

OPTIMASI PENJADWALAN MATA PELAJARAN SMP GENERASI MADANI MENGUNAKAN SOLVER EXCEL

Nurtasha Eka Prasetyani*, Darsih Idayani

Program Studi Matematika, Universitas Terbuka, Tangerang Selatan

*Penulis korespondensi: nurtashaeka@gmail.com

ABSTRAK

Penjadwalan mata pelajaran adalah salah satu aspek penting di sekolah yang menentukan keberlangsungan proses belajar mengajar. Dengan banyaknya jumlah kelas, guru, dan mata pelajaran di sekolah, penjadwalan secara manual akan merepotkan dan tidak efisien. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dibahas tentang pengoptimalan penjadwalan mata pelajaran menggunakan *Integer Linear Programming (ILP)* dimana variabel keputusannya berupa bilangan bulat. Data dalam penelitian ini berasal dari data primer SMP Generasi Madani, yaitu data siswa, guru, kelas, mata pelajaran, jam mengajar, dan pembagian sesi pembelajaran yang diperoleh dengan Teknik dokumentasi dan wawancara. Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimalkan proses penjadwalan di SMP Generasi Madani semester 1 tahun ajaran 2024-2025. Pengoptimalan dilakukan dengan pendekatan ILP yang diselesaikan dengan metode *branch and bound* menggunakan Solver Excel.

Kata kunci: *integer linear programming*, solver excel, pejadwalan mata pelajaran

1 PENDAHULUAN

Untuk memastikan bahwa kegiatan pembelajaran di sekolah berjalan dengan lancar dan kondusif, jadwal pelajaran adalah salah satu hal penting yang harus tersedia. Penjadwalan mata pelajaran yang baik akan meningkatkan kualitas pendidikan dan memanfaatkan sumber daya seperti tenaga pengajar secara optimal. Kepala sekolah, wakil kepala sekolah bidang sarana dan prasarana, wakil kepala sekolah bidang kurikulum, dan guru mata pelajaran pasti akan terlibat dalam proses penyusunan jadwal mata pelajaran. Guru yang terlibat dalam kegiatan pengajaran harus menyiapkan waktu dan menyesuaikannya dengan kegiatan tersebut.

Seperti dalam kurikulum 2013, Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang merupakan nilai kuantitatif tidak lagi digunakan untuk mengevaluasi ketuntasan hasil belajar dalam kurikulum Merdeka Belajar. Untuk mengetahui apakah tujuan pembelajaran tercapai pada kurikulum merdeka, evaluasi formatif dilakukan. Guru diberi kebebasan untuk menetapkan standar ketercapaian tujuan pembelajaran sesuai dengan karakteristik kompetensi pada tujuan pembelajaran dan aktivitas pembelajaran. Sebagai penjabaran kurikulum, jadwal mata pelajaran harus mampu memenuhi semua potensi sekolah dan mengurangi masalah yang dihadapi sekolah. Oleh karena itu, penjadwalan mata pelajaran yang baik dan ideal sangat penting untuk keberlangsungan pembelajaran. Ini memastikan bahwa siswa dapat mengikuti pelajaran dan mendapatkan informasi dengan baik.

Jadwal mata pelajaran biasanya dibuat saat tahun ajaran baru atau awal semester dimulai. Jadwal ini biasanya berlangsung selama satu tahun atau satu semester. Penyusunan penjadwalan mata pelajaran yang diimplementasikan oleh SMP Generasi Madani saat ini masih dilakukan secara manual. Hal ini sering menyebabkan masalah seperti ketidakcocokan selama proses pergantian dan pertukaran secara manual, jadwal harus disusun kembali dari awal, dan waktu yang lama karena kesalahan manusia yang menyebabkan keterlambatan.

Berdasarkan masalah yang terjadi dalam penjadwalan mata pelajaran di SMP Generasi Madani, maka diperlukan penjadwalan yang tepat untuk mengoptimalkan jadwal mata pelajaran dengan menggunakan pemrograman linier dengan menggunakan solver sebagai pemecah masalah dalam penjadwalan. Permasalahan penjadwalan merupakan kategori masalah program linier yang dioptimasi sesuai dengan batasan-batasan yang menyertainya. Sedangkan metode *Integer linear Programming* merupakan salah satu metode optimasi linier yang memberikan hasil variabel keputusan berupa bilangan bulat tak negatif baik untuk beberapa ataupun semua variabel.

Pemrograman linier merupakan suatu metode yang akan menyelesaikan persoalan dengan beberapa fungsi kendala untuk mencapai tujuan seperti memaksimalkan (keuntungan yang akan dicapai) atau meminimumkan (biaya). Sifat linear memberi arti bahwa seluruh fungsi matematis dalam model ini merupakan fungsi linear, sedangkan Pemrograman linier merupakan sinonim untuk suatu perencanaan. Dengan demikian Pemrograman linier, merupakan perencanaan aktivitas-aktivitas untuk memperoleh suatu hasil yang optimum, yaitu suatu hasil terbaik dari seluruh alternatif yang memungkinkan (Winston, 2004). Bentuk standar dari pemrograman linear memiliki karakteristik sebagai yaitu Seluruh fungsi pembatas nilai ruas kanannya tidak bernilai negatif, seluruh variabel keputusan tidak bernilai negatif dan Fungsi tujuan dapat berupa maksimasi atau minimasi (Taha, 2015).

Pemrograman linier bulat (ILP) adalah solusi yang didapat optimal, tetapi mungkin tidak integer (bulat). Pemrograman linier bulat dibutuhkan ketika keputusan harus dilakukan dalam bentuk bilangan bulat (bukan pecahan yang sering terjadi bila kita gunakan metode penyelesaian biasa). Jadi perhitungan menggunakan ILP hanya dilakukan hanya bila hasilnya adalah bilangan bulat saja (Hilman, 2017). ILP merupakan suatu pemrograman linear yang sebagian atau semua variabel yang digunakan merupakan integer tak negatif. ILP telah banyak dilakukan untuk menyelesaikan masalah optimasi seperti optimasi keuntungan, lokasi, dll (Faisi et al., 2021; Hidayah et al., 2022). Selain itu, ILP juga dapat digunakan untuk optimasi penjadwalan. Santi (2015) menggunakan ILP untuk penjadwalan di SMP N 5 Sawoo Ponorogo. Payani (2015) menggunakan ILP untuk menjadwalkan pegawai.

Proses Penjadwalan dalam pekerjaan mengalokasikan sumber daya manusia pada suatu tempat kerja tertentu dengan waktu dan tempat yang telah ditentukan dalam melaksanakan pekerjaan pekerjaan yang telah direncanakan untuk mencapai tujuan yang diinginkan oleh perusahaan (Suseno & Dhuha, 2017). Hasil permodelan matematis dari permasalahan tersebut akan dilakukan analisis empiris pada SMP Generasi Madani dimana sekolah ini memiliki cukup banyak rombongan belajar sehingga dengan adanya penggunaan *Solver excel* dapat mempermudah penyusunan penjadwalan mata pelajaran. Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana memanfaatkan *solver excel* untuk optimasi penjadwalan mata pelajaran di SMP Generasi Madani melalui pemodelan Program Linear bilangan bulat (*Integer Linear Programming*). Maka penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul "Optimasi Penjadwalan Mata Pelajaran SMP Generasi Madani Menggunakan Solver Excel".

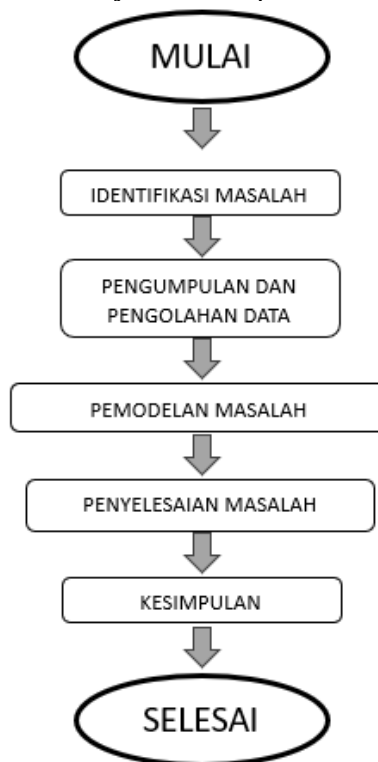
2 METODE

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada proses penjadwalan mata pelajaran di SMP Generasi Madani. Pada proses pembuatan jadwal mata pelajaran di sekolah ini masih sering terjadi kesalahan atau *error*, seperti guru yang kelebihan jam pelajaran atau bentrok, beberapa mata pelajaran yang diajarkan pada jam tertentu, alokasi jam pelajaran sesuai dengan mata pelajaran dan lainnya. Maka dari itu

penelitian ini dilakukan agar dapat mengoptimasi penjadwalan mata pelajaran sehingga mengurangi masalah-masalah tersebut.

Selanjutnya, dilakukan pengumpulan yang berupa data primer dengan menggunakan metode wawancara dan observasi. Metode wawancara yaitu melakukan wawancara langsung dengan pihak terkait seperti kepala sekolah, wakasek kurikulum dan guru mata pelajaran. Sedangkan metode observasi, yaitu Teknik untuk mengumpulkan data yang dilakukan secara langsung dengan melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian untuk melihat lebih dekat kegiatan apa saja yang dilakukan. Data yang sudah dikumpulkan dan diolah kemudian dilakukan perubahan menjadi model matematika.

Setelah data data dari permasalahan tersebut terkumpul, Kendala kendala yang ada serta parameter yang ada dapat dijadikan model matematika dengan formulasi model pemrograman linear integer. Setelah dilakukan formulasi model dengan ILP, ditentukan penyelesaian model dengan metode branch and bound. Terakhir, dari hasil yang diperoleh, dilakukan penarikan kesimpulan. Langkah-langkah dalam menyelesaikan penelitian ini disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Metode Penelitian.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Formulasi Model

Dalam formulasi model masalah penjadwalan mata pelajaran, terdapat beberapa parameter dan batasan masalah yang perlu diperhatikan. Parameter-parameter tersebut adalah

- a. hari dalam satu minggu dimana pembelajaran mata pelajaran dilaksanakan;
- b. periode jam pelajaran, yaitu alokasi waktu untuk setiap sesi pembelajaran dalam satu hari;
- c. kelas, yaitu kelompok siswa dalam satu ruangan;
- d. guru, yaitu pengajar mata pelajaran tertentu pada suatu kelas tertentu; serta
- e. mata pelajaran, yaitu pelajaran yang diampu oleh seorang guru.

Sedangkan batasan-batasan dalam permasalahan penjadwalan mata pelajaran adalah

- kurikulum yang berlaku pada sekolah tersebut, berkaitan dengan alokasi jam pelajaran untuk masing masing mata pelajaran pada setiap kelas;
- guru mengajar mata pelajaran sesuai bidangnya;
- guru tidak diperbolehkan mengajar lebih satu kelas pada hari dan jam pelajaran yang bersamaan
- jumlah jam mengajar untuk masing masing guru sudah ditentukan pihak sekolah; serta
- jumlah jam pelajaran untuk tiap mata pelajaran setiap minggu.

Fungsi objektif dalam penjadwalan adalah kesesuaian antara mata pelajaran, guru, kelas, hari, dan sesi. Oleh karena itu, diformulasikan fungsi objektif sebagai berikut

$$\min \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{l \in L} \sum_{m \in M} c_{i,j,k,l,m} x_{i,j,k,l,m} \quad (1)$$

dimana

$i = 1,2,3,4,5$ (himpunan hari: 1 = Senin, 2 = Selasa, ..., 5 = Jumat)

$j = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$ (himpunan sesi jam pelajaran dalam sehari, 1 = 07.30 – 08.05, 2 = 08.05 – 08.40, ... dst)

$k = 1,2,3,4,5, \dots$ dst (himpunan kelas, 1 = 71, 2 = 72, ... dst)

$l = 1,2,3,4,5, \dots$ dst (himpunan guru, 1 = Guru 1, 2 = Guru 2, ... dst)

$m = 1,2,3,4,5$ (himpunan mata pelajaran, 1 = IPA, 2 = MTK, ... dst)

Variabel keputusan $x_{i,j,k,l,m}$ merupakan variabel yang bernilai 0 atau 1 dengan ketentuan bernilai 1 jika ada kesesuaian suatu mata pelajaran m diajarkan seorang guru l pada kelas k hari ke i sesi ke j . Sedangkan notasi $c_{i,j,k,l,m}$ merupakan bobot variabel keputusan yang diperoleh dengan beberapa pertimbangan, yaitu adanya kendala pengelompokan mata pelajaran yang diberikan pada awal hari pembelajaran mengakibatkan pemberian bobot pada mata pelajaran tersebut. Untuk menentukan bobot dapat didasarkan pada aturan berikut.

- Ketersediaan bobot hari

Tabel 1. Ketersediaan bobot hari.

Bobot	Keterangan pada hari
5 hari	Sanggup
0 hari	Tidak sanggup

- Bobot rekomendasi jam pelajaran yang sesuai dengan guru mata pelajaran tersebut adalah

$$c_{i,j,l,m} = 1 \times \text{jumlah rekom} \quad (2)$$

dimana jumlah jam mengajar yang direkomendasikan dikalikan 1 agar jam pelajaran yang tersedia tidak melebihi jam pelajaran yang telah di rekomendasikan, sehingga tidak melebihi bobot hari yang telah disanggupi oleh guru yang mengampu mata pelajaran tersebut. Cara ini dilakukan atas pertimbangan bahwa maksimal nilai rekomendasi lebih kecil dari bobot untuk hari kesanggupan hari mengajar.

Fungsi kendala dalam masalah penjadwalan ini antara lain jam pelajaran, kesesuaian jam mengajar, total jam mengajar, kepastian tidak ada mata pelajaran yang bentrok, jam mengajar maksimal, dll. Lebih jelasnya, kendala-kendala tersebut adalah

- Jam pelajaran yang terpenuhi selama satu minggu pada masing masing kelas adalah 44 jam pelajaran.

$$\sum_j \sum_k \sum_l \sum_m c_{m,l,k,j} = 44 \quad (3)$$

2. Setiap guru mendapatkan jam mengajar sesuai dengan jam mengajar yang telah ditetapkan selama seminggu.

$$\sum_k \sum_l \sum_m x_{m,l,k} = \text{sisa sesi sesuai urutan kelas mulai dari kelas VII} \quad (4)$$

3. Total jam mengajar seluruh guru selama satu minggu.

$$\sum_i \sum_j \sum_l \sum_m x_{m,l,j,i} = \text{jumlah jam mengajar setiap guru} \quad (5)$$

4. Tidak ada mata pelajaran yang bentrok pada sesi dan hari yang sama.

$$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_l \sum_m x_{m,l,k,j,i} = 1 \quad (6)$$

5. Maksimal jam mengajar guru untuk masing masing kelas perhari.

$$\sum_l x_l \leq \min(2 \text{ jam perhari}) \text{ maks}(8 \text{ jam perhari}) \quad (7)$$

6. Guru tidak diperbolehkan mengajar sebanyak lebih satu kelas pada hari dan jam pelajaran yang sama.

$$\sum_{k=1} \sum_{m=1} X_{i,j,k,l,m} \leq 1 \quad (8)$$

7. Memenuhi jumlah jam pelajaran dalam satu minggu pada kelas tertentu.

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{l \in L} \sum_{m \in M} X_{i,j,k,l,m} = a_k \quad (9)$$

8. Kendala nonnegatif, yaitu semua variable keputusannya bernilai leboh besar atau sama dengan 0.

3.2 Penyelesaian Model

Pada Microsoft excel terdapat fitur Solver excel untuk membantu menyelesaikan model optimasi ILP dengan fungsi objektif baik itu maksimum ataupun minimum. Penggunaan Solver dapat membantu mendapatkan penyelesaian dengan mudah. Berikut merupakan data jumlah jam pelajaran di tiap kelas.

Tabel 2. Akumulasi data jam pelajaran rekomendasi kelas VII.

No	Mapel	Kode Kelas VII							Total Jam Per Mapel
		71	72	73	74	75	76	77	
1	PAI	4	4	4	4	4	4	4	28
2	MTK	5	5	5	5	5	5	5	35
3	IPA	4	4	4	4	4	4	4	28
4	IPS	4	4	4	4	4	4	4	28
5	B. Indonesia	5	5	5	5	5	5	5	35
6	B. Inggris	4	4	4	4	4	4	4	28
7	PJOK	3	3	3	3	3	3	3	21
8	B. Sunda	2	2	2	2	2	2	2	14
9	Tahfidz	2	2	2	2	2	2	2	14
10	PKN	3	3	3	3	3	3	3	21
11	SBK	3	3	3	3	3	3	3	21
12	TIK	2	2	2	2	2	2	2	14
13	P5	1	1	1	1	1	1	1	7
14	Walas	2	2	2	2	2	2	2	14
Total Jam Pelajaran		44	44	44	44	44	44	44	308

Tabel 3. Akumulasi data jam pelajaran rekomendasi kelas VIII.

No	Mapel	Kode Kelas VIII								Total Jam Per Mapel
		81	82	83	84	85	86	87	88	
15	PAI	4	4	4	4	4	4	4	4	32
16	MTK	5	5	5	5	5	5	5	5	40
17	IPA	5	5	5	5	5	5	5	5	40
18	IPS	4	4	4	4	4	4	4	4	32
19	B. Indonesia	5	5	5	5	5	5	5	5	40
20	B. Inggris	4	4	4	4	4	4	4	4	32
21	PJOK	3	3	3	3	3	3	3	3	24
22	Tahfidz	2	2	2	2	2	2	2	2	16
23	PKN	4	4	4	4	4	4	4	4	32
24	SBK	3	3	3	3	3	3	3	3	24
25	TIK	3	3	3	3	3	3	3	3	24
26	Walas	2	2	2	2	2	2	2	2	16
Total Jam Pelajaran		44	44	44	44	44	44	44	44	352

Tabel 2, **Tabel 3**, dan **Tabel 4** merupakan akumulasi data kelas yang dilakukan dengan menyesuaikan lamanya pembelajaran suatu mata pelajaran sesuai dengan kurikulum yang diterapkan yaitu kelas VII kurikulum merdeka belajar, serta kelas VIII dan IX kurikulum 2013. Sedangkan pada **Tabel 5** adalah data mata pelajaran serta guru yang mengampu mata pelajaran sesuai dengan bidangnya masing-masing. Selanjutnya dilakukan optimasi penjadwalan mata pelajaran menggunakan Solver pada Microsoft Excel. Salah satu kelemahan penggunaan Solver pada Microsoft Excel dalam optimasi penjadwalan adalah terbatasnya kemampuan hanya untuk 200 cell. Hal ini mengakibatkan optimasi penjadwalan dilakukan per kelas secara bertahap mulai dari hari kesatu hingga hari kelima untuk kelas VII-1, dilanjutkan hari kesatu hingga hari kelima untuk kelas VII-2 dan seterusnya sesuai dengan banyak kelas yang tersedia yaitu kelas VII sebanyak 7 kelas, kelas VIII sebanyak 8 kelas, dan Kelas IX sebanyak 8 kelas.

Setelah optimasi penjadwalan dari kelas VII, VIII, dan IX dilakukan per kelas menggunakan Solver seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, diperoleh hasil optimasi yang menunjukkan jadwal mata pelajaran dengan kode yang sesuai dengan mata pelajaran serta guru yang mengampunya (lihat **Tabel 6**).

Tabel 4. Akumulasi data jam pelajaran rekomendasi kelas IX.

No	Mapel	Kode Kelas IX								Total Jam Per Mapel
		91	92	93	94	95	96	97	98	
15	PAI	4	4	4	4	4	4	4	4	32
16	MTK	5	5	5	5	5	5	5	5	40
17	IPA	5	5	5	5	5	5	5	5	40
18	IPS	4	4	4	4	4	4	4	4	32
19	B. Indonesia	5	5	5	5	5	5	5	5	40
20	B. Inggris	4	4	4	4	4	4	4	4	32
21	PJOK	3	3	3	3	3	3	3	3	24
22	Tahfidz	2	2	2	2	2	2	2	2	16
23	PKN	4	4	4	4	4	4	4	4	32
24	SBK	3	3	3	3	3	3	3	3	24
25	TIK	3	3	3	3	3	3	3	3	24
26	Walas	2	2	2	2	2	2	2	2	16
Total Jam Pelajaran		44	44	44	44	44	44	44	44	352

Tabel 5. Data guru, mata pelajaran dan jam mengajar.

Kode	Nama Guru	Mata Pelajaran	Jam Mengajar
1	Iis Niawati, S.Pd.I.	PAI	28
2	Agustin Setia Rahayu, S.Pd.	MTK	35
3	Nuriah, S.Pd.	IPA	28
4	Laela Fitria, S.E.	IPS	28
5	Sartika Hidayati, S.Pd.	B. Indonesia	35
6	Nurjanah Iswarni, S.Pd.	B. Inggris	28
7	Aditia Nurhakim	PJOK	21
8	Alin Nuhar, S.Pd.	B. Sunda	14
9	Ai Mardiah, S.Pd.I.	TAHFIDZ	14
10	Widia Ismayanti	PKN	21
11	Linda Karim, S.Sn.	SBK	21
12	Fahmi Abdul Majid, A.Md.	TIK	14
13	PJ P5/Kelas	P5	7
14	Walas/Kelas	Walas	14
15	Aprilia Firda Fatkhadina, S.Pd.I.	PAI	32
16	Nurtasha Eka Prasetyani	MTK	40
17	Tiara Agustina, S.Pd.	IPA	40
18	Fauziyah Salsibila	IPS	32
19	Mad Soleh, S.Pd.	B. Indonesia	40
20	Annisa Safiranti, S.Pd.	B. Inggris	32
21	Siska Sintia, S.Pd.	PJOK	24

Kode	Nama Guru	Mata Pelajaran	Jam Mengajar
22	Siti Diyanatul Hikmah Asyfiya	Tahfidz	16
23	H. Gunawan, S.Ag.	PKN	32
24	Syaifudin Maulana Syahrozi	SBK	24
25	Febry Ardianto	TIK	24
26	Walas/Kelas	Walas	16
27	Ahmad Firdaus, S.Ag, S.Pd.I.	PAI	32
28	Sofwatunnida, S.Pd, Gr.	MTK	40
29	Yulia Niken Puspitasari, S.T., M.Pd.	IPA	40
30	Muhammad Yusup, M.Pd.	IPS	32
31	Bachtiar, S.Pd	B. Indonesia	40
32	Delta Bella, S.Pd.	B. Inggris	32
33	Muhammad Nur	PJOK	24
34	Wahyu Hadi Kusuma, S.PdI, Gr.	Tahfidz	16
35	Tb. Mahfudz Rifa'I, S.Pd.	PKN	32
36	Lenny Risnasiwi, A.Md.	SBK	24
37	Akbar Permana Dewa, A.Md.	TIK	24
38	Walas/Kelas	Walas	16

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'PRODUCT KARIL_042053599 - Excel'. The spreadsheet contains a table of teacher schedules. The Solver Parameters dialog box is open, showing the following settings:

- Set Objective:** J18
- To:** Max
- By Changing Variable Cells:** J54:J17
- Subject to the Constraints:**
 - J518:J518 <= J519
 - J54:J515 <= J521
 - J516 <= J517
 - J516 <= J517
 - J517 <= J517
 - J518 <= J520
 - J54:J517 <= J54:J517
- Make Unconstrained Variables Non-Negative:** ☒
- Select a Solving Method:** Simplex LP
- Solving Method:** Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

Gambar 2. Optimasi penjadwalan dengan solver.

DAFTAR PUSTAKA

- Faisi, A., Idayani, D., & Puspitasari, Y. (2021). Optimasi Lokasi Pos Pemadam Kebakaran di Kabupaten Situbondo Menggunakan Pemrograman Linier (Optimizing the Location of Fire Stations in Situbondo Regency Using Linear Programming). *Jurnal Matematika Sains Dan Teknologi*, 22(1), 37–46. <https://doi.org/10.33830/jmst.v22i1.2223.2021>
- Hidayah, A. A., Harahap, E., & Badruzzaman, F. H. (2022). Optimasi Keuntungan Bisnis Bakery Menggunakan Program Linear Metode Simpleks. *Jurnal Matematika*, 21(1), 77–83.
- Hilman, M. (2017). Optimasi Proses Produksi Produk Makanan pada UKM Makanan di Kabupaten Ciamis dengan Metode Integer Linier Programming. *Jurnal Media Teknologi*, 4(1), 25–34.
- Payani, A. S. (2015). *Simulasi Penjadwalan Pegawai Menggunakan Teknik Integer Linear Programming*. Universitas Padjadjaran.
- Santi, E. E. (2015). Pemanfaatan Solver Excel untuk Optimasi Penjadwalan Mata Pelajaran. *Jurnal Dimensi Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(1), 9–15.
- Suseno, & Dhuha, E. (2017). Penjadwalan Tenaga Kerja untuk Tiga Shift Kerja dengan Pengembangan Metode Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne. *Seminar Nasional Teknik Industri 2017 (SNTI 2017)*, 298–300.
- Taha, H. A. (2015). *Riset Operasi*. Binarupa Aksara.
- Winston, W. L. (2004). *Operations Research: Applications and Algorithms* (4th ed.). Duxbury Press.