

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan pengumpulan dari data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data rekapan dari hasil penolakan dan preferensi tentang waktu perkuliahan yang diperoleh dari membagikan kuesioner kepada dosen. Sedangkan data sekunder yaitu berupa data mata kuliah, dosen pengampu, akun *zoom* dan periode waktu yang tersedia pada dokumen Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa pada semester ganjil 2021-2022.

4.1.1 Mata Kuliah dan Dosen Pengampu pada Program Studi Teknik Industri

Berikut merupakan data mata kuliah, kelas, semester, jumlah sks beserta dosen pengampu yang ada pada program studi teknik industri semester ganjil tahun ajaran 2021-2022.

Tabel 2. Data Mata Kuliah Dan Dosen Pengampu

No	Mata Kuliah	Kelas	Semester	SKS	Dosen
1	Agama	A	1	2	Abdurohim, S.Ag., M.Ag
2	Agama	B	1	2	Abdurohim, S.Ag., M.Ag
3	Data Mining	A	7	2	Achmad Bahauddin, S.T., M.T.
4	Sistem Rantai Pasok	A	7	3	Achmad Bahauddin, S.T., M.T.
5	Sistem Rantai Pasok	B	7	3	Achmad Bahauddin, S.T., M.T.
6	Perancangan Tata Letak Fasilitas	C	5	3	Ade Irman Saeful Mutaqin S, S.T., M.T.
7	Rekayasa Kualitaas	A	7	2	Aditya Rahardian Fachrur, S.Si., M.T.
8	Fisika Dasar 1	A	1	2	Agustrisno, M.Sc.
9	Pemrograman Komputer	B	3	2	Akbar Gunawan, S.T., M.T.
10	Pemrograman Komputer	C	3	2	Akbar Gunawan, S.T., M.T.

Tabel 2. Data Mata kuliah dan Dosen Pengampu (Lanjutan)

No	Mata Kuliah	Kelas	Semester	SKS	Dosen
11	Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja 1	C	3	3	Ani Umyati, S.T., M.T.
12	Psikologi Kerja	A	7	2	Ani Umyati, S.T., M.T.
13	Kalkulus 1	C	1	3	Atia Sonda, S.Si., M.Si.
14	Statistika Industri 1	D	3	2	Atia Sonda, S.Si., M.Si.
15	Pemrograman Komputer	A	3	2	Bobby Kurniawan, S.T., M.T.
16	Komputasi Intelegensia	A	7	2	Bobby Kurniawan, S.T., M.T.
17	Metodologi Penelitian	B	7	2	Bobby Kurniawan, S.T., M.T.
18	Mekatronika dan Otomasi Sistem Produksi	A	5	2	Ceri Ahendriyanti, S.T., M.Eng.
19	Mekatronika dan Otomasi Sistem Produksi	B	5	2	Ceri Ahendriyanti, S.T., M.Eng.
20	Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja 1	A	3	3	Dr. Ade Sri Mariawati, S.T., M.T.
21	Ergonomi Kesehatan	A	7	2	Dr. Ade Sri Mariawati, S.T., M.T.
22	Statistika Industri 1	A	3	2	Dr. Faula Arina, S.Si., M.Si.
23	Statistika Industri 1	B	3	2	Dr. Faula Arina, S.Si., M.Si.
24	Statistika Industri 1	C	3	2	Dr. Faula Arina, S.Si., M.Si.
25	Pengendalian dan Penjaminan Mutu	A	5	3	Dr. Ing. Ir. H Asep Ridwan, S.T., M.T.
26	Pengantar Teknik Industri	A	1	2	Dr. Ir Daenulhay, M.M.
27	Manajemen Pemasaran	C	7	2	Dr. Ir Daenulhay, M.M.
28	Pengantar Teknik Industri	B	1	2	Dr. Ir. Maria Ulfah, M.T.
29	Penelitian Operasional 1	A	3	3	Dr. Ir. Maria Ulfah, M.T.
30	Penelitian Operasional 1	B	3	3	Dr. Ir. Maria Ulfah, M.T.
31	Manajemen Risiko Rantai Pasok	A	7	2	Dr. Ir. Maria Ulfah, M.T.
32	Manajemen Proyek	A	7	2	Dr. Ir. Sirajudin, S.T., M.T.
33	Perancangan Tata Letak Fasilitas	A	5	3	Dr. Lely Herlina, S.T., M.T.
34	Perancangan Tata Letak Fasilitas	B	5	3	Dr. Lely Herlina, S.T., M.T.
35	Pengantar Teknik Industri	C	1	2	Dr. Lovely Lady, S.T., M.T.

Tabel 2. Data Mata kuliah dan Dosen Pengampu (Lanjutan)

No	Mata Kuliah	Kelas	Semester	SKS	Dosen
36	Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja 1	B	3	3	Dr. Lovely Lady, S.T., M.T.
37	Ergonomi Transportasi	A	7	2	Dr. Lovely Lady, S.T., M.T.
38	Kalkulus 1	A	1	3	Dr. Putiri Bhuana Katili, M.T.
39	Kalkulus 1	B	1	3	Dr. Putiri Bhuana Katili, M.T.
40	Manajemen Perubahan	A	7	2	Dr. Putiri Bhuana Katili, M.T.
41	Ekonomi Teknik	A	5	3	Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T.
42	Ekonomi Teknik	C	5	3	Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T.
43	Manajemen Teknologi dan Inovasi	A	7	2	Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T.
44	Sistem Lingkungan Industri	A	1	2	Dr. Wahyu Susihono, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
45	Ergonomi Industri	A	7	2	Dr. Wahyu Susihono, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
46	Metodologi Penelitian	A	7	2	Dr. Wahyu Susihono, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
47	Pemodelan Sistem	A	5	3	Dyah Lintang Trenggonowati, S.T., M.T.
48	Pemodelan Sistem	B	5	3	Dyah Lintang Trenggonowati, S.T., M.T.
49	Pemodelan Sistem	C	5	3	Dyah Lintang Trenggonowati, S.T., M.T.
50	Rekayasa Logistik	A	7	2	Dyah Lintang Trenggonowati, S.T., M.T.
51	Aljabar Linear	A	3	2	Evi Febianti, S.T., M.Eng.
52	Aljabar Linear	B	3	2	Evi Febianti, S.T., M.Eng.
53	Aljabar Linear	C	3	2	Evi Febianti, S.T., M.Eng.
54	Kimia Dasar	A	1	2	Fajri Ikhsan, S.Si., M.Si.
55	Kimia Dasar	B	1	2	Fajri Ikhsan, S.Si., M.Si.
56	Kimia Dasar	C	1	2	Fajri Ikhsan, S.Si., M.Si.
57	Analisa Keputusan	A	7	2	Hadi Setiawan, S.T., M.T.
58	Manajemen Pemasaran	A	7	2	Hadi Setiawan, S.T., M.T.
59	Manajemen Pemasaran	B	7	2	Hadi Setiawan, S.T., M.T.
60	Proses Manufaktur	A	3	2	Kulsum, S.T., M.T.
61	Proses Manufaktur	B	3	2	Kulsum, S.T., M.T.
62	Proses Manufaktur	C	3	2	Kulsum, S.T., M.T.
63	Rekayasa Produktivitas	A	7	2	Kulsum, S.T., M.T.

Tabel 2. Data Mata kuliah dan Dosen Pengampu (Lanjutan)

No	Mata Kuliah	Kelas	Semester	SKS	Dosen
64	Perencanaan dan Pengendalian Produksi	C	5	3	Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T.
65	Simulasi Manufaktur	A	7	2	Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T.
66	Pancasila	A	1	2	Nilam Sari, S.Pd., M.Pd.
67	Pancasila	B	1	2	Nilam Sari, S.Pd., M.Pd.
68	Pancasila	C	1	2	Nilam Sari, S.Pd., M.Pd.
69	Ekonomi Teknik	B	5	3	Nuraida Wahyuni, S.T., M.T.
70	Kewirausahaan	A	7	2	Nuraida Wahyuni, S.T., M.T.
71	Kewirausahaan	B	7	2	Nuraida Wahyuni, S.T., M.T.
72	Ketahanan Pangan	B	1	2	Nustin Merdiana Dewantari, S.T., M.T.
73	Ketahanan Pangan	C	1	2	Nustin Merdiana Dewantari, S.T., M.T.
74	Sistem Lingkungan Industri	B	1	2	Nustin Merdiana Dewantari, S.T., M.T.
75	Sistem Lingkungan Industri	C	1	2	Nustin Merdiana Dewantari, S.T., M.T.
76	Penelitian Operasional 1	C	3	3	Putro Ferro Ferdinand, S.T., M.T.
77	Pengendalian dan Penjaminan Mutu	B	5	3	Putro Ferro Ferdinand, S.T., M.T.
78	Pengendalian dan Penjaminan Mutu	C	5	3	Putro Ferro Ferdinand, S.T., M.T.
79	Material Teknik	A	3	2	Rahman Faiz Suwandana, S.T., M.Sc.
80	Material Teknik	B	3	2	Rahman Faiz Suwandana, S.T., M.Sc.
81	Fisika Dasar 1	B	1	2	Sapriadil, S.Si., M. Pd.
82	Fisika Dasar 1	C	1	2	Sapriadil, S.Si., M. Pd.
83	Mekanika Teknik	A	3	2	Sunardi, S.T., M.Eng.
84	Ketahanan Pangan	A	1	2	Yusraini Muharni, S.T., M.T.
85	Perencanaan dan Pengendalian Produksi	A	5	3	Yusraini Muharni, S.T., M.T.
86	Perencanaan dan Pengendalian Produksi	B	5	3	Yusraini Muharni, S.T., M.T.
87	Bahasa Inggris	A	1	2	Yusti Fargianti, M.Pd.
88	Bahasa Inggris	B	1	2	Yusti Fargianti, M.Pd.
89	Bahasa Inggris	C	1	2	Yusti Fargianti, M.Pd.
90	Mekanika Teknik	B	3	2	Yusvardi Yusuf, S.T., M.T.

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa mata kuliah yang ada di semester ganjil 2021 – 2022 pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa berjumlah 90 mata kuliah dengan berbagai

kelas, semester, jumlah SKS serta dosen pengampu. Terdapat mata kuliah dengan kelas A dan B, serta ada beberapa mata kuliah yang memiliki kelas sampai C. Semester yang ada pada semester ganjil ini adalah 4 semester dengan tingkatan yang berbeda. Begitupun dengan jumlah SKS mata kuliah ada yang memiliki 2 SKS dan 3 SKS.

4.1.2 Periode Waktu Kuliah per Hari

Periode waktu Kuliah per Hari merupakan sesi yang ada pada satu hari di perkuliahan Program Studi Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Terdapat 12 sesi yang di sediakan untuk melakukan perkuliahan pada satu hari.

Tabel 3. Periode Waktu Kuliah per Hari

No.	Periode Waktu
1	07:30 - 08:20
2	08:20 - 09:10
3	09:10 - 10:00
4	10:00 - 10:50
5	10:50 - 11:40
6	11:40 - 12:30
7	12:30 - 13:10
8	13:10 - 14:00
9	14:00 - 14:50
10	14:50 - 15:40
11	15:40 - 16:30
12	16:30 - 17.20

4.1.3 Jumlah SKS per Mata Kuliah

Jumlah SKS per mata kuliah yang ada pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa ada yang memiliki 2 SKS dan 3 SKS. Dimana durasi 1 SKS adalah 50 menit.

4.1.4 Penolakan Hari dan Sesi

Penolakan Hari dan Sesi merupakan sebuah saran yang di berikan dosen pengampu melalui kuesioner untuk memilih hari dan sesi yang tidak diinginkan untuk melakukan perkuliahan. Setiap dosen berhak menentukan kapan hari dan sesi yang tidak ingin ada perkuliahan sesuai keinginannya.

Tabel 4. Penolakan Hari dan Sesi

No.	Dosen Pengampu	Hari	Sesi
1	Ani Umyati, S.T., M.T.	Senin dan Jumat	1, 2, 3, 10, 11, 12
2	Bobby Kurniawan, S.T., M.T.	Senin, Selasa dan Rabu	8, 9, 10, 11, 12
3	Dr. Lely Herlina, S.T., M.T.	Senin dan Kamis	1, 2, 3, 10, 11, 12
4	Dr. Lovely Lady, S.T., M.T.	Jumat	8, 9, 10, 11, 12
5	Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T.	Senin dan Jumat	1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12
6	Evi Febianti, S.T., M.Eng.	Senin dan Jumat	1, 2, 3, 10, 11, 12
7	Nuraida Wahyuni, S.T., M.T.	Senin dan Jumat	1, 2, 3, 10, 11, 12
8	Nustin Merdiana Dewantari, S.T., M.T.	Jumat	10, 11, 12
9	Sunardi, S.T., M.Eng.	Jumat	1, 2
10	Yusraini Muharni, S.T., M.T.	Senin dan Selasa	8, 9, 10, 11, 12

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa dosen yang memiliki penolakan hari dan sesi untuk perkuliahan terdapat sepuluh dosen dari 37 dosen, yang artinya terdapat 27 dosen yang tidak bermasalah dengan penolakan hari dan sesi untuk perkuliahan. Dapat diketahui pula penolakan hari terbanyak adalah di hari senin dengan 7 dosen memilih penolakan pada hari senin, dan penolakan sesi terbanyak adalah di sesi 10, 11 dan 12 dengan 9 dosen memilih penolakan pada sesi tersebut.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan untuk meminimasi akun zoom yang di gunakan adalah dengan mengonstruksi model optimasi penjadwalan mata kuliah menggunakan *Integer Linear Programming*, membuat model matematika, melakukan simulasi model dengan bantuan *software* LINGO, lalu mengaplikasikan model optimasi penjadwalan mata kuliah pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

4.2.1 Mata Kuliah dan Dosen Pengampu

Mata Kuliah dan Dosen Pengampu dikelompokan dan diurutkan untuk lebih mempermudah mengolah data pada penelitian ini. Terdapat 37 dosen pengampu yang ada di Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa sebagai mana ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Mata Kuliah dan Dosen Pengampu

Kode	Dosen	Indeks Mata Kuliah
1	Abdurohim, S.Ag., M.Ag	1, 2
2	Achmad Bahauddin, S.T., M.T.	3, 4, 5
3	Ade Irman Saeful Mutaqin S, S.T., M.T.	6
4	Aditya Rahardian Fachrur, S.Si., M.T.	7
5	Agustrisno, M.Sc.	8
6	Akbar Gunawan, S.T., M.T.	9, 10
7	Ani Umyati, S.T., M.T.	11, 12
8	Atia Sonda, S.Si., M.Si.	13, 14
9	Bobby Kurniawan, S.T., M.T.	15, 16, 17
10	Ceri Ahendriyanti, S.T., M.Eng.	18, 19
11	Dr. Ade Sri Mariawati, S.T., M.T.	20, 21
12	Dr. Faula Arina, S.Si., M.Si.	22, 23, 24
13	Dr. Ing. Ir. H Asep Ridwan, S.T., M.T.	25
14	Dr. Ir Daenulhay, M.M.	26, 27
15	Dr. Ir. Maria Ulfah, M.T.	28, 29, 30, 31
16	Dr. Ir. Sirajudin, S.T., M.T.	32
17	Dr. Lely Herlina, S.T., M.T.	33, 34
18	Dr. Lovely Lady, S.T., M.T.	35, 36, 37
19	Dr. Putiri Bhuana Katili, M.T.	38, 39, 40
20	Dr. Shanti Kirana Angraeni, S.P., M.T.	41, 42, 43
21	Dr. Wahyu Susihono, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.	44, 45, 46
22	Dyah Lintang Trenggonowati, S.T., M.T.	47, 48, 49, 50
23	Evi Febianti, S.T., M.Eng.	51, 52, 53
24	Fajri Ikhsan, S.Si., M.Si.	54, 55, 56
25	Hadi Setiawan, S.T., M.T.	57, 58, 59
26	Kulsum, S.T., M.T.	60, 61, 63, 64
27	Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T.	65, 66
28	Nilam Sari, S.Pd., M.Pd.	67, 68
29	Nuraida Wahyuni, S.T., M.T.	69, 70, 71
30	Nustin Merdiana Dewantari, S.T., M.T.	72, 73, 74, 75
31	Putro Ferro Ferdinant, S.T., M.T.	76, 77, 78
32	Rahman Faiz Suwandana, S.T., M.Sc.	79, 80
33	Sapriadil, S.Si., M. Pd.	81, 82
34	Sunardi, S.T., M.Eng.	83
35	Yusraini Muharni, S.T., M.T.	84, 85, 86
36	Yusti Fargianti, M.Pd.	87, 88, 89
37	Yusvardi Yusuf, S.T., M.T.	90

4.2.2 Mata Kuliah dan Kelompok Mahasiswa

Mata kuliah dan mahasiswa di kelompokkan sesuai tingkatan dan kelas nya. Pada semester ganjil 2021/2022 terdapat empat tingkatan yaitu tingkat satu yang mengontrak mata kuliah pada semester satu, tingkat dua mengontrak mata kuliah pada semester tiga, tingkat tiga mengontrak mata kuliah pada semester lima dan tingkat empat mengontrak mata kuliah pada semester tujuh. Mata kuliah dan

kelompok mahasiswa pada semester Ganjil 2021/2022 di jurusan Teknik Industri ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Mata Kuliah dan Kelompok Mahasiswa

Kode	Mahasiswa (Kelas/Semester)	Indeks Mata Kuliah
1	A / 1	1,8, 26, 38, 44, 54, 66, 84, 87
2	B / 1	2, 28, 39, 55, 67, 72, 74, 81, 88
3	C / 1	13, 35, 56, 68, 73, 75, 82, 89
4	A / 3	15, 20, 22, 29, 51, 60, 79, 83
5	B / 3	9, 23, 30, 36, 52, 61, 80, 90
6	C / 3	10, 11, 14, 24, 53, 62, 76
7	A / 5	18, 25, 33, 41, 47, 85
8	B / 5	19, 34, 48, 69, 77, 86
9	C / 5	6, 42, 49, 64, 78
10	A B / 7	3, 4, 5, 7, 12, 16, 17, 21, 27, 31, 32, 37, 40, 43, 45, 46, 50, 57, 58, 59, 63, 65, 70, 71

4.2.3 Model Matematika Penjadwalan Perkuliahan

Model matematika dalam penjadwalan perkuliahan ini terdapat fungsi tujuan dan beberapa batasan. Berikut adalah tabel dari model penjadwalan perkuliahan.

Tabel 7. Model Matematika Penjadwalan Perkuliahan

Fungsi Tujuan
Meminimasi akun <i>zoom</i> yang terpakai selama satu minggu dalam kegiatan perkuliahan.
Batasan
Setiap <i>zoom</i> dalam satu hari dan satu sesi atau tatap muka hanya dapat digunakan untuk satu mata kuliah (1).
Setiap mata kuliah harus di jadwalkan sesuai jumlah SKS-nya pada suatu hari dan <i>zoom</i> tertentu (2).
Mata kuliah dengan pengajar yang sama tidak boleh dilaksanakan pada waktu yang bersamaan (3).
Mata kuliah dengan kelompok mahasiswa yang sama tidak boleh dilaksanakan pada waktu yang bersamaan (4).
Penolakan dosen untuk melaksanakan perkuliahan pada hari dan sesi tertentu (5).
Tidak ada jadwal pada setiap hari di sesi ke-7 yang merupakan jam istirahat (6).
Tidak ada jadwal perkuliahan pada hari jumat di sesi ke-6 yang merupakan waktu solat jumat (7).
Memastikan variabel keputusan adalah bilangan biner (8).

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa fungsi tujuan dari model matematika penjadwalan perkuliahan ini adalah meminimasi akun *zoom* yang terpakai selama satu minggu dalam kegiatan perkuliahan dan terdapat delapan batasan yang menjadi pembatas dari model ini.

Adapun notasi sebagai simbol data, parameter, dan variabel. Berikut adalah notasi yang digunakan dalam model matematika penjadwalan perkuliahan.

Tabel 8. Model Matematika Penjadwalan Perkuliahan

Notasi	Keterangan
Data	
J	Indeks <i>Zoom</i>
K	Indeks Hari
L	Indeks Sesi
M	Indeks mata kuliah
T	Indeks SKS
Parameter	
S_m	Waktu tatap muka mata kuliah ke - m sesuai dengan total SKS.
Q_{klm}	Penolakan dosen untuk mengajar pada hari ke - k dan sesi ke - l .
Mdl	Mata kuliah yang di ampu dosen l .
Mal	Mata Kuliah yang di jadwalkan untuk kelompok mahasiswa kelas A semester 1.
Variabel	
X_{jklm}	Bernilai 1 jika mata kuliah ke - m dijadwalkan di <i>zoom</i> ke - j pada hari ke - k , untuk sesi ke - l , dan bernilai 0 sebaliknya.

Berdasarkan Tabel 8 di atas dapat diketahui terdapat lima data, empat parameter, dan dua variabel.

Fungsi tujuan dari penelitian ini adalah meminimasi akun *zoom* yang terpakai selama satu minggu dalam kegiatan perkuliahan. Dalam penelitian ini diasumsikan mahasiswa mengambil mata kuliah pada semester yang sesuai dengan tingkatannya. Berikut adalah model yang didapatkan untuk fungsi tujuan.

$$\text{Min } z = \sum_j \sum_k \sum_l \sum_m X_{jklm} \cdot Q_{klm} \quad (3)$$

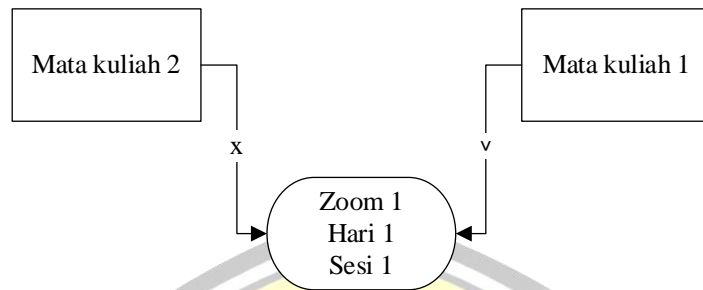
Kemudian adalah model yang didapatkan dari batasan-batasan yang ada di modelkan sebagai berikut.

1. Lingo Pembatas 1

Setiap akun *zoom* hanya bisa digunakan maksimal satu mata kuliah pada hari, dan sesi. Dengan contoh, mata kuliah Kalkulus 1 di jadwalkan

pada akun *zoom* ke - satu hari ke - satu dan sesi ke - satu, maka tidak ada mata kuliah yang bersamaan dengan *zoom*, hari dan sesi tersebut.

$$\sum_m X_{jklm} \leq 1, \quad \forall j, k, l \quad (4)$$

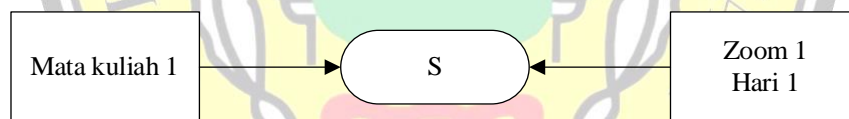


Gambar 3. Ilustrasi Pembatas 1

2. Lingo Pembatas 2

Setiap mata kuliah harus dijadwalkan sesuai jumlah SKS-nya. Dengan contoh, mata kuliah Agama harus di jadwalkan dengan jumlah SKS-nya yaitu 2 SKS.

$$\sum_j \sum_k \sum_l X_{jklm} = S_m, \quad \forall m \quad (5)$$

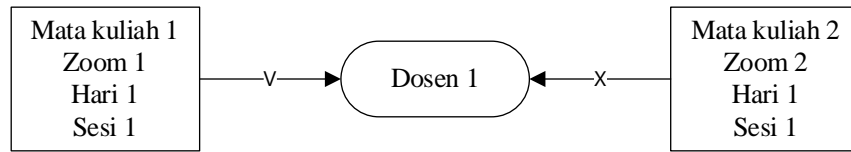


Gambar 4. Ilustrasi Pembatas 2

3. Lingo Pembatas 3

Memastikan mata kuliah dengan dosen yang sama tidak boleh dijadwalkan pada hari dan sesi yang sama. Dengan contoh, mata kuliah Agama yang di ampu oleh pak Abdurohim, S.Ag., M.Ag dijadwalkan pada *zoom* ke - satu hari ke - satu sesi ke - satu maka tidak boleh ada jadwal perkuliahan lain yang di ampu pak Abdurohim, S.Ag., M.Ag pada *zoom* ke - dua hari ke - satu sesi ke - satu.

$$\sum_j \sum_{m \in M_{d1}} X_{jklm} \leq 1, \quad \forall k, l \quad (6)$$



Gambar 5. Ilustrasi Pembatas 3

1. Lingo Pembatas 4

Memastikan mata kuliah dengan kelompok mahasiswa yang sama tidak boleh dijadwalkan pada hari dan sesi yang sama. Dengan contoh, mahasiswa kelas A di semester 1 dijadwalkan mata kuliah Kalkulus 1 pada hari ke - dua sesi ke - satu maka tidak boleh ada jadwal mata kuliah lain nya yang di ambil mahasiswa kelas A di semester 1 pada hari ke - dua sesi ke - satu.

$$\sum_j \sum_{m \in M_{A1}} X_{jklm} \leq 1, \forall k, l \tag{11}$$

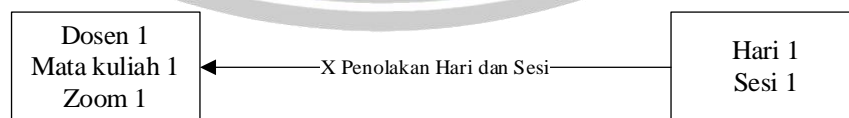


Gambar 6. Ilustrasi Pembatas 4

2. Lingo Pembatas 5

Suatu kondisi penolakan dimana pengajar mata kuliah tertentu yang tidak mau dijadwalkan pada hari dan sesi tertentu.

$$\sum_j X_{jklm} = 0, \forall m \in Md1, \forall k \in \{1\}, \forall l \in \{1\} \tag{12}$$

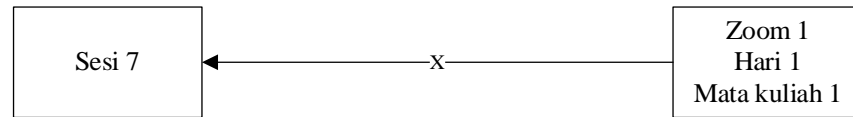


Gambar 7. Ilustrasi Pembatas 5

3. Lingo Pembatas 6

Tidak boleh ada kuliah di semua hari pada sesi ke 7 (12:30 - 13:10) yang merupakan jam istirahat.

$$X_{jk,7,m} = 0, \forall j, k, m \tag{13}$$

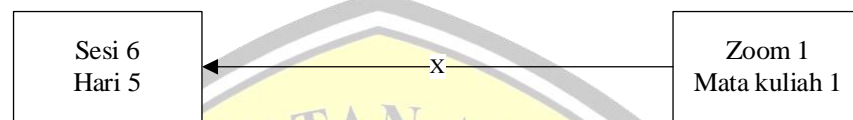


Gambar 8. Ilustrasi Pembatas 6

4. Lingo Pembatas 7

Tidak boleh ada kuliah di hari ke 5 sesi ke 6 (11:40 - 12:30) karena istirahat sholat jum'at.

$$X_{j,5,6,m} = 0, \quad \forall j, m \quad (14)$$



Gambar 9. Ilustrasi Pembatas 7

5. Lingo Pembatas 8

Variabel keputusan merupakan biner. Membuat jawaban bernilai 0 atau 1 dengan *output* 0 sebagai penolakan dan 1 sebagai keputusan.

$$X_{jklm} \in \{0,1\}, \quad \forall j, k, l, m \quad (15)$$

4.2.4 Asumsi Model Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa asumsi pada model yang dibuat, berikut asumsi pada model ini :

1. Dosen pengampu setiap mata kuliah telah ditentukan.
2. Mata kuliah 3 SKS harus dilakukan dalam tiga sesi secara berurutan.
3. Setiap mahasiswa mengambil mata kuliah sesuai dengan tingkatannya dan kelompok mahasiswa selalu sama untuk setiap mata kuliah yang di ambil.

4.2.5 Coding Penelitian Menggunakan LINGO

Coding pada penelitian ini menggunakan aplikasi LINGO sebagai alat bantu pemecahan masalah. Pada *coding* kali ini berisi komponen-komponen seperti fungsi tujuan dan batasan-batasan yang berhubungan dengan penelitian ini berbentuk model matematika.

Berikut adalah *coding* yang dijalankan sesuai dengan model matematika yang sudah dibuat.

- Fungsi Tujuan

$\text{min} = @\text{sum}(\text{JKLM} (j,k,l,m): X_{jklm} (j,k,l,m) * Q_{kl} (l,m));$

pada *coding* fungsi tujuan ini untuk meminimasi penolakan dosen terhadap jadwal berdasarkan pilihan periode waktu.

- Batasan-batasan.

@for (JKL (j,k,l):

$@\text{sum}(\text{matakuliah}(m): X_{jklm} (j,k,l,m)) \leq 1$);

Coding di atas adalah untuk memastikan setiap akun zoom hanya bisa digunakan maksimal 1 mata kuliah pada hari, dan sesi.

@for (matakuliah(m):

$@\text{sum}(\text{JKL} (j,k,l): X_{jklm} (j,k,l,m)) = S_m(m)$);

@for (JKM (j,k,m):

$@\text{sum}(\text{sesi}(l): X_{jklm} (j,k,l,m)) = Y_{jkm} (j,k,m) * S_m(m)$);

Coding di atas adalah kondisi setiap mata kuliah harus dijadwalkan sesuai jumlah SKS-nya pada hari, sesi, dan zoom.

@for (JKM (j,k,m):

@for (sesi (l) | l #EQ# 1:

@for (sks (t) | t #GE# 2 #AND# t #LE# S_m(m) :

$X_{jklm} (j,k,l,m) - X_{jklm} (j,k,t,m) \leq 0$));

@for (JKM (j,k,m):

@for (sesi (l) | l #GE# 1 #AND# l #LE# 12 - S_m(m) :

@for (sks (t) | t #GE# 2 #AND# t #LE# S_m(m) :

$X_{jklm} (j,k,l+1,m) - X_{jklm} (j,k,l,m) - X_{jklm} (j,k,l+t,m) \leq 0$));

@for (JKM (j,k,m):

@for (sesi (l) | l #EQ# 12:

@for (sks (t) | t #GE# 1 #AND# t #LE# S_m(m) - 1:

$X_{jklm} (j,k,12,m) - X_{jklm} (j,k,12-t,m) \leq 0$));

Coding di atas adalah kondisi dimana setiap mata kuliah harus dijadwalkan secara berurutan sesuai jumlah sesi yang dimiliki pada hari dan zoom.

@for (KL (k,l) :

@sum (zoom (j) : @sum (matakuliah (m) | m #GE# 1 #AND# m #LE# Md1:
X_{jklm} (j,k,l,m))) <= 1);

@for (KL (k,l) :

@sum (zoom (j) : @sum (matakuliah (m) | m #GE# Md1+1 #AND# m
#LE# Md2: X_{jklm} (j,k,l,m))) <= 1);

Coding di atas adalah kondisi dimana matakuliah dengan pengajar yang sama tidak boleh dilaksanakan pada waktu yang bersamaan.

@for (KL (k,l) :

@sum (zoom (j) : @sum (matakuliah (m) | m #EQ# 6 #AND# m #EQ# 42
#AND# m #EQ# 49 #AND# m #EQ# 64 #AND# m #EQ# 78: X_{jklm}(j,k,l,m))) <=1
) ;

Coding di atas adalah kondisi dimana mata kuliah dengan kelompok mahasiswa yang sama tidak boleh dilaksanakan pada waktu yang bersamaan.

@for (matakuliah (m) | m #GE# Md29+1 #AND# m #LE# Md30:

@for (hari (k) | k #EQ# 5:

@for (sesi (l) | l #EQ# 10 #AND# l #EQ# 11 #AND# l #EQ# 12:

@sum (zoom (j) : X_{jklm} (j,k,l,m) = 0)));

@for (matakuliah (m) | m #GE# Md34+1 #AND# m #LE# Md35:

@for (hari (k) | k #EQ# 1 #AND# k #EQ# 2:

@for (sesi (l) | l #EQ# 8 #AND# l #EQ# 9 #AND# l #EQ# 10 #AND# l #EQ# 11
#AND# l #EQ# 12:

@sum (zoom (j) : X_{jklm} (j,k,l,m) = 0)));

Coding di atas adalah penolakan dari dosen pengampu yang tidak mau dijadwalkan pada hari tertentu dan sesi tertentu.

@for (sesi (l) | l #EQ# 7 :

@sum (JKM (j,k,m) : X_{jklm} (j,k,l,m) = 0) ;

Coding di atas adalah kondisi dimana pada sesi ke-7 di setiap harinya tidak ada jadwal untuk melakukan perkuliahan karena jam istirahat.

@for (hari (k) | k #EQ# 5 :

@for (sesi (l) | l #EQ# 6 :

@sum (JM (j,m) : X_{jklm} (j,k,l,m) = 0)) ;

Coding di atas adalah kondisi pada hari ke-5 dan sesi ke-6 tidak ada jadwal perkuliahan dikarenakan di hari dan sesi tersebut merupakan istirahat untuk persiapan melakukan solat jumat.

@for (JKLM (j,k,l,m) : @bin (X_{jklm} (j,k,l,m))) ;

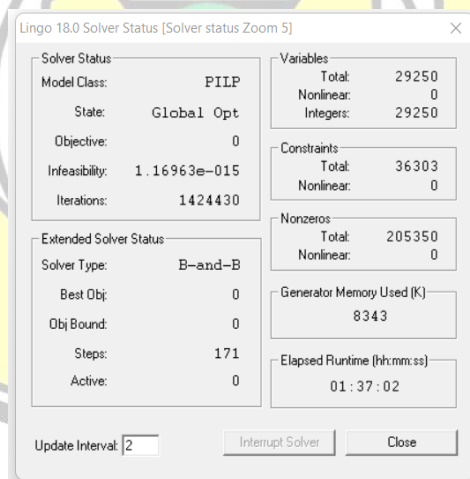
@for (JKM (j,k,m) : @bin (Y_{jk m} (j,k,m))) ;

Coding di atas adalah untuk memastikan bilangan yang diolah merupakan bilangan *binner*,

4.2.6 Output Dari Penelitian Menggunakan LINGO

Hasil dari *coding* yang telah dijalankan menggunakan aplikasi LINGO menghasilkan *output* berupa solusi dari tujuan dari penelitian berdasarkan fungsi tujuan dan batasan-batasan yang telah ditentukan. Solusi yang dihasilkan adalah bilangan *binner* yaitu 0 dan 1, dimana 0 adalah penolakan dan 1 adalah keputusan.

Pada alternatif satu dimana akun *zoom* yang disediakan berjumlah lima akun *zoom*. Berikut merupakan tampilan *solver status* yang dihasilkan pada alternatif satu.



Gambar 10. Verifikasi Model

Pada Gambar 10 dapat dilihat bahwa status yang di hasilkan adalah status *Global Opt* dimana pada kondisi tersebut merupakan *output* yang dihasilkan tidak terjadi *error* dengan jumlah iterasi sebanyak 1.424.430 dan waktu *runtime* selama satu jam 37 menit 2 detik. Hal ini menunjukkan pola bahasa model *verified* menggunakan metode *branch and bound* dengan nilai *objective* sebanyak 0 yang artinya ketidakpuasan dosen telah terpenuhi.

Berikut adalah jadwal yang dihasilkan yang telah memenuhi keinginan periode waktu dari dosen sesuai dengan periode waktu yang tidak diinginkan dosen.

Tabel 9. Hasil Penjadwalan Terpenuhi Sesuai Penolakan Dosen

Indeks	Mata Kuliah	Penolakan	Terjadwalkan	Keterpenuhihan
11	Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja 1	1 ~ 3 & 10 ~ 12	4 ~ 6	Terpenuhi
12	Psikologi Kerja	1 ~ 3 & 10 ~ 12	5 ~ 6	Terpenuhi
15	Pemrograman Komputer	8 ~ 12	5 ~ 6	Terpenuhi
16	Komputasi Intelegensia	8 ~ 12	3 ~ 4	Terpenuhi
17	Metodologi Penelitian	8 ~ 12	3 ~ 4	Terpenuhi
33	Perancangan Tata Letak Fasilitas	1 ~ 3 & 10 ~ 12	4 ~ 6	Terpenuhi
34	Perancangan Tata Letak Fasilitas	1 ~ 3 & 10 ~ 12	4 ~ 6	Terpenuhi
35	Pengantar Teknik Industri	8 ~ 12	2 ~ 3	Terpenuhi
36	Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja 1	8 ~ 12	4 ~ 6	Terpenuhi
37	Ergonomi Transportasi	8 ~ 12	5 ~ 6	Terpenuhi
41	Ekonomi Teknik	1 ~ 3 & 8 ~ 12	4 ~ 6	Terpenuhi
42	Ekonomi Teknik	1 ~ 3 & 8 ~ 12	4 ~ 6	Terpenuhi
43	Manajemen Teknologi dan Inovasi	1 ~ 3 & 10 ~ 12	8 ~ 9	Terpenuhi
51	Aljabar Linear	1 ~ 2 & 10 ~ 12	4 ~ 5	Terpenuhi
52	Aljabar Linear	1 ~ 2 & 10 ~ 12	8 ~ 9	Terpenuhi
53	Aljabar Linear	1 ~ 2 & 10 ~ 12	8 ~ 9	Terpenuhi
69	Ekonomi Teknik	1 ~ 3 & 8 ~ 12	4 ~ 6	Terpenuhi
70	Kewirausahaan	1 ~ 2 & 8 ~ 12	5 ~ 6	Terpenuhi
71	Kewirausahaan	1 ~ 2 & 8 ~ 12	5 ~ 6	Terpenuhi
72	Ketahanan Pangan	10 ~ 12	1 ~ 2	Terpenuhi
73	Ketahanan Pangan	10 ~ 12	8 ~ 9	Terpenuhi
74	Sistem Lingkungan Industri	10 ~ 12	3 ~ 4	Terpenuhi
75	Sistem Lingkungan Industri	10 ~ 12	2 ~ 3	Terpenuhi
83	Mekanika Teknik	1 ~ 2	4 ~ 5	Terpenuhi
84	Ketahanan Pangan	8 ~ 12	1 ~ 2	Terpenuhi
85	Perencanaan dan Pengendalian Produksi	8 ~ 12	2 ~ 4	Terpenuhi
86	Perencanaan dan Pengendalian Produksi	8 ~ 12	1 ~ 3	Terpenuhi

Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui bahwa dosen yang memiliki penolakan terhadap periode waktu untuk perkuliahan telah terjadwal dan terpenuhi sesuai keinginan dosen tersebut. Sehingga dapat dikatakan model yang dilakukan berhasil memenuhi tingkat kepuasan dosen.

Adapun sebagai berikut tabel dari *output* yang menghubungkan antara *zoom*, hari, sesi, dan mata kuliah.

Tabel 10. Output Variabel Keputusan X_{jklm} Yang Bernilai 1

M	J	K	L
1	2	4	3, 4
2	1	2	3, 4
3	2	3	5, 6
4	3	5	2, 3, 4
5	2	1	8, 9, 10
6	4	1	8, 9, 10
7	3	3	8, 9
8	2	2	11, 12
9	5	1	5, 6
10	5	3	8, 9
11	5	2	4, 5, 6
12	3	1	5, 6
13	5	1	10, 11, 12
14	2	2	1, 2
15	2	4	5, 6
16	2	3	3, 4
17	3	2	3, 4
18	4	2	5, 6
19	5	2	11, 12
20	2	2	8, 9, 10
21	1	1	5, 6
22	3	2	10, 11
23	5	4	10, 11
24	4	4	8, 9
25	4	5	1, 2, 3
26	3	1	11, 12
27	1	3	3, 4
28	1	5	10, 11
29	3	1	8, 9, 10
30	1	3	10, 11, 12
31	4	5	8, 9
32	5	4	8, 9
33	5	3	4, 5, 6
34	4	1	4, 5, 6
35	3	3	2, 3

Tabel 10. *Output Variabel Keputusan X_{jklm} Yang Bernilai 1 (Lanjutan)*

M	J	K	L
36	1	4	4, 5, 6
37	1	2	5, 6
38	1	4	10, 11, 12
39	5	2	8, 9, 10
40	5	1	1, 2
41	3	4	4, 5, 6
42	5	5	3, 4, 5
43	1	3	8, 9
44	3	2	8, 9
45	5	3	1, 2
46	1	1	8, 9
47	3	1	1, 2, 3
48	5	5	10, 11, 12
49	5	3	4, 5, 6
50	2	2	3, 4
51	4	4	4, 5
52	1	4	8, 9
53	4	2	8, 9
54	1	3	5, 6
55	4	3	11, 12
56	2	1	1, 2
57	3	1	11, 12
58	1	2	8, 9
59	2	3	9, 10
60	5	1	8, 9
61	2	4	1, 2
62	4	3	2, 3
63	2	1	3, 4
64	3	5	9, 10, 11
65	4	2	11, 12
66	3	3	11, 12
67	3	2	5, 6
68	2	5	1, 2
69	4	3	4, 5, 6
70	4	5	4, 5
71	2	1	5, 6
72	1	4	1, 2
73	3	4	8, 9
74	5	1	3, 4
75	5	4	2, 3
76	4	1	1, 2, 3
77	4	4	10, 11, 12
78	1	5	2, 3, 4
79	2	3	11, 12
80	1	1	2, 3

Tabel 10. Output Variabel Keputusan X_{jklm} Yang Bernilai 1 (Lanjutan)

M	J	K	L
81	3	4	1, 2
82	5	3	11, 12
83	2	5	4, 5
84	1	3	1, 2
85	4	2	2, 3, 4
86	4	4	1, 2, 3
87	1	2	1, 2
88	2	1	11, 12
89	2	2	8, 9
90	1	2	10, 11

Berdasarkan Tabel 10 dapat diketahui bahwa semua mata kuliah sudah terpenuhi dan terjadwal tanpa ada nya bentrok antar dosen dan mahasiswa yang sama di waktu bersamaan.

4.2.7 Analisis Sensitivitas Model

Analisis sensitivitas diperlukan untuk mengetahui kepekaan (sensitivitas) dari solusi optimal yang telah didapatkan dari suatu persoalan program *linear* terhadap perubahan parameter, analisis sensitivitas ini juga berfungsi menganalisis dampak dari perubahan nilai *variable* dan kendala terhadap fungsi tujuan. Sensitivitas pada penelitian ini adalah mengubah parameter jumlah akun *zoom* yang disediakan untuk melihat perubahan keputusan terhadap jadwal yang dihasilkan. Berikut adalah tabel dari analisis sensitivitas yang peneliti lakukan.

Tabel 11. Hasil Analisis Sensitivitas

NO	Jumlah Akun Zoom	Fungsi Tujuan
1	5	0
2	4	INF
3	3	INF

Tabel 11 menjelaskan bahwa analisis sensitivitas dari model penjadwalan perkuliahan ini sensitif terhadap jumlah akun yang disediakan. Dapat diketahui ketika jumlah akun *zoom* yang disediakan sebanyak lima *zoom* fungsi tujuan dari penelitian ini terpenuhi dan tidak terjadi *error*, ketika jumlah akun *zoom* yang disediakan sebanyak empat dan tiga *zoom* fungsi tujuan menjadi INF atau *infisible* yang artinya tidak ada solusi yang dihasilkan.

4.2.8 Interpretasi *Output* dari Aplikasi LINGO

Interpretasi *output* pada model yang di aplikasikan ke dalam *software* Lingo merupakan bentuk angka yaitu bilangan *binner*, untuk mempermudah membaca hasil dari aplikasi Lingo dibuat penerapan yang dapat dipahami dengan mudah. Berikut adalah penerapan dari hasil pengolahan data menggunakan aplikasi Lingo.

Tabel 12. Interpretasi *Output* Untuk Jadwal Hari Senin

Senin	Sesi											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zoom 1		MK 80	MK 80		MK 21	MK 21		MK 46	MK 46			
Zoom 2	MK 56	MK 56	MK 63	MK 63	MK 71	MK 71		MK 5	MK 5	MK 5	MK 88	MK 88
Zoom 3	MK 47	MK 47	MK 47		MK 12	MK 12		MK 29	MK 29	MK 29	MK 26	MK 26
Zoom 4	MK 76	MK 76	MK 76	MK 34	MK 34	MK 34		MK 6	MK 6	MK 6	MK 57	MK 57
Zoom 5	MK 40	MK 40	MK 74	MK 74	MK 9	MK 9		MK 60	MK 60		MK 13	MK 13

Tabel 13. Interpretasi *Output* Untuk Jadwal Hari Selasa

Selasa	Sesi											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zoom 1	MK 87	MK 87	MK 2	MK 2	MK 37	MK 37		MK 58	MK 58	MK 90	MK 90	
Zoom 2	MK 14	MK 14	MK 50	MK 50				MK 89	MK 89		MK 8	MK 8
Zoom 3			MK 17	MK 17	MK 67	MK 67		MK 44	MK 44	MK 22		
Zoom 4		MK 85	MK 85	MK 85	MK 18	MK 18		MK 53	MK 53		MK 65	MK 65
Zoom 5				MK 11	MK 11	MK 11		MK 39	MK 39	MK 39	MK 19	MK 19

Tabel 14. Interpretasi *Output* Untuk Jadwal Hari Rabu

Rabu	Sesi											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zoom 1	MK 84	MK 84	MK 27	MK 27	MK 54	MK 54		MK 43	MK 43	MK 30	MK 30	MK 30
Zoom 2			MK 16	MK 16	MK 3	MK 3		MK 20	MK 20	MK 20	MK 79	MK 79
Zoom 3		MK 35	MK 35	MK 33	MK 33	MK 33		MK 7	MK 7		MK 66	MK 66
Zoom 4		MK 62	MK 62	MK 69	MK 69	MK 69			MK 59	MK 59	MK 55	MK 55
Zoom 5	MK 45	MK 45		MK 49	MK 49	MK 49		MK 10	MK 10		MK 82	MK 82

Tabel 15. Interpretasi Output Untuk Jadwal Hari Kamis

Kamis	Sesi											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zoom 1	MK 72	MK 72		MK 36	MK 36	MK 36		MK 52	MK 52	MK 38	MK 38	MK 38
Zoom 2	MK 61	MK 61	MK 1	MK 1	MK 15	MK 15						
Zoom 3	MK 81	MK 81		MK 41	MK 41	MK 41		MK 73	MK 73			
Zoom 4	MK 86	MK 86	MK 86	MK 51	MK 51			MK 24	MK 24	MK 77	MK 77	MK 77
Zoom 5		MK 75	MK 75					MK 32	MK 32	MK 23	MK 23	

Tabel 16. Interpretasi Output Untuk Jadwal Hari Jumat

Jumat	Sesi											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zoom 1		MK 78	MK 78	MK 78						MK 28	MK 28	
Zoom 2	MK 68	MK 68		MK 83	MK 83							
Zoom 3		MK 4	MK 4	MK 4					MK 64	MK 64	MK 64	
Zoom 4	MK 25	MK 25	MK 25	MK 70	MK 70				MK 31	MK 31		
Zoom 5			MK 42	MK 42	MK 42					MK 48	MK 48	MK 48

Berdasarkan Tabel 12, 13, 14, 15, 16 dapat diketahui jadwal yang dihasilkan untuk tiap semester dan kelasnya telah terpenuhi dan tidak terjadi bentrok antara dosen yang sama dan kelompok mahasiswa yang sama dan pada tabel-tabel di atas telah di kelompokkan sesuai dengan kelas dan semesternya.

4.2.9 Utilitas Akun *Zoom* Selama Satu Minggu Kegiatan Perkuliahan

Utilitas diperlukan untuk melihat aktivitas pada akun *zoom* berapa dan hari apa yang memiliki kesibukan yang paling tinggi dan yang paling rendah. Menentukan nilai utilitas pada penelitian ini adalah untuk dapat memaksimalkan akun *zoom* terpakai dalam kegiatan perkuliahan berlangsung selama satu minggu pada Program Studi Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Berikut adalah nilai utilitas pada penelitian ini.

Tabel 17. Utilitas Akun Zoom Terpakai

Zoom	Hari					Terpakai	Tidak Terpakai
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat		
Zoom 1	0,50	0,83	0,92	0,83	0,42	0,70	0,30
Zoom 2	0,92	0,67	0,75	0,50	0,50	0,67	0,33
Zoom 3	0,83	0,67	0,75	0,58	0,50	0,67	0,33
Zoom 4	0,92	0,75	0,75	0,83	0,58	0,77	0,23
Zoom 5	0,83	0,67	0,75	0,50	0,50	0,65	0,35
Terpakai	0,80	0,72	0,78	0,65	0,50		
Tidak Terpakai	0,20	0,28	0,22	0,35	0,50		

Berdasarkan Tabel 17 adalah menentukan aktivitas akun *zoom* ter tinggi dan ter rendah pada satu minggu kegiatan perkuliahan berlangsung dengan asumsi hasil yaitu menggunakan persentase. Dijelaskan pada tabel di atas adalah aktivitas akun *zoom* terpakai yang ter tinggi adalah akun akun *zoom* 1 dan ter rendah adalah akun *zoom* 5 sedangkan aktivitas akun *zoom* terpakai berdasarkan hari yang ter tinggi adalah hari senin dan ter rendah adalah hari jumat.

