaan  
dalam Kegiatan Pengabdian Kepada  
Masyarakat Prodi Teknik Mesin Unhan RI di  
RSIA Melania Cibinong", Komatika: Jurnal  
Pengabdian Kepada Masyarakat, 2021

Publication

<1 %

101

[digilib.uinsby.ac.id](https://digilib.uinsby.ac.id)

Internet Source

<1 %

[ejournal.unesa.ac.id](https://ejournal.unesa.ac.id)

102

Internet Source

&lt;1 %

103

[eprints.umk.ac.id](http://eprints.umk.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

104

[fa.ewi.tudelft.nl](http://fa.ewi.tudelft.nl)

Internet Source

&lt;1 %

105

[fh.untar.ac.id](http://fh.untar.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

106

[id.scribd.com](http://id.scribd.com)

Internet Source

&lt;1 %

107

[makalahtugaspaper.blogspot.co.id](http://makalahtugaspaper.blogspot.co.id)

Internet Source

&lt;1 %

108

[pt.scribd.com](http://pt.scribd.com)

Internet Source

&lt;1 %

109

[qdoc.tips](http://qdoc.tips)

Internet Source

&lt;1 %

110

[repository.iainpurwokerto.ac.id](http://repository.iainpurwokerto.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

111

[repository.unikom.ac.id](http://repository.unikom.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

112

[www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)

Internet Source

&lt;1 %



---

Exclude quotes      On

Exclude matches      Off

Exclude bibliography      On