

PANDUAN PRAKTIKUM
MATA4344 RISET OPERASIONAL II



PROGRAM STUDI S1 MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TERBUKA
2023

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya Panduan Praktikum Mata Kuliah MATA4344 Riset Operasional II ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Panduan praktikum ini disusun sebagai penunjang pelaksanaan mata kuliah MATA4344 Riset Operasional II pada Program Studi Matematika Universitas Terbuka.

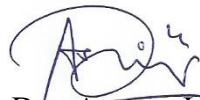
Panduan praktikum ini dirancang untuk membantu mahasiswa dalam memahami dan mengimplementasikan algoritma simpleks dan analisis kepekaan, masalah transportasi, program integer dan algoritma transportasi, program nonlinear, teori permainan, teori antrean, model persediaan, rantai Markov, dan program dinamik menggunakan Excel Solver. Melalui panduan ini, mahasiswa diharapkan mampu mengaitkan konsep teoritis yang dipelajari dalam bahan ajar dengan keterampilan praktis yang diperlukan dalam komputasi matematika.

Penyusunan panduan praktikum ini mengacu pada silabus dan bahan ajar mata kuliah (BMP) MATA4344 Riset Operasional II, serta disesuaikan dengan karakteristik pembelajaran di Universitas Terbuka yang menekankan kemandirian belajar mahasiswa. Oleh karena itu, panduan ini disusun secara sistematis, operasional, dan mudah diikuti agar dapat digunakan secara efektif dalam kegiatan praktikum mandiri.

Kami menyadari bahwa panduan praktikum ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan masukan yang bersifat konstruktif sangat diharapkan untuk penyempurnaan panduan ini di masa mendatang. Akhir kata, semoga panduan praktikum ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa dan dosen dalam mendukung pencapaian tujuan pembelajaran mata kuliah MATA4344 Riset Operasional II.

Tangerang Selatan, Desember 2023

Ketua Program Studi Matematika
Universitas Terbuka



Dra. Asmara Iriani Tarigan, M.Si.
NIP. 196601011997032001

BAB I

PENDAHULUAN

A. Deskripsi Mata Kuliah

Mata kuliah MATA4344 Riset Operasional II membahas tentang beberapa model riset operasi utama dan teknik penyelesaiannya. Materi yang dibahas pada mata kuliah ini mencakup algoritma simpleks dan analisis kepekaan, masalah transportasi, program integer dan algoritma transportasi, program nonlinear, teori permainan, teori antrean, model persediaan, rantai Markov, dan program dinamik untuk menyelesaikan masalah pemrograman matematik. Melalui mata kuliah ini, mahasiswa diharapkan mampu menggunakan konsep-konsep dan metode matematis dalam bidang riset operasi untuk menyelesaikan suatu contoh masalah nyata menggunakan Excel Solver. Bahan ajar yang digunakan adalah BMP MATA4344 Riset Operasional II (Edisi 2**).

B. Latar Belakang

Mata kuliah MATA4344 Riset Operasional II merupakan mata kuliah yang membekali mahasiswa dengan kemampuan memodelkan, menganalisis, dan menyelesaikan permasalahan nyata yang berkaitan dengan perencanaan dan pengambilan keputusan secara sistematis dan kuantitatif. Mata kuliah ini juga membahas berbagai model utama dalam riset operasi beserta teknik penyelesaiannya, meliputi algoritma simpleks dan analisis kepekaan, masalah transportasi, program integer dan algoritma transportasi, program nonlinear, teori permainan, teori antrean, model persediaan, rantai Markov, dan program dinamik. Untuk menunjang keterampilan komputasi, mahasiswa dibekali kemampuan penyelesaian masalah secara numerik dengan memanfaatkan perangkat lunak, khususnya Excel Solver.

Capaian pembelajaran mata kuliah ini menuntut mahasiswa tidak hanya memahami konsep dan metode secara teoretis, tetapi juga mampu menerapkannya untuk menyelesaikan permasalahan nyata secara analitik maupun komputasional. Oleh karena itu, kegiatan praktikum menjadi sarana penting untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan aplikasi, sekaligus menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, analitis, dan komputasional.

Dalam pelaksanaannya, kegiatan praktikum memerlukan panduan yang sistematis, terstruktur, dan selaras dengan materi perkuliahan agar tujuan pembelajaran dapat tercapai

secara optimal. Tanpa adanya panduan praktikum yang baku, proses praktikum berpotensi berjalan tidak seragam, kurang efektif, dan belum sepenuhnya mendukung pencapaian kompetensi yang diharapkan. Oleh sebab itu, penyusunan panduan praktikum mata kuliah MATA4344 Riset Operasional II menjadi acuan bagi dosen dan mahasiswa dalam melaksanakan praktikum secara sistematis, terarah, dan terintegrasi dengan materi perkuliahan.

Panduan praktikum ini disusun untuk melengkapi bahan ajar utama MATA4344 Riset Operasional II (Edisi 2**) dengan menekankan pada langkah-langkah pemodelan, prosedur penyelesaian, penggunaan Excel Solver, serta analisis dan interpretasi hasil. Melalui panduan ini, diharapkan pelaksanaan praktikum dapat berlangsung secara efektif, terstandar, dan berorientasi pada capaian pembelajaran, sehingga mahasiswa mampu menguasai konsep dan keterampilan riset operasional secara utuh serta siap menerapkannya dalam konteks profesional maupun penelitian.

C. Tujuan Mata Kuliah

Tujuan mata kuliah MATA4344 Riset Operasional II adalah membekali mahasiswa agar mampu:

1. menjelaskan algoritma simpleks dan analisis kepekaan;
2. menjelaskan masalah transportasi;
3. menjelaskan program integer dan algoritma transportasi;
4. menjelaskan program nonlinear;
5. menjelaskan teori permainan;
6. menjelaskan teori antrean;
7. menjelaskan model persediaan;
8. menjelaskan rantai Markov; dan
9. menjelaskan program dinamik.

D. Tujuan Panduan

Panduan Praktikum mata kuliah MATA4344 Riset Operasional II ini disusun dengan tujuan untuk:

1. memberikan petunjuk praktis dan sistematis dalam pelaksanaan praktikum mata kuliah MATA4344 Riset Operasional II;
2. membantu mahasiswa belajar secara mandiri sesuai karakteristik pendidikan jarak jauh Universitas Terbuka;
3. mengarahkan mahasiswa dalam mengimplementasikan konsep teoritis ke dalam praktik penggunaan perangkat lunak Excel Solver; serta
4. menjadi acuan pelaksanaan dan penilaian kegiatan praktikum.

E. Capaian Mata Kuliah

Setelah mengikuti mata kuliah dan praktikum Riset Operasional II, mahasiswa diharapkan mampu menggunakan konsep-konsep dan metode matematis dalam bidang riset operasi untuk menyelesaikan suatu contoh masalah nyata menggunakan Excel Solver. Capaian ini mendukung pencapaian CPL Program Studi, khususnya terkait penguasaan prinsip-prinsip matematika pada bidang riset operasi, kemampuan berpikir logis, komputasional, dan pemecahan masalah matematis.

F. Modus Pelaksanaan Praktikum

Kegiatan pembelajaran Praktikum Riset Operasional II dilaksanakan secara mandiri oleh mahasiswa dan dibimbing oleh dosen/tutor melalui tutorial online. Praktikum secara mandiri artinya kegiatan praktikum dilakukan mahasiswa di tempatnya masing-masing dengan mengikuti panduan praktikum yang disediakan. Mahasiswa akan mendapatkan bimbingan dari dosen/tutor melalui tutorial online dengan memanfaatkan forum diskusi dan mengerjakan tugas yang diberikan.

G. Sumber Materi

Pada proses pelaksanaan praktikum MATA4344 Riset Operasional II, mahasiswa perlu memperkaya wawasan baik teori maupun teknis sebagai dasar dalam penyelesaian tugas-tugas praktikum. Berikut referensi yang dapat digunakan sebagai bahan pengayaan untuk melaksanakan praktikum:

- 1) BMP MATA4344 Riset Operasional II, B. Soedijono. 2016. Tangerang Selatan, Universitas Terbuka.

- 2) BMP MATA4303 Riset Operasi, T. Bakhtiar dan F. Hanum. 2022. Tangerang Selatan, Universitas Terbuka.

BAB II KEGIATAN PRAKTIKUM

Materi praktikum telah dijelaskan dalam bahan ajar mata kuliah MATA4344 Riset Operasional II, yaitu BMP MATA4344 Riset Operasional II yang ditulis oleh B. Soedijono. Mahasiswa dapat mengakses materi praktikum dengan membaca BMP cetak atau digital. Berikut ini daftar materi praktikum mata kuliah Riset Operasional II.

Tabel 1. Daftar Materi Praktikum Mata Kuliah Riset Operasional II

No	Materi	Sub Materi	Referensi
1	Pengaktifan Solver dan Menyiapkan <i>Spreadsheet</i>	1) Mengaktifkan Solver 2) Menyiapkan <i>spreadsheet</i>	Modul 2 dan Materi Tambahan
2	Bekerja dengan Solver	1) Menjalankan Solver 2) Menginterpretasikan hasil	Modul 2 dan Materi Tambahan
3	Penyelesaian Masalah Program Nonlinear dengan Solver	1) Model program nonlinear 2) Petunjuk penyelesaian dengan Solver	Modul 4 dan Materi Tambahan

Materi 1-Pengaktifan Solver dan Penggunaannya dalam Spreadsheet

1. Tujuan Praktikum

Setelah mengikuti praktikum ini, mahasiswa mampu:

- mengaktifkan add-in solver dari Microsoft Excel;
- menyiapkan *spreadsheet* untuk solver.

2. Dasar Teori Singkat

Materi ini telah dibahas dalam Panduan Praktikum mata kuliah MATA4343 Riset Operasional I. Bagi mahasiswa yang baru mengenal Solver, silakan Anda membaca materi berikut ini agar dapat melaksanakan praktikum dengan baik.

Solver merupakan *add-in*, yaitu istilah yang dipakai Microsoft untuk merujuk pada komponen, fasilitas, atau program yang ditambahkan ke program utama, dalam hal ini Excel, untuk meningkatkan kemampuan dan manfaatnya. Solver yang dikembangkan oleh perusahaan pengembang Frontline Systems merupakan *add-in* bawaan Excel. Secara *default*, *add-in* Solver langsung tersedia di Excel hanya saja kadang perlu diaktifkan terlebih dahulu agar dapat digunakan.

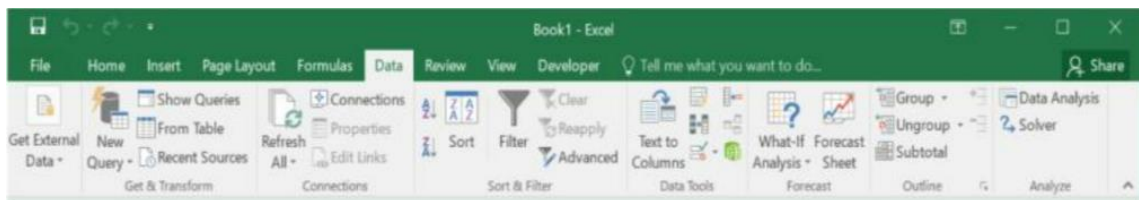
Fasilitas Solver dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah Persamaan Linear (PL) dan Pertidaksamaan Linear (PTL), serta masalah pemrograman matematik dengan variabel keputusan (*decision variables*) berupa bilangan bulat atau biner $\{0,1\}$. Bentuk baku masalah PL dua variabel x dan y dapat dituliskan sebagai berikut (untuk masalah maksimisasi):

$$\begin{aligned} \max_{x,y} Z &= c_1x + c_2y \\ a_{11}x + a_{12}y &\leq b_1 \\ a_{21}x + a_{22}y &\leq b_2 \\ x, y &\geq 0, \end{aligned} \tag{1}$$

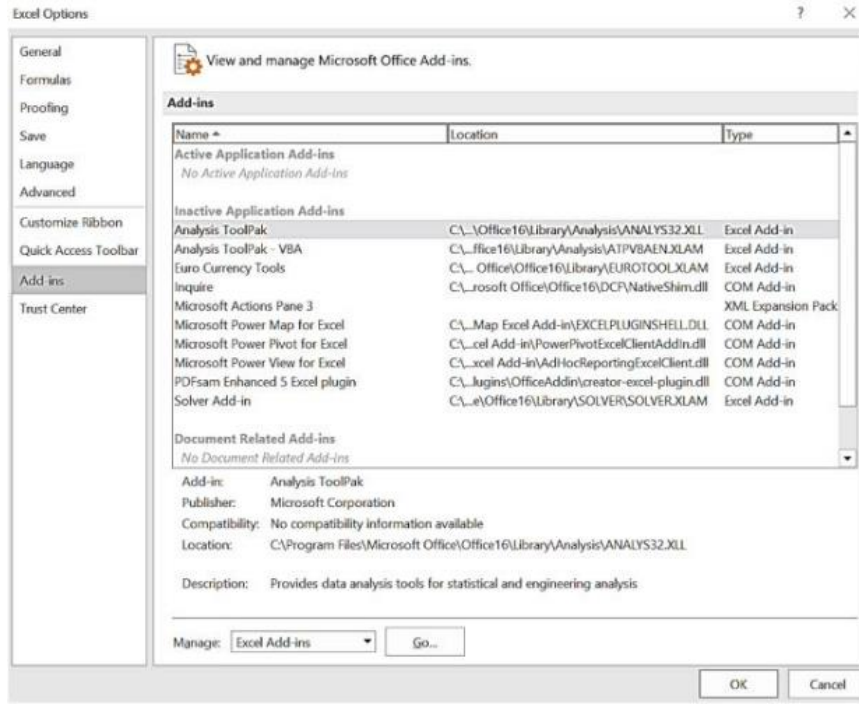
dengan Z merupakan nilai fungsi objektif. Masalah PL juga mencakup masalah minimisasi (melibatkan kendala pertaksamaan \geq atau $=$) dan melibatkan variabel keputusan x dan y yang tidak harus bernilai taknegatif.

3. Langkah Praktikum (Aktivasi Solver)

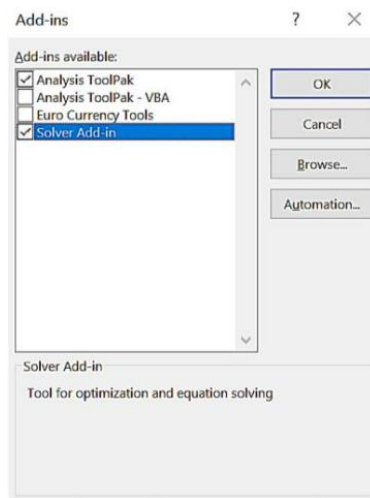
1. Untuk mengaktifkan Solver, ikuti langkah-langkah berikut.
 - a. Periksa di tab **Data** dan di ribbon **Analyze**. Jika ikon Solver sudah ada, maka Solver sudah aktif dan siap digunakan.
 - b. Jika ikon Solver tidak ada, maka *add-in* Solver perlu diaktifkan melalui langkah-langkah berikut.
 - i. Dari tab **File**, pilih submenu **Options** sehingga muncul jendela **Excel Options**, lalu pilih *Add-Ins*.
 - ii. Di bagian bawah, pilih *Manage: Excel Add-Ins* lalu klik tombol Go. Langkah ini dapat juga dilakukan melalui tab **Developer** > **Add-Ins**.
 - iii. Pilih *Solver Add-Ins* lalu klik tombol OK. Solver sudah diaktifkan.
 - iv. Periksa kembali tab **Data** > **Analyze**, lalu pastikan ikon solver sudah muncul.



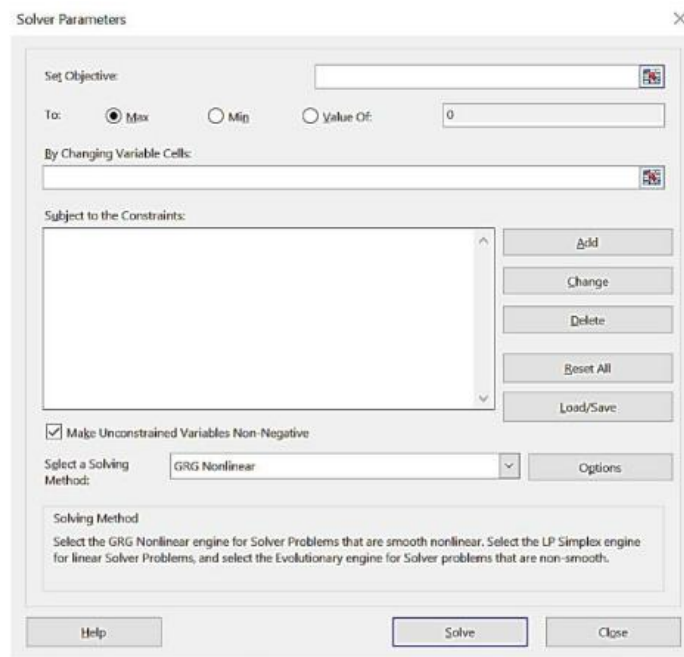
Gambar 1. Tab Data dan Ribon Analyze pada Excel (ikon Solver terletak paling kanan)



Gambar 2. Jendela Excel Options pada Tab Add-Ins



Gambar 3. Jendela Add-Ins



Gambar 4. Jendela Solver Parameters

2. Menyiapkan *Spreadsheet*

Ada empat langkah persiapan untuk menyelesaikan masalah pemrograman menggunakan Solver.

- a. Mempersiapkan data yang berkaitan dengan masalah pemrograman atau model yang akan diselesaikan. Data yang perlu dipersiapkan dalam bentuk *spreadsheet* adalah koefisien pada fungsi objektif c_1 dan c_2 seperti pada model (1), koefisien pada fungsi kendala a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} , serta nilai pada ruas kanan fungsi kendala b_1 dan b_2 .
- b. Menempatkan nilai (tebakan awal) variabel keputusan pada sel-sel berdekatan sehingga mudah di-blok.
- c. Menuliskan ekspresi fungsi objektif dalam bentuk formula Excel di sebuah sel pada *spreadsheet*.
- d. Menyusun fungsi-fungsi kendala sedemikian sehingga:
 - i. ruas kiri fungsi kendala hanya melibatkan variabel keputusan, sedangkan ruas kanan hanya berupa konstanta,
 - ii. fungsi kendala sebaiknya dikelompokkan berdasarkan bentuknya, yaitu pertidaksamaan (\leq , \geq) dan persamaan ($=$), sehingga mudah dimuat di solver.

Fungsi-fungsi kendala tersebut kemudian dituliskan dalam bentuk formula Excel di beberapa sel pada *spreadsheet*.

4. Contoh 1 (Pembuatan *Spreadsheet* dari Masalah Transportasi)

Masalah

Tiga buah pembangkit listrik terletak pada tiga lokasi harus melayani kebutuhan daya pada empat kota. Pembangkit pada lokasi-1 (sebut PL-1) menghasilkan daya sebesar 35 juta kwh, lokasi-2 (PL-2) sebesar 50 juta kwh dan lokasi-3 (PL-3) sebesar 40 juta kwh. Adapun kebutuhan daya puncak pada keempat kota terjadi pada waktu yang sama yaitu pukul 14.00, pada kota-1 (DK-1) sebesar 45 juta kwh, kota-2 (DK-2) sebesar 20 juta kwh, kota-3 (DK-3) sebesar 30 juta kwh dan kota-4 (DK-4) sebesar 30 juta kwh. Biaya transfer daya listrik dari pembangkit ke masing-masing kota untuk tiap juta kwh terlihat pada tabel di bawah ini. Formulasikan bentuk program linear masalah minimisasi biaya transfer daya listrik keempat kota pada saat puncak penggunaan daya.

Formulasi Model

1. Variabel keputusan

x_{ij} : besaran daya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik PL- i ditransfer ke kota DK- j

2. Fungsi objektif

$$\min. z = 8x_{11} + 6x_{12} + 10x_{13} + 9x_{14} + 9x_{21} + 12x_{22} + 13x_{23} + 7x_{24} + 14x_{31} + 9x_{32} + 16x_{33} + 5x_{34}$$

3. Kendala

- Kendala pemasokan

$$\text{PL-1} \quad x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} \leq 35$$

$$\text{PL-2} \quad x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} \leq 50$$

$$\text{PL-3} \quad x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} \leq 40$$

- Kendala permintaan

$$\text{DK-1} \quad x_{11} + x_{21} + x_{31} \geq 45$$

$$\text{DK-2} \quad x_{12} + x_{22} + x_{32} \geq 20$$

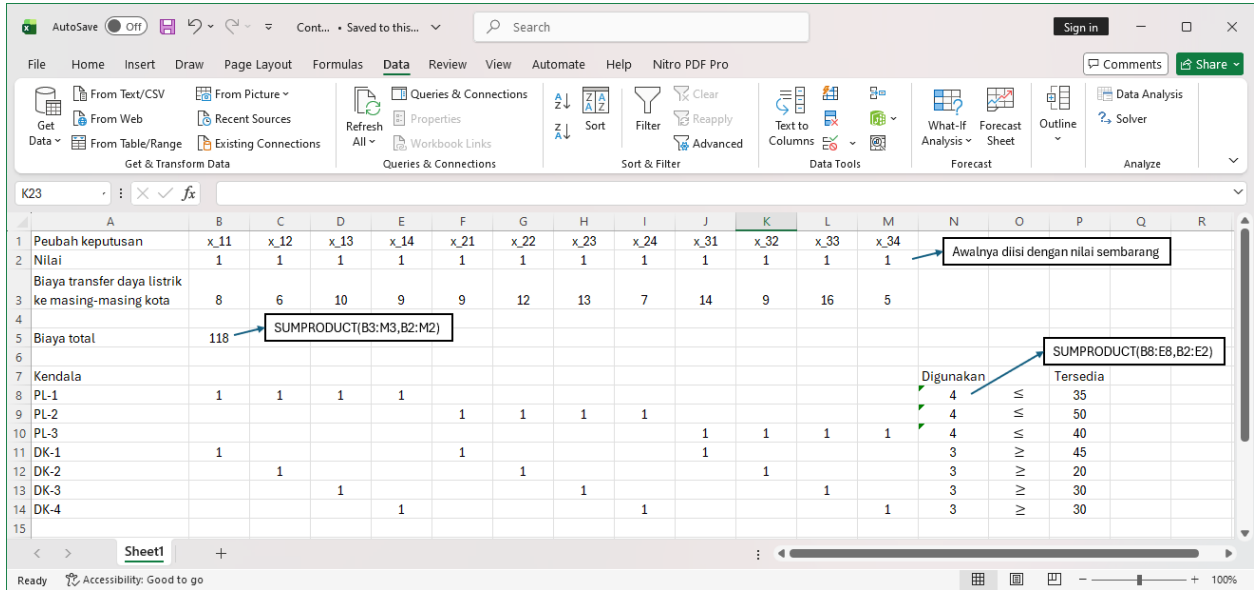
$$\text{DK-3} \quad x_{13} + x_{23} + x_{33} \geq 30$$

$$\text{DK-4} \quad x_{14} + x_{24} + x_{34} \geq 30$$

- Ketaknegatifan

$$x_{ij} \geq 0 \quad i = 1,2,3 \quad j = 1,2,3,4$$

Model Spreadsheet



Gambar 5. Model Spreadsheet Masalah Transportasi Contoh 1

- Variabel keputusan : B2:M2
- Fungsi objektif : B5 = SUMPRODUCT(B3:M3,B2:M2) minimumkan
- Fungsi kendala : N8:N10 ≤ P8:P10
N11:N14 ≥ P11:P14
B2:M2 ≥ 0 (kendala ketaknegatifan, dapat ditangani dengan ceklis opsi Make Unconstrained Variables Non-Negative)
- Metode solusi : Simpleks LP

5. Tugas Mandiri

Masalah:

Suatu perusahaan manufaktur memiliki empat buah mesin dan empat buah pekerjaan/job yang harus diselesaikan setiap harinya, termasuk finishing. Setiap mesin mampu dan harus menyelesaikan satu pekerjaan. Waktu yang diperlukan masing-masing mesin untuk menyelesaikan suatu pekerjaan disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Waktu Penyelesaian Pekerjaan Manufaktur

	Waktu untuk menyelesaikan pekerjaan (jam)			
	<i>Job-1</i>	<i>Job-2</i>	<i>Job-3</i>	<i>Job-4</i>
Mesin-1	14	5	8	7
Mesin-2	2	12	6	5
Mesin-3	7	8	3	9
Mesin-4	2	4	6	10

Materi 2-Bekerja dengan Solver

1. Tujuan Praktikum

Setelah mengikuti praktikum ini, mahasiswa mampu:

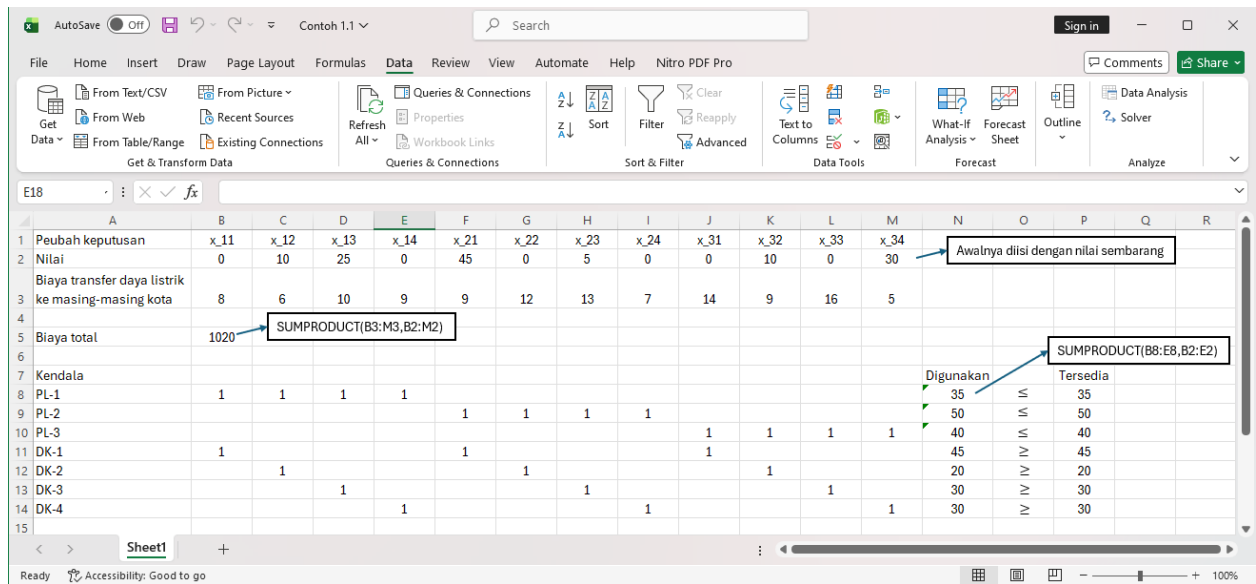
- a. mengimplementasikan model *spreadsheet* ke dalam Solver;
- b. menjalankan Solver untuk mendapatkan solusi optimum; dan
- c. menginterpretasikan solusi optimum yang diberikan Solver.

2. Langkah Praktikum

A. Menjalankan Solver

1. Simpan (*Save*) model *spreadsheet* sebagai sebuah berkas (*file*) Excel.
2. Dari DATA > Analyze, klik ikon Solver sehingga muncul jendela Solver Parameters.
3. Letakkan kursor pada kotak Set Objective. Hapus semua isinya, jika ada. Selanjutnya klik sel pada *spreadsheet* tempat meletakkan fungsi objektif, yaitu sel B5. Pada kotak Set Objectives kini terisi dengan \$B\$5 (karakter \$ otomatis ditambahkan oleh Solver).
4. Pilih Max pada pilihan To.
5. Letakkan kursor pada kotak By Changing Variable Cells, lalu blok sel B2:B3 pada *spreadsheet* tempat nilai variabel keputusan diletakkan. Kotak tersebut akan terisi dengan \$B\$2:\$M\$2.
6. Untuk menambahkan fungsi kendala, klik tombol Add di sebelah kanan kotak Subject to the Constraints sehingga muncul jendela Add Constraint.
7. Pada kotak Select a Solving Method, pilih Simpleks LP.
8. Klik tombol Solve dan solver mulai bekerja. Di bagian bawah jendela tertulis **Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied**, yang menunjukkan solver telah menemukan solusi optimum dan semua kendala serta kondisi optimalitas terpenuhi.
9. Setujui pilihan *defaults* (Keep Solver Solution) lalu klik tombol OK. Jendela kembali ke model *spreadsheet* dengan beberapa sel telah berubah nilainya.

B. Menginterpretasikan Hasil



Gambar 6. Model Spreadsheet Setelah Proses Pencarian Solusi pada Contoh 1

- $x_{11} = 0, x_{12} = 10, x_{13} = 25, x_{14} = 0, x_{21} = 45, x_{22} = 0, x_{23} = 5, x_{24} = 0, x_{31} = 0, x_{32} = 10, x_{33} = 0, x_{34} = 30$ merupakan solusi optimum yang menyatakan besaran daya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit PL- i ditransfer ke kota DK- j .
- $Z = 1020$ merupakan biaya minimum yang mungkin dicapai.
- Sel D8 = 35 menunjukkan bahwa solusi optimum tersebut membuat pasokan pembangkit pada lokasi-1 mencapai batas maksimal.
- Sel D9 = 50 menunjukkan bahwa solusi optimum tersebut membuat pasokan pembangkit pada lokasi-2 mencapai batas maksimal.
- Sel D10 = 40 menunjukkan bahwa solusi optimum tersebut membuat pasokan pembangkit pada lokasi-3 mencapai batas maksimal.
- Sel D11 = 45 menunjukkan bahwa solusi optimum tersebut membuat kebutuhan daya puncak pada kota-1 mencapai batas minimal.
- Sel D12 = 20 menunjukkan bahwa solusi optimum tersebut membuat kebutuhan daya puncak pada kota-2 mencapai batas minimal.
- Sel D13 = 30 menunjukkan bahwa solusi optimum tersebut membuat kebutuhan daya puncak pada kota-3 mencapai batas minimal.
- Sel D14 = 30 menunjukkan bahwa solusi optimum tersebut membuat kebutuhan daya puncak pada kota-4 mencapai batas minimal.

4. Tugas Mandiri

Gunakan Solver untuk menentukan solusi optimum masalah pemrograman berikut. Interpretasikan hasil yang diperoleh!

Masalah:

UT Jati Kencana merupakan perusahaan mebel, khusus untuk kursi lipat dikerjakan oleh tiga pabrik yang terletak pada lokasi berbeda, masing-masing pabrik tidak dilengkapi dengan gudang tetapi perusahaan mempunyai tiga buah gudang yang terletak pada lokasi berbeda pula. Pabrik-1 dengan kapasitas produksi 100 unit per-minggu, Pabrik-2 dengan kapasitas produksi 300 unit per-minggu, Pabrik-3 dengan kapasitas produksi 300 unit per-minggu. Alokasi untuk penyimpanan kursi lipat Gudang-1 dapat menampung 300 unit, Gudang-2 dapat menampung 200 unit, Gudang-3 dapat menampung 200 unit. Guna pengangkutan kursi lipat dari pabrik ke gudang diperlukan biaya sebesar.

Biaya pengiriman tiap unit barang (ribu rp)	Gudang-1	Gudang-2	Gudang-3
Pabrik-1	5	4	3
Pabrik-2	8	4	3
Pabrik-3	9	7	3

Tentukan distribusi pengiriman kursi lipat dari pabrik ke gudang sehingga dicapai biaya pengangkutan minimal.

Materi 3-Penyelesaian Masalah Program Non-Linear dengan Solver

1. Tujuan Praktikum

Setelah mengikuti praktikum ini, mahasiswa mampu:

- memformulasikan masalah program non-linear dalam bentuk model aljabar dan *spreadsheet*;
- menggunakan Solver untuk mencari solusi optimum masalah program non-linear.

2. Langkah Praktikum

A. Pemodelan Masalah Program Non-Linear

Contoh masalah:

Pak Koko memiliki seekor sapi. Untuk membiayai sekolah anaknya, ia merencanakan untuk menjual sapi yang saat ini berbobot 100 kilogram. Jika Pak Koko menunda penjualan sapi, maka bobot sapi tersebut bertambah 1 kilogram per hari, tetapi ia harus menanggung biaya pemeliharaan Rp 3.000,00 per hari. Saat ini harga 1 kilogram sapi adalah Rp 60.000,00 dan harga ini turun Rp 500,00 per hari. Jika ingin diketahui berapa hari Pak Koko harus menunggu menjual sapi agar keuntungan yang diperoleh maksimum, maka dapat diformulasikan suatu pemrograman taklinear yang menjawab masalah tersebut.

Lama waktu menunggu, yaitu x , ditentukan dengan cara memaksimumkan fungsi keuntungan $K(x)$. Misalkan Pak Koko harus menunggu selama x hari, maka harga 1 kg sapi setelah x hari adalah $(60000 - 500x)$ rupiah, bobot sapi setelah x hari adalah $(100 + x)$ kilogram, biaya pemeliharaan selama x hari adalah $3000x$ rupiah. Jadi, pendapatan yang diperoleh dari menjual sapi setelah menunggu selama x hari adalah $(100 + x)(60000 - 500x)$ rupiah. Keuntungan yang diterima Pak Koko dihitung dari pendapatan yang diperoleh dari menjual sapi dikurangi dengan biaya memelihara sapi selama x hari.

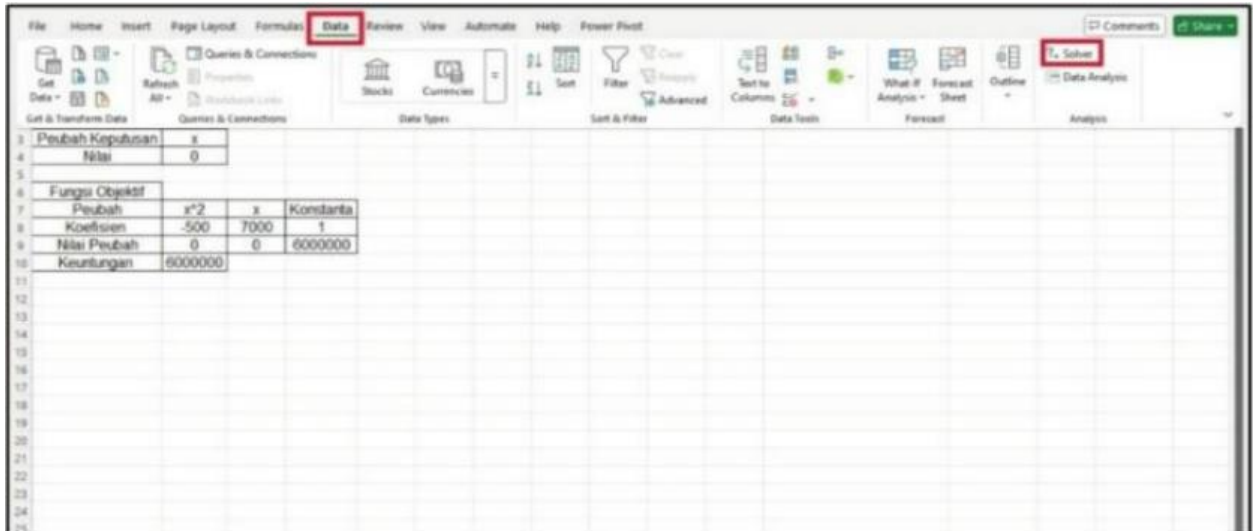
Fungsi keuntungan:

$$\begin{aligned}K(x) &= (100 + x)(60000 - 500x) - 3000x \\&= 6000000 - 50000x + 60000x - 500x^2 - 3000x \\&= -500x^2 + 7000x + 6000000.\end{aligned}$$

Fungsi keuntungan:

$$\max K(x) = -500x^2 + 7000x + 6000000.$$

B. Pembuatan *Spreadsheet*



Gambar 7. Model *Spreadsheet* Masalah Program Non-Linear

C. Langkah-Langkah Solver

1. Klik kotak pada sisi teks **set objective** dan klik sel B10 yang berisi fungsi objektif.
2. Klik **to max** untuk memaksimalkan fungsi objektif.
3. Klik kotak di bawah teks **by changing variable cells** dan klik sel B4 yang berisi nilai awal peubah keputusan.
4. Beri centang (✓) pada kotak di sebelah kiri teks **make unconstrained variables non-negative** agar peubah keputusan tak berkendala menjadi nilai yang tidak negatif.
5. Pilih metode penyelesaian **grg nonlinear** pada kotak di sebelah kanan teks **select a solving method**. Metode grg nonlinear dipilih karena model PTL tak berkendala satu variabel tersebut adalah fungsi **smooth**.
6. Jika semua komponen yang terdapat pada jendela **solver parameters** sudah terisi dengan benar, maka klik **solve**.
7. Setelah muncul jendela **Solver Result**, di bagian bawah akan terdapat tulisan yang menyatakan solver telah memperoleh solusi optimum, yaitu **Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied**. Selanjutnya, pilih **Keep**

Solver Solution. Pada opsi **Reports**, klik **Answer**. Lalu, klik **OK**. Anda akan melihat model spreadsheet yang baru dengan solusi optimum.

D. Solusi Optimum Solver

	A	B	C	D	E
1	PTL Tak Berkendala dengan Satu Variabel				
2					
3	Peubah Keputusan	x			
4	Nilai	7			
5					
6	Fungsi Objektif				
7	Peubah	x^2	x	Konstanta	
8	Koefisien	-500	7000	1	
9	Nilai Peubah	49	7	6000000	
10	Keuntungan	6024500			
11					
12					

Gambar 8. Tampilan Spreadsheet setelah Solver dijalankan

Berdasarkan *spreadsheet* setelah Solver dijalankan, terdapat perubahan nilai peubah keputusan (x) dan nilai keuntungan. Nilai x berubah dari awalnya 0 menjadi 7 dan nilai keuntungan berubah dari awalnya 6.000.000 menjadi 6.024.500. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa Pak Koko membutuhkan waktu menunggu selama 7 hari jika ingin mendapatkan keuntungan yang maksimum, yaitu sebesar Rp 6.024.500,00.

3. Tugas Mandiri

Tentukan nilai-nilai maksimum dan minimum global dari fungsi $f(x) = \frac{x+4}{x}$ untuk $1 \leq x \leq 8$ menggunakan Solver.

DAFTAR PUSTAKA

BMP MATA4344 Riset Operasional II. B. Soedijono. 2016. Tangerang Selatan, Universitas Terbuka.

BMP MATA4303 Riset Operasi. T. Bakhtiar dan F. Hanum. 2022. Tangerang Selatan, Universitas Terbuka.