

Penjadwalan perkuliahan dengan model *integer linear programming* di teknik logistik universitas pertamina

Yelita Anggiane Iskandar¹, Nazihah Khairunnisa², Wardaningtyas Nazarany Hartono³,
Werdaningtyas Evivani Hartono⁴, Hafidz Al-Afdiyan⁵, Rahmad Inca Liperda⁶

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Teknik Logistik, Universitas Pertamina, Jakarta, Indonesia

Correspondence: yelita.ai@universitaspertamina.ac.id

Received: August 24, 2025 | **Revised:** September 3, 2025 | **Accepted:** September 12, 2025 | **Published Online:** September 30, 2025

Abstract

Penjadwalan perkuliahan yang memuaskan semua pihak seringkali tidak mudah untuk dilakukan. Fenomena ini terjadi secara berulang setiap semester baru akan dimulai. Ada banyak keterbatasan dan kendala yang perlu dipertimbangkan agar jadwal yang optimal dapat disusun, antara lain jumlah dosen, pemetaan keahlian terhadap mata kuliah, dan ketersediaan ruang yang terbatas. Penelitian ini berfokus pada penyelesaian permasalahan penjadwalan kuliah di Program Studi Teknik Logistik Universitas Pertamina. Model integer linear programming (ILP) dimanfaatkan untuk mencari jadwal terbaik yang mengakomodir keterbatasan ruang, waktu, dan personil baik dari sisi dosen maupun mahasiswa. Model ILP dirancang untuk menjawab berbagai tantangan seperti kemungkinan konflik jadwal, dan pembagian waktu antara kelas teori dan praktikum yang tidak sesuai urutan rencana pembelajaran. Pencarian solusi optimal dilakukan dengan bantuan perangkat lunak LINGO. Jadwal yang diperoleh, selain optimal, juga memperhatikan penggunaan ruang yang efisien. Meskipun jadwal yang memenuhi seluruh konstrain ditemukan, namun diketahui pula masih ada keterbatasan solusi dimana tidak ada jeda antar kelas dalam beberapa kasus, yang menunjukkan perlunya penyesuaian lebih lanjut pada pengembangan model berikutnya.

Keywords: ILP; LINGO, penjadwalan; perkuliahan; dan solusi optimal

How to Cite: Author, A.A., & Author, B.B. (2025). The title should be written with 15 words maximum and using times new roman. *Aksioma: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 16(2), 319-334. <https://doi.org/10.26877/ep5e0g68>

PENDAHULUAN

Dalam strategi manajemen di perusahaan, salah satu hal yang paling penting serta paling rentan terhadap kesalahan dengan banyak sumber daya adalah penjadwalan (Oktavia, Aman, & Bakhtiar, 2017). Saat menangani masalah penjadwalan, berbagai sumber daya harus dialokasikan ke kategori tertentu, seperti pekerjaan, periode, rute, dan sebagainya, dengan cara yang sesuai tujuan dengan tetap mempertahankan tidak terlanggarnya batasan yang telah ditentukan sebelumnya (Perera & Lanel, 2016). Penjadwalan produksi di pabrik misalnya, ditujukan secara spesifik untuk menemukan urutan pekerjaan yang dialokasikan ke mesin yang jumlahnya terbatas agar seluruh proses produksi selesai seefisien mungkin. Lalu penjadwalan proyek yang dijelaskan sebagai pengaturan waktu pelaksanaan berbagai tugas dimana ada ketergantungan urutan antar

tugas tersebut. Penjadwalan dalam kasus ini ditujukan untuk mencari *critical path* yang berisikan rangkaian tugas secara berurutan yang disusun untuk menghindari keterlambatan penyelesaian proyek sambil memastikan alokasi sumber daya berjalan optimal sehingga tidak ada pemborosan. Yang sering juga dibicarakan adalah penjadwalan *shift* kerja karyawan. Di sini jadwal kerja karyawan ditentukan agar sepanjang waktu tersedia tenaga kerja yang bertugas secara bergantian sehingga operasional perusahaan berjalan dengan baik. Pada kasus ini, yang biasanya menjadi batasan yang tidak boleh dilanggar adalah hak cuti dan beban kerja maksimal karyawan.

Di institusi pendidikan tinggi, penjadwalan juga merupakan hal yang tidak kalah penting. Di perguruan tinggi, tujuan penjadwalan yang utama bukanlah memaksimalkan keuntungan, relatif berbeda dengan kasus-kasus di perusahaan komersil atau dunia bisnis. Di level perkuliahan, penjadwalan dimanfaatkan untuk memastikan terpenuhinya hak mahasiswa atas pembelajaran yang tidak melanggar hak dosen untuk mengajar dalam waktu yang wajar. Kebutuhan menjadwalkan mata kuliah dengan berbagai kendala jamak dihadapi setiap semester di berbagai perguruan tinggi (Silitonga & Pasaribu, 2016). Dibutuhkan banyak sumber daya untuk pekerjaan administratif menjadwalkan perkuliahan (Bucco, Bornia-Poulsen, & Bandeira, 2017; Caccetta & Aizam, 2012), terutama di universitas-universitas besar. Merencanakan perkuliahan adalah tugas yang sangat sulit dan memakan waktu. Masalah penjadwalan mata kuliah universitas atau biasa disebut *University Timetabling Problems* (UTP) diketahui sebagai pengerjaan optimasi yang bersifat kombinatorial dengan batasan-batasan yang ketat (Shiau, 2011; Aziz, 2015). Masalah optimasi kombinatorial adalah salah satu cabang penting dari optimasi matematika yang memiliki aplikasi praktis di banyak bidang. Menemukan solusi optimal untuk masalah ini merupakan hal yang menantang (Zhang, dkk., 2023). Hal ini terjadi karena ruang solusinya yang tereskalasi dengan bertambahnya faktor yang dipertimbangkan. Serupa dengan masalah penjadwalan perkuliahan dimana ada kebutuhan untuk menyeimbangkan sebaran mata kuliah, ruangan, hari dan jam, serta dosen yang ditugaskan. Berbagai masalah muncul karena pembuat jadwal harus mempertimbangkan banyak faktor.

Menugaskan kegiatan perkuliahan ke beragam sumber daya yang bersifat terbatas adalah masalah inti dari penjadwalan mata kuliah (Başar & Kul, 2022). Konflik antar

jadwal mata kuliah adalah masalah umum saat menjadwalkan kuliah (Nasir & Setyawan, 2022). Kemampuan untuk memastikan tidak ada dua mata kuliah yang diampu oleh satu dosen, dijadwalkan di waktu yang sama, merupakan salah satu bentuk konflik yang ingin dihindari karena tidak mungkin seorang dosen mengajar di dua tempat sekaligus untuk mata kuliah yang berbeda. Jadi dalam hal ini, bentuk konflik penjadwalan adalah tumpang tindihnya jadwal (Khader, Nurhasanah, & Kartika, 2018), contoh lainnya adalah kondisi dimana beberapa mata kuliah yang bersifat wajib untuk angkatan tertentu sebagaimana desain kurikulum, diketahui berlangsung pada waktu yang sama dan sebagai akibatnya mahasiswa tahun tersebut tidak bisa mengikuti salah satunya. Bentuk konflik lain dapat pula dijelaskan sebagai tidak terakomodasinya preferensi dosen pengampu mata kuliah, misalnya terkait waktu. Selain itu, adapula alasan lain yang berkontribusi pada kompleksitas penjadwalan perkuliahan yakni fakta bahwa jadwal kuliah masih dibuat secara manual. Secara teori, membuat jadwal dengan sistem coba-coba memungkinkan dipertimbangkannya preferensi dan tingkat kepuasan dosen dan mahasiswa, tetapi dibutuhkan lebih banyak waktu dalam prosesnya. Oleh karena itu, membuat jadwal dengan metode saintifik terpercaya, perlu dilakukan.

Masalah penjadwalan pada institusi pendidikan (*educational timetabling*) melibatkan profesor atau dosen, mahasiswa, dan mata kuliah atau mata pelajaran pada waktu dan tempat yang beragam. Masalah ini dapat diformulasikan dengan menentukan alokasi mahasiswa dan dosen ke slot waktu yang sesuai, dan ruangan yang ditentukan sesuai dengan tata kelola kampus. Karena kerumitan masalah penjadwalan di institusi, tidak semua batasan yang kaku akhirnya dapat selalu dipenuhi (Kahar & Kendall, 2014). Menerapkan model *Integer Linear Programming* (ILP) adalah salah satu cara untuk mengatasi kerumitan penjadwalan perkuliahan. Ketika salah satu atau semua variabel dalam program linier memiliki nilai diskrit atau integer, pendekatan ILP diterapkan (Méndez-Díaz, Zabala, & Miranda-Bront, 2016; Hanifa & Dwijanto, 2022). Penggunaan ILP dalam penjadwalan perkuliahan telah menjadi subjek dari sejumlah penelitian. Penelitian oleh Süre (2015) memformulasikan penjadwalan dalam model pemrograman biner (0-1), yang bertujuan meminimumkan ketidakpuasan diantara mahasiswa dan dosen. Penelitian oleh Prabodanie (2017) dan Klotz & Newman (2013) ditujukan untuk meminimalkan biaya operasional perkuliahan. Strategi penjadwalan mata kuliah dengan pengelompokan mayor-minor pernah diteliti sebelumnya oleh Apriandini dkk. (2013).

Selanjutnya, penelitian oleh Hidayat dkk. (2019), Jamili dkk. (2018), dan Khairunnisa (2015), menyebutkan bahwa penjadwalan dilakukan dengan tujuan untuk mengoptimalkan utilisasi ruang kuliah. Penjadwalan perkuliahan menggunakan ILP dan *Goal Programming* dikembangkan oleh Hanum & Permana (2015) dan Harli dkk. (2015). ILP diaplikasikan pada pembuatan jadwal ujian universitas pada penelitian Anderson dkk. (2019) dan Chang & Kahar (2018).

Masalah penjadwalan perkuliahan yang dimodelkan dalam bentuk ILP di sini diselesaikan menggunakan perangkat lunak LINGO 18.0. LINGO merupakan perangkat lunak yang sesuai untuk masalah pemrograman linier. *Software* LINGO memungkinkan pengguna menemukan solusi pemrograman linier dengan baik secara cepat selain penggunaannya yang bisa dikatakan relatif mudah. LINGO dimanfaatkan dengan memasukkan data mengikuti model matematis yang telah disusun sebelumnya. Nilai variabel keputusan yang dihasilkan menggunakan model ILP berupa bilangan bulat.

Kondisi Program Studi Teknik Logistik Universitas Pertamina diambil sebagai amatan dalam pembuatan model ILP penjadwalan perkuliahan di sini. Selama ini, penjadwalan mata kuliah dilakukan secara manual dengan sistem *trial error* padahal ada berbagai hal yang harus dipertimbangkan. Akibatnya, penyusunan ulang jadwal sebelum semester berjalan, dilakukan berkali-kali dan tentu saja cara seperti ini dapat dikatakan tidak efisien. ILP digunakan pada kasus ini untuk tujuan mengoptimalkan penjadwalan mata kuliah pada tingkat program studi karena model ini memungkinkan alokasi sumber daya yang terstruktur dan efisien. Sumber daya dalam hal ini mencakup ruang kelas, slot waktu, dan dosen yang tersedia sesuai dengan keahliannya masing-masing, sembari mengakomodir berbagai kendala yang umum muncul. Model ILP dapat menangani skenario kompleks dalam mengatasi konflik penjadwalan sehingga dapat dihasilkan jadwal yang layak dan optimal bagi pihak-pihak yang terlibat. Model ILP ini juga mengakomodasi keterbatasan jumlah ruangan yang tersedia dengan tujuan menghasilkan jadwal mata kuliah yang ideal bagi berbagai pemangku kepentingan, yang merujuk pada salah satu penelitian pendahulu (Chang & Kahar, 2018). Selain menghasilkan jadwal yang optimal secara matematis, model juga dirancang untuk mengakomodasi preferensi pemangku kepentingan, khususnya dosen dan mahasiswa. Preferensi dosen diwujudkan melalui pembatasan slot waktu tertentu, misalnya tidak mengajar di jam-jam sore atau menghindari jadwal mengajar yang terlalu berdekatan. Sementara itu, preferensi

mahasiswa diperhatikan dengan memastikan mata kuliah inti pada semester yang sama tidak dijadwalkan saling tumpang tindih. Dengan demikian, solusi yang dihasilkan tidak hanya valid dari sisi optimasi matematis, tetapi juga lebih realistis untuk diimplementasikan karena mempertimbangkan aspek kenyamanan dan kebutuhan pihak-pihak terkait.

METODE

Data sekunder berupa informasi mata kuliah yang perlu dijadwalkan di Program Studi Teknik Logistik Universitas Pertamina untuk semester ganjil tahun ajaran 2023/2024, digunakan pada penelitian ini. Data tersebut meliputi informasi seperti pada Tabel 1 yang menampilkan informasi mata kuliah, dosen, kelas, semester, dan SKS pembelajaran; Tabel 2 yang menampilkan kelompok waktu perkuliahan yang tersedia; Tabel 3 yang menampilkan ruangan. Selain itu, ditetapkan pula bahwa hari yang dialokasikan dalam jadwal kuliah mencakup Senin hingga Jumat untuk setiap minggunya.

Tabel 1. Contoh daftar mata kuliah ganjil 2023/2024

No.	Mata Kuliah	Kelas	Semester	SKS	Dosen
1	CT	A	1	1	RV
2	PRAKT. FISDAS	A	1	1	SP
3	BINDO	A	1	2	MKDU
4	FISDAS1	A	1	2	SP
5	BING1	A	1	2	MKDU

Tabel 2. Contoh pembagian waktu perkuliahan

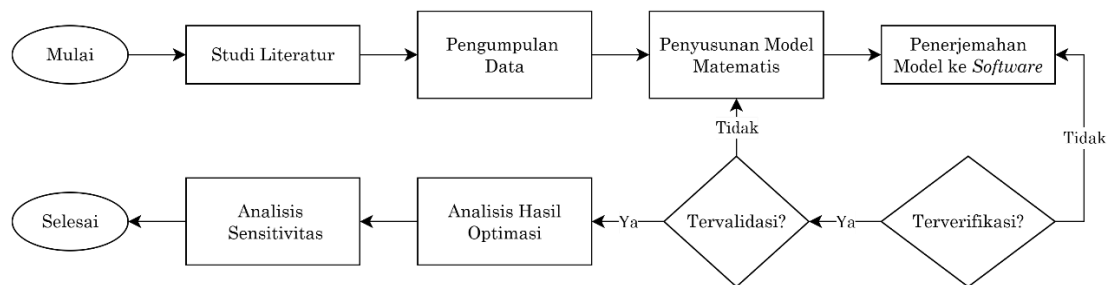
No.	Periode Waktu
1	07.30-08.20
2	08.20-09.10
3	09.10-10.00
4	10.00-10.50
5	10.50-11.40

Penelitian ini mengambil desain pendekatan kuantitatif dengan populasi amatan adalah seluruh mahasiswa Program Studi Teknik Logistik Universitas Pertamina pada tahun ajaran 2023/2024. Mahasiswa dalam hal ini direpresentasikan dalam rombongan belajar. Satu mata kuliah dimaksudkan untuk diambil oleh satu rombongan belajar tertentu. Setiap angkatan mahasiswa merujuk pada satu atau dua rombongan belajar. Satu rombongan belajar menampung 40-60 mahasiswa sehingga angkatan-angkatan tertentu

yang jumlah mahasiswanya mencapai 100 orang, dibagi dalam 2 rombongan belajar. Manajemen data, untuk mengatur dan menyimpan data, digunakan sebagai prosedur pengumpulan data. Karena penelitian ini melibatkan pengkodean dan pengorganisasian data, analisis tematik digunakan sebagai strategi analisis data. Gambar 1 menunjukkan prosedur penelitian yang diterapkan secara lengkap (Perera & Lanel, 2016).

Tabel 3. Ruang perkuliahan tersedia

No.	Nama Ruang
1	2701
2	2702
3	2703
4	2704
5	Lab



Gambar 1. Prosedur penelitian

Jadwal mata kuliah mengatur setiap rombongan belajar untuk mengikuti mata kuliah tertentu pada semester yang diamati. Jumlah mata kuliah, hari, periode waktu, dan ruangan dipertimbangkan dalam penjadwalan ini, selain jumlah peserta kelas serta ketersediaan dosen untuk mengajar. Penjadwalan dilakukan dengan memenuhi persyaratan penjadwalan yang ada, sebagai berikut:

1. Hanya satu kelas (rombongan belajar tertentu) untuk satu mata kuliah yang diadakan di setiap ruangan pada hari dan jam tertentu.

$$\sum_i X_{ijkl} \leq 1, \quad \forall i, j, k, l \tag{1}$$

2. Beban kredit harus dipertimbangkan saat menjadwalkan setiap mata kuliah.

$$\sum_j \sum_k \sum_l u_{ijkl} = 1, \quad \forall i \tag{2}$$

3. Mata kuliah praktikum direncanakan di laboratorium sedangkan mata kuliah teori dilaksanakan di ruang kuliah biasa.

$$u_{ijkl} = 0 \quad \forall i \in Cp, j \notin Rp, \forall k, l \tag{3}$$

$$u_{ijkl} = 0 \quad \forall i \in Ct, j \notin Rt, \forall k, l \tag{4}$$

4. Setiap kelas untuk setiap mata kuliah, perlu dijadwalkan tepat sekali setiap minggu.

5. Sejumlah mata kuliah yang diampu oleh satu dosen, diatur jadwalnya pada waktu-waktu yang berbeda dimana dosen tidak boleh mengajar dua kelas pada slot yang sama. Untuk setiap dosen d , hari k , periode l :

$$\sum_{i \in Cl_d} \sum_j x_{ijkl} \leq 1 \quad \forall d, k, l \tag{5}$$

6. Waktu yang berbeda harus ditetapkan untuk mata kuliah yang melibatkan peserta/kelas yang sama. Untuk setiap rombongan kelas m , hari k , periode l :

$$\sum_{i \in CA_m} \sum_j x_{ijkl} \leq 1 \quad \forall m, k, l \tag{6}$$

7. Untuk semua hari, mata kuliah, dan ruangan, tidak ada jam kuliah selama jangka waktu tertentu. Sebagai contoh, tidak boleh ada jam kuliah selama waktu istirahat antara pukul 12.00 dan 13.00 (didefinisikan sebagai periode ke-6 dalam kelompok waktu kuliah).

$$X_{ijk6} = 0 \quad \forall i, j, k \tag{7}$$

8. Semua mata kuliah dan semua ruangan bebas dari perkuliahan pada jam 10.50-11.40 (periode 5) di hari Jumat, yang merupakan hari kelima di setiap minggu, sebagai waktu ibadah yang diperlukan bagi pria Muslim.

$$X_{ij55} = 0 \quad \forall i, j \tag{8}$$

9. Kendala biner:

$$u_{ijkl} \in \{0,1\}, z_{ijkl} \in \{0,1\} \tag{9}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan uraian masalah penjadwalan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka formulasinya merujuk pada model (Wungguli & Nurwan, 2020) dengan penyesuaian, lengkapnya sebagai berikut:

i : mata kuliah, $m = 1, 2, \dots, c$

j : ruangan, $j = 1, 2, \dots, r$

k : hari, $k = 1, 2, \dots, d$

l : periode, $l = 1, 2, \dots, p$

C_p : daftar praktikum; $Cp = \{2, 9, 13, 15, 17\}$

C_t : daftar mata kuliah teori

R_p : ruang pelaksanaan praktikum; $Rp = \{5\}$

R_t : daftar ruang kuliah untuk Ct ; $Rt = \{1, 2, 3, 4\}$

Cl_1 : daftar mata kuliah yang diampu dosen 1; dan seterusnya untuk semua dosen

CA_1 : daftar mata kuliah yang diprogram untuk kelas A/1; dan seterusnya untuk seluruh kelas (rombongan belajar)

S_i : waktu tatap muka dari i mata kuliah yang sesuai dengan beban SKS

P : jumlah periode per hari

Variabel Keputusan:

$u_{ijkl} = 1$, jika mata kuliah i dimulai di ruang j , pada hari k , periode l ; 0, jika sebaliknya

$x_{ijkl} = 1$, jika mata kuliah i dijadwalkan di ruang j pada hari k untuk periode l ; 0, jika sebaliknya

Untuk semua i, j, k, l :

$$x_{ijkl} = \sum_{t=\max(1, l-S_i+1)}^l u_{ijkl} \quad (10)$$

$$u_{ijkl} = 0 \quad \forall i, j, k, l > P - S_i + 1 \quad (11)$$

Fungsi Tujuan: Memaksimalkan alokasi mata kuliah.

$$\text{Max } Z = \sum_i \sum_j \sum_k \sum_l u_{ijkl} \quad (12)$$

Contoh himpunan Cl_1 hingga Cl_8 seperti ditampilkan pada Tabel 4.

Pada penelitian ini, diketahui terdapat empat angkatan yang harus diatur waktu perkuliahannya yaitu yang mengoptimalkan waktu tersedia setiap minggunya. Angkatan tertentu yaitu 2020 dan 2021, masing-masing terbagi dalam 2 kelas atau rombongan belajar sehingga perlu dijadwalkan dengan tepat mengingat dosen pengampunya sama

untuk mata kuliah yang sama. Satu SKS di sini berlangsung selama 50 menit sebagaimana yang umum berlaku.

Tabel 4. Contoh mata kuliah dan dosen pengampunya

No.	Dosen	Kode Mata Kuliah
1	RV	1, 16, 17, 28, 29, 30, 31, 48, 59, 60
2	ACK	10, 11, 12, 16, 17, 22, 23, 36, 37, 38, 39
3	YAI	10, 11, 20, 21, 28, 29, 30, 31, 40, 41, 42, 43, 51, 52
4	LB	12, 13, 46, 53, 54
5	IS	14, 15, 22, 23, 59, 60

Tabel 5. Hasil penjadwalan optimal

Hari	Ruangan	Periode Waktu	Mata Kuliah	Kelas/Semester/ Kredit	Dosen	
Senin	2701	07.30-09.10	MRL	A/7/2	RV	
		09.10-10.50	OR1	A/3/2	RIL, YAI	
		13.00-13.50	LOGKEM	A/7/1	RIL	
		16.20-17.10	PSSL	B/5/1	RIL, YAI	
	2702	2702	07.30-09.10	PPL	A/3/2	IS
			10.00-11.40	MARLOG	A/5/2	GK
			15.30-17.10	STAT2	A/3/2	ACK, RV
	2703	2703	07.30-09.10	SDT	A/5/2	RIL, ACK
			09.10-10.00	OGL	A/5/2	HSA
			13.50-15.30	SPK	A/7/2	YAI
	2704	2704	08.20-10.00	KALKULUS	A/1/2	TASMI
			10.00-11.40	LET	A/7/2	HSA
13.50-15.30			SDT	B/5/2	RIL, ACK	
LAB	LAB	15.30-16.20	PRAK FISDAS	A/1/1	SP	

Dari pencarian solusi optimal dengan LINGO (Gambar 2), diperoleh kondisi optimal pada nilai fungsi objektif sebesar 94 dimana *runtime* berlangsung selama 8 detik. Hasil *runtime* menunjukkan bilangan biner sebagai solusi optimal. Hasil pada Tabel 5 menunjukkan bahwa periode waktu mulai kelas pertama adalah pada pukul 07.30 dan periode waktu kelas terakhir adalah pukul 17.10 WIB. Hasil optimasi penjadwalan mata kuliah dapat divalidasi dengan diketahuinya tidak ada lebih dari satu kelas yang

dijadwalkan pada waktu dan/atau ruangan yang sama. Sebagai contoh, pada hari Selasa pukul 10.00-10.50 terdapat kelas Pengadaan dan Kontrak Proyek Migas (1 SKS) untuk angkatan 2020 (Semester 7) yang diselenggarakan di ruang kelas 2701. Selanjutnya mahasiswa yang menggunakan kelas tersebut adalah mahasiswa Semester 5 (angkatan 2021) dengan mata kuliah Pemodelan dan Simulasi Sistem Logistik (2 SKS) pada pukul 15.30 s.d. 17.10 WIB. Contoh tersebut membuktikan bahwa setiap kelas di Program Studi Teknik Logistik Universitas Pertamina yang dijadwalkan untuk Angkatan 2023, 2022, 2021, 2020, tidak tumpang tindih serta diketahui bahwa semua perkuliahan mendapatkan alokasi waktu dan ruangnya masing-masing.

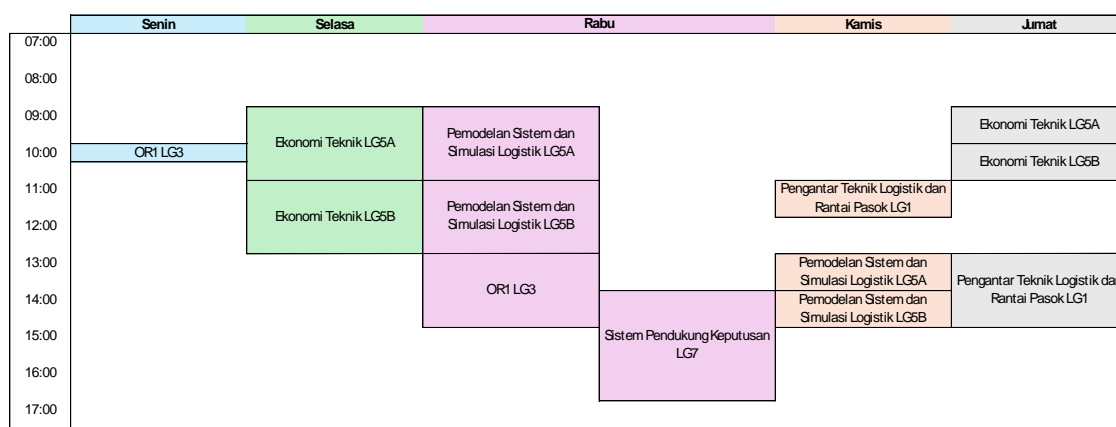


Gambar 2. Status pencarian solusi

Meskipun diperoleh penjadwalan yang optimal, diketahui terdapat satu kekurangan dari hasil optimasi ini yaitu terdapat kelas yang tidak memiliki waktu jeda untuk istirahat. Hal ini terjadi karena kurangnya batasan yang mengakomodir hal ini pada model matematis yang disusun. Sebagai contoh pada hari Senin, dimana pada ruang kelas 2703, mahasiswa Semester 5 dijadwalkan kuliah Sistem Distribusi dan Transportasi (2 SKS) pada pukul 7.30-9.10 WIB, setelah itu langsung dilanjutkan dengan kelas Logistik Migas (1 SKS) pada pukul 9.10-10.00 WIB. Meskipun begitu, dalam penelitian ini, diketahui bahwa setiap dosen mendapatkan waktu istirahat yang cukup untuk setiap mata kuliah yang diampunya.

Jika dibandingkan dengan kondisi yang selama ini berlangsung di program studi dimana penjadwalan mata kuliah berlangsung dengan sistem coba-coba, dengan

memanfaatkan jadwal periode sebelumnya sebagai landasan maka, dilihat dari tujuan mengakomodir seluruh mata kuliah yang sesuai desain kurikulum, keduanya dapat dikatakan sama-sama mumpuni. Dalam hal ini berarti bahwa seluruh mata kuliah yang seharusnya dibuka dan dijadwalkan disemester berjalan, dapat diakomodir. Hanya saja, waktu yang dihabiskan dalam melakukan penjadwalan secara manual, jauh lebih banyak dibandingkan optimasi dengan bantuan perangkat lunak. Waktu yang diperlukan untuk menyusun jadwal secara manual relatif cukup lama. Berdasarkan pengalaman pengelolaan jadwal di program studi dengan jumlah sekitar 20-30 mata kuliah dan melibatkan lebih dari 10 dosen pengampu, proses penjadwalan manual dapat memakan waktu 3-5 hari kerja. Hal ini disebabkan oleh banyaknya iterasi yang harus dilakukan melalui metode *trial and error*, termasuk komunikasi dengan masing-masing dosen serta penyesuaian terhadap ketersediaan ruang kuliah.



Gambar 3. Contoh salah satu jadwal mengajar *existing*

Salah satu contoh jadwal *existing* untuk dosen pengampu dengan inisial YAI dapat dilihat pada Gambar 3. Dari tampilan jadwal tersebut, sekilas terlihat adanya potensi benturan, khususnya pada hari Rabu, ketika dua mata kuliah tercatat berada pada jam yang sama. Dalam konteks penjadwalan otomatis, kondisi ini dapat dianggap sebagai konflik atau ketidaksesuaian. Namun, dalam praktiknya, pengaturan tersebut memang dilakukan secara sengaja. Hal ini terjadi karena kedua mata kuliah yang tercantum pada waktu yang sama tidak dijalankan bersamaan untuk 14 pertemuan penuh, melainkan dengan pola selang-seling. Artinya, pada minggu tertentu hanya salah satu mata kuliah yang dilaksanakan, sedangkan mata kuliah lainnya dilaksanakan pada minggu berikutnya. Dengan mekanisme seperti ini, beban perkuliahan dosen tetap dapat terdistribusi secara

proporsional, sementara mahasiswa tetap memperoleh alokasi tatap muka sesuai jumlah yang dipersyaratkan.

Situasi semacam ini menggambarkan adanya kompleksitas dalam penjadwalan akademik yang tidak selalu dapat diakomodasi sepenuhnya oleh sistem otomatis. Algoritma penjadwalan cenderung mendeteksi kondisi tersebut sebagai benturan (*conflict*), padahal pada kenyataannya merupakan hasil kesepakatan dan pengaturan strategis antara dosen, program studi, dan pengelola jadwal. Oleh karena itu, proses penjadwalan masih memerlukan campur tangan manual berupa penyesuaian tambahan agar hasil akhir tetap sesuai dengan kebutuhan riil di lapangan.

Dari kasus ini dapat disimpulkan bahwa meskipun sistem penjadwalan otomatis mampu membantu menyusun jadwal secara cepat dan sistematis, tetap diperlukan adanya mekanisme fleksibilitas serta ruang bagi pengelola untuk melakukan modifikasi manual. Dengan demikian, jadwal yang dihasilkan tidak hanya valid secara teknis, tetapi juga adaptif terhadap kondisi khusus, seperti pengaturan kuliah selang-seling, keterbatasan sumber daya, maupun kesepakatan internal antar pengampu mata kuliah.

Memperhatikan beban kerja untuk pekerjaan penjadwalan ini, dapat dikatakan bahwa penjadwalan secara manual tidak mendukung efisiensi kerja yang kemudian bisa diatasi dengan pengerjaan penjadwalan dengan metode optimasi. Selaras dengan hasil penelitian (Zhou, You, & Fan, 2020), yang menyebutkan bahwa dengan dihilangkannya konflik dalam penjadwalan, efisiensi manajemen dan operasional dapat ditingkatkan, serta pemborosan sumber daya manusia dapat pula diminimalisir.

SIMPULAN

Masalah optimasi penjadwalan perkuliahan di universitas merupakan masalah yang jamak ditemui. Setiap masa memiliki tantangan khasnya masing-masing. Sejumlah hal yang biasanya dipertimbangkan dalam penjadwalan perkuliahan antara lain waktu dan ruangan yang tersedia, penugasan dosen terhadap mata kuliah, dan alokasi mata kuliah sesuai kurikulum untuk setiap rombongan belajar. Pemanfaatan pemrograman linier bilangan bulat (ILP) diketahui relatif mumpuni menghadapi berbagai kompleksitas penjadwalan perkuliahan. Dengan mengambil studi kasus penjadwalan perkuliahan di Program Studi Teknik Logistik Universitas Pertamina, jadwal yang mengakomodir seluruh daftar mata kuliah dan kelas pada waktu dan ruangan yang sesuai, didapatkan meskipun masih ditemukan minimnya waktu istirahat pada waktu-waktu tertentu.

Kedepannya penyempurnaan model matematis dapat dilakukan terlebih dahulu sebelum pencarian solusi menggunakan perangkat lunak yang sesuai, dilakukan.

DEKLARASI

Kontribusi Penulis : YAI: Konseptualisasi, Penulisan-Pengeditan dan Visualisasi, Analisis, Reviu, Validasi, Supervisi; NK: Penulisan-Manuskrip Awal, Perangkat Lunak; WNH: Penulisan-Manuskrip Awal, Perangkat Lunak; WEH: Penulisan-Manuskrip Awal, Perangkat Lunak; HAA: Penulisan-Manuskrip Awal, Perangkat Lunak; RIL: Konseptualisasi, Supervisi.

Pernyataan Pendanaan : Riset ini menggunakan pendanaan pribadi.

Pernyataan Konflik

Kepentingan : Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan.

Informasi Tambahan : Tidak ada informasi tambahan untuk makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2019). An introduction to management science: Quantitative approaches to decision making. *Cengage Learning*.
- Apriandini, N., Hanum, F., Aman, A., & Bakhtiar, T. (2013). Penjadwalan mata kuliah sistem mayor-minor di perguruan tinggi.
- Aziz, A. (2015). Optimasi penjadwalan perkuliahan menggunakan metode simulated annealing. *Explore IT: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Informatika*, 7(2).
- Başar, M. S., & Kul, S. (2022). A student-based central exam scheduling model using A* algorithm. *Open Computer Science*, 12(1), 181-190.
- Bucco, G. B., Bornia-Poulsen, C. J., & Bandeira, D. L. (2017). Development of a linear programming model for the university course timetabling problem. *Gestão & Produção*, 24, 40-49.
- Caccetta, L., & Aizam, N. A. H. (2012). Mixed integer linear programming models for university timetabling. *Contributions in Mathematics and Applications IV*, 90.
- Chang, L. S., & Kahar, M. N. M. (2018). Modelling the universiti malaysia pahang examination timetabling problem. *International Journal of Software Engineering and Computer Systems*, 4(1), 106-119.
- Hanifa, D. S., & Dwijanto, D. (2022). Optimasi keuntungan produksi olahan salak pondoh di desa wisata Pulesari dengan metode integer linear programming. *Unnes Journal of Mathematics*, 11(1), 69-79.

- Hanum, F., & Permana, R. A. (2015). Penjadwalan kegiatan perkuliahan menggunakan *goal programming*: Studi kasus di program studi S1 matematika FMIPA IPB.
- Harli, S. J., Lily, E., & Gamal, M. D. (2015). Optimisasi penyusunan jadwal mata kuliah dengan program gol (Doctoral dissertation, Riau University).
- Hidayat, F., Hartama, D., Windarto, A. P., Wanto, A., & Poningsih, P. (2019). Model optimasi penentuan jumlah dosen dan ruangan pada proses belajar mengajar dengan model *Integer Linear Programming*. In *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, (hal. 265-273).
- Jamili, A., Hamid, M., Gharoun, H., & Khoshnoudi, R. (2018). Developing a comprehensive and multi-objective mathematical model for university course timetabling problem: A real case study. In *Conference: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, (hal. 2108). Paris.
- Kahar, M. N. M., & Kendall, G. (2014). Universiti malaysia pahang examination timetabling problem: Scheduling invigilators. *Journal of the Operational Research Society*, 65(2), 214-226.
- Khader, Y. M., Nurhasanah, Y. I., & Kartika, A. D. (2018). Penjadwalan matakuliah menggunakan algoritma greedy (Studi Kasus Penjadwalan Semester Ganjil 2017-2018 Informatika Itenas). *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 4(3).
- Khairunnisa, K. (2015). Penjadwalan perkuliahan otomatis. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 1(1), 1-14.
- Klotz, E., & Newman, A. M. (2013). Practical guidelines for solving difficult mixed integer linear programs. *Surveys in operations research and management science*, 18(1-2), 18-32.
- Méndez-Díaz, I., Zabala, P., & Miranda-Bront, J. J. (2016). An ILP based heuristic for a generalization of the post-enrollment course timetabling problem. *Computers & Operations Research*, 76, 195-207.
- Nasir, A. M., & Setyawan, D. (2022). Optimalisasi penjadwalan mata kuliah menggunakan teori pewarnaan graf. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, 5(1), 57-69.
- Oktavia, M., Aman, A., & Bakhtiar, T. (2017). Courses timetabling problem by minimizing the number of less preferable time slots. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (hal. 012025). IOP Publishing.
- Perera, M. T., & Lanel, G. H. (2016). A model to optimize university course timetable using graph coloring and integer linear programming.
- Prabodanie, R. A. (2017). An integer programming model for a complex university timetabling problem: A case study. *Industrial Engineering and Management Systems*, 16(1), 141-153.
- Shiau, D. F. (2011). A hybrid particle swarm optimization for a university course scheduling problem with flexible preferences. *Expert Systems with Applications*, 38(1), 235-248.

- Silitonga, P. D., & Pasaribu, N. P. (2016). Optimasi penjadwalan mata kuliah fakultas ilmu komputer universitas katolik Santo Thomas Sumatera Utara dengan menggunakan algoritma genetika. *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas*, 1(2).
- Süre, E. (2015). Integer programming application to the timetable scheduling problem. *Master Thesis, Karadeniz Technical University*.
- Williams, H. P. (2013). *Model Building in Mathematical Programming*. John Wiley & Sons.
- Wungguli, D., & Nurwan, N. (2020). Penerapan model *integer linear programming* dalam optimasi penjadwalan perkuliahan secara otomatis. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 14(3), 413-424.
- Zhang, C., Wu, Y., Ma, Y., Song, W., Le, Z., Cao, Z., & Zhang, J. (2023). A Review on learning to solve combinatorial optimisation problems in manufacturing. *IET Collaborative Intelligent Manufacturing*, 5(1), e12072.
- Zhou, W., You, X., & Fan, W. (2020). A Mixed integer linear programming method for simultaneous multi-periodic train timetabling and routing on a high-speed rail network. *Sustainability*, 12(3), 1131.

