

Penggunaan Aplikasi TORA dalam Penerapan Program Linier Metode Big M untuk Maksimasi Keuntungan Produk Parfum Scent, Aroma, dan Fresh

Aurellia Yovana^{1*}, Nunung Nurhasanah¹

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Al-Azhar Indonesia, Komplek Masjid Al-Azhar, Jalan Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, 12110,

Corresponding author/E-mail: aurelliyovana08@gmail.com

Abstract - Linear Programming (LP) is a mathematical method used to find the optimal solution in resource allocation problems to achieve specific objectives, such as maximizing profit or minimizing cost. This method is widely applied in various fields such as business, manufacturing, and economics. In this study, linear programming is applied to a perfume company that produces three types of perfumes: Scent, Aroma, and Fresh. Each perfume requires limited raw materials, namely rose, jasmine, and kenanga flower extracts. The available resources today are only 1.7 kg of rose extract, 1 kg of jasmine extract, and 0.3 kg of kenanga extract. The company aims to maximize profit, with a profit of Rp30,000 per bottle for Scent, Rp17,000 for Aroma, and Rp19,000 for Fresh. Given the constraints on raw materials, linear programming is used to determine the optimal number of perfume bottles to produce in order to maximize the company's profit. The problem is solved using the Big-M method, which handles inequality constraints in the form of \geq by adding artificial variables. In this approach, a very large penalty is assigned to artificial variables to ensure that these variables are not part of the optimal solution. The TORA software is used to perform the calculations and analysis in solving this problem. The results show that the company can achieve a maximum profit of Rp7,390,000.00 by producing the optimal number of perfume bottles. This method proves effective in solving resource allocation problems to maximize profit in a manufacturing context.

Abstract - Pemrograman Linier (PL) adalah suatu metode matematika yang digunakan untuk mencari solusi optimal dalam masalah pengalokasian sumber daya terbatas untuk mencapai tujuan tertentu, seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya. Metode ini banyak diterapkan dalam berbagai bidang seperti bisnis, manufaktur, dan ekonomi. Pada penelitian ini, pemrograman linier diterapkan pada perusahaan parfum yang memproduksi tiga jenis parfum: Scent, Aroma, dan Fresh. Setiap parfum memerlukan bahan baku terbatas, yaitu sari bunga mawar, melati, dan kenanga. Sumber daya yang tersedia pada hari ini hanya 1,7 kg sari bunga mawar, 1 kg sari bunga melati, dan 0,3 kg sari bunga kenanga. Perusahaan bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan, dengan keuntungan per botol parfum sebesar Rp30.000 untuk parfum Scent, Rp17.000 untuk Aroma, dan Rp19.000 untuk Fresh. Mengingat keterbatasan bahan baku, pemrograman linier digunakan untuk menentukan jumlah optimal botol parfum yang harus diproduksi agar keuntungan perusahaan dapat dimaksimalkan. Penyelesaian masalah ini dilakukan dengan menggunakan metode Big-M, yang memungkinkan penanganan kendala pertidaksamaan dalam bentuk \geq dengan menambahkan variabel artifisial. Dalam pendekatan ini, nilai penalti yang sangat besar diberikan pada variabel artifisial untuk memastikan bahwa nilai tersebut tidak menjadi bagian dari solusi optimal. Software TORA digunakan untuk melakukan perhitungan dan analisis dalam penyelesaian masalah ini. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perusahaan dapat mencapai keuntungan maksimum sebesar Rp7.390.000,00 dengan memproduksi jumlah botol parfum yang optimal. Metode ini membuktikan efektivitasnya dalam menyelesaikan masalah alokasi sumber daya terbatas untuk keuntungan maksimal dalam konteks produksi manufaktur.

Keywords - Big-M, Cosmetics Industry, Linear Programming, Operation Research, Software Tora

PENDAHULUAN

Pemrograman linier adalah teknik matematika yang digunakan untuk menyelesaikan masalah alokasi sumber daya terbatas secara optimal, seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya. Dalam berbagai bidang, seperti bisnis dan manufaktur, metode ini membantu dalam menentukan keputusan yang efisien untuk mencapai hasil terbaik di bawah sejumlah kendala.

Pada studi kasus ini, sebuah perusahaan parfum memproduksi tiga jenis parfum: parfum scent, aroma, dan fresh. Setiap botol parfum memerlukan sejumlah bahan, yaitu sari bunga mawar, melati, dan kenanga, yang ketersediaannya terbatas. Bahan yang tersedia pada hari ini hanya 1,7 kg sari bunga mawar, 1 kg sari bunga melati, dan 0,3 kg sari bunga kenanga. Perusahaan menginginkan keuntungan maksimum, dengan keuntungan per botol sebesar Rp30.000 untuk parfum scent, Rp17.000 untuk parfum aroma, dan Rp19.000 untuk parfum fresh. Berdasarkan data ini, pemrograman linier dapat digunakan untuk menentukan jenis dan jumlah parfum yang harus diproduksi agar perusahaan dapat mencapai keuntungan maksimum dengan menggunakan aplikasi software TORA.

Linear Programming merupakan metode matematika untuk menyelesaikan masalah pengalokasian sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan yang optimal seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimumkan biaya. Dalam menyelesaikan persoalan pemrograman linier diperlukan model matematika. Model matematika terdiri dari sebuah fungsi tujuan linier dan sistem persamaan linier [1]. Program linier merupakan salah satu cabang ilmu matematika yang mempelajari cara mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan yang optimal. Program linier memiliki banyak aplikasi dalam kehidupan nyata, seperti dalam bidang bisnis, ekonomi, dan industri [2]. Linear programming ditentukan variabel sebagai berikut

1. Variabel keputusan Variabel keputusan merupakan nilai keputusan-keputusan yang akan dibuat. Dalam hal ini variabel keputusan dinyatakan dalam bentuk: X_1, X_2, X_n (1)
2. Fungsi tujuan merupakan fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimalkan atau diminimumkan.

3. Fungsi pembatas merupakan beberapa kendala atau batasan yang dihadapi sehingga nilai dari variabel keputusan tidak bisa sembarangan ditetapkan.
4. Pembatas tanda Pembatas tanda adalah pembatas yang menentukan apakah nilai variabel keputusannya diasumsikan boleh berharga positif, boleh juga negatif (tidak terbatas dalam tanda) [3]

Riset operasi adalah teknik untuk menyelesaikan model program linier, termasuk metode simpleks, yang merupakan metode yang digunakan untuk menangani masalah dengan banyak variabel dan batasan [4]. Asal-usul riset operasi berkaitan erat dengan Perang Dunia II. Saat itu, muncul kebutuhan untuk mengalokasikan sumber daya yang terbatas secara efektif ke berbagai elemen operasi militer. Para pemimpin perang pun meminta bantuan dari para ahli sains untuk menerapkan pendekatan ilmiah dalam menyelesaikan masalah dan merumuskan solusi strategis.

Setelah perang berakhir, keberhasilan metode ini di bidang militer menarik perhatian sektor nonmiliter, terutama para pengusaha. Mereka mulai mendalami teknik-teknik tersebut untuk meningkatkan efisiensi operasional perusahaan. Banyak masalah berhasil dipecahkan menggunakan model riset operasi, seperti penggunaan pemrograman linier untuk masalah dengan kendala, penerapan teori antrean, teori persediaan, teori permainan, serta simulasi program [5]. Berikut adalah tahapan utama dalam studi riset operasional: mengidentifikasi masalah, membuat model, menyelesaikan model, memastikan validitas model, menerapkan hasil akhir.

Untuk menentukan tindakan yang mungkin diambil, penting untuk mengidentifikasi variabel sistem yang dapat dikendalikan oleh pengambil keputusan. Keberhasilan dalam mengidentifikasi variabel-variabel ini bergantung pada kemampuan pengambil keputusan [6].

TORA adalah perangkat lunak aplikasi komputer yang digunakan untuk melakukan perhitungan dan analisis statistik. Singkatan TORA berasal dari "Tools for Operations Research and Analysis." Program ini sangat bermanfaat dalam perhitungan dan analisis matematika, khususnya pada bidang riset Operasi (RO). Awalnya, TORA bekerja dengan membentuk Himpunan Penyelesaian Fisibel (HPF), yaitu kumpulan

solusi yang memenuhi seluruh kendala. Pada metode penyelesaian grafis, tujuan utamanya adalah menentukan titik optimum pada HPF dengan menggeser grafik fungsi objektif ke arah maksimum atau minimum hingga menyentuh HPF terakhir kalinya [7].

Aplikasi ini menyediakan algoritma atau komputasi otomatis yang mencakup berbagai modul, seperti program linier atau Linear Programming. Secara umum, TORA berfungsi layaknya aplikasi lainnya, dimulai dengan memilih modul tertentu, memasukkan data serta informasi yang diperlukan, dan menghasilkan output dari perhitungan yang telah diinput. Beberapa modul dalam penelitian operasional yang tersedia meliputi teori permainan, sistem antrian, program linier, program integer, model transportasi, dan model jaringan kerja. Walaupun terdapat aplikasi lain yang mendukung pemrosesan data penelitian operasional, TORA dikenal karena kemudahan instalasi dan penggunaan yang praktis [8].

Metode Big-M adalah pengembangan dari metode simpleks primal yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang mempunyai persamaan-persamaan. M adalah variabel buatan yang memiliki nilai yang sangat besar sehingga disebut Big M.[9]. Dalam masalah pemrograman linier, terdapat beberapa tanda pada fungsi kendala, yaitu (\leq , $=$, atau \geq). Untuk fungsi kendala dengan tanda pertidaksamaan (\geq), dapat diubah menjadi persamaan dengan menambahkan variabel surplus yang bernilai positif pada sisi kiri fungsi kendala. Namun, perubahan ini membuat penyelesaian dengan metode simpleks menjadi lebih kompleks karena variabel surplus bisa bernilai negatif. Untuk mengatasi masalah ini, ditambahkan variabel artifisial dan diselesaikan menggunakan metode Big-M. Pada metode Big-M, variabel artifisial diberi penalti besar dalam fungsi tujuan.

Pada kasus fungsi tujuan maksimisasi, koefisien -M ditambahkan pada variabel artifisial, sedangkan untuk fungsi tujuan minimisasi, koefisien M ditambahkan pada variabel artifisial [10]. Pendekatan khusus ini dilakukan dengan menambahkan variabel dummy (atau variabel artifisial) pada kendala fungsional, dan teknik ini dikenal sebagai teknik variabel artifisial. Prosedur untuk mendapatkan solusi dasar awal (BF) pada kendala fungsional meliputi langkah-langkah berikut: Gunakan teknik variabel artifisial, tambahkan variabel artifisial yang bernilai nonnegatif pada fungsi kendala yang belum berbentuk standar, dan anggap variabel artifisial tersebut sebagai salah satu variabel, beri penalti yang besar, tentukan nilai variabel artifisial lebih dari 0 sehingga koefisien variabel

artifisial secara simbolik menjadi M (big M), yang mewakili angka positif yang sangat besar. Teknik big M ini memungkinkan perubahan nilai variabel artifisial menjadi 0 (sebagai variabel non-basis) dalam solusi optimal [11].

Kosmetik merupakan salah satu produk yang selalu digunakan rutin dan terus menerus di kalangan wanita dan juga pria disegala usia. Salah satu pengguna kosmetik adalah kalangan anak muda remaja yang menempuh perguruan tinggi yang selalu disebut juga sebagai mahasiswa atau mahasiswi. Mahasiswa adalah konsumen yang menggunakan produk kosmetik, terutama karena adanya daya tarik kosmetik yang dibeli olehnya. Dengan harapan sebuah produk kosmetik dapat diandalkan, berguna, dan membuat penampilan menjadi cantik dan menarik. Produk kosmetik telah banyak dikaitkan dengan wanita selama bertahun-tahun, karena industri kosmetik telah menawarkan produk dalam hal kecantikan dan feminitas. Namun, saat ini keadaan telah berubah, laki-laki lebih sadar dan peduli terhadap penampilan diri mereka sejak usia muda hingga usia tua akan pentingnya kecantikan, pesona kekanak-kanakan, dan kebugaran yang menjadi pasar tersendiri bagi konsumen laki-laki. Penampilan muda dan menawan melekat pada pola pikir mereka yang akan memungkinkan mereka untuk memperkuat kepercayaan diri dan reputasi mereka di tempat kerja, selama pertemuan klien, kencan sosial, dan dalam kehidupan sehari-hari mereka.[12].

METODE



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dikumpulkan dari permasalahan yang diberikan oleh asisten. Suatu perusahaan parfum memproduksi 3 produk, yaitu parfum scent, parfum aroma, dan parfum fresh. Terdapat bahan yang sama dari setiap botol parfum, yaitu sari bunga mawar, sari bunga melati, dan sari bunga kenanga. Namun, setiap bahan memiliki keterbatasan. Hari ini hanya tersedia 1,7 kg sari bunga mawar, 1 kg sari bunga melati, dan 3 kg sari bunga kenanga. Keuntungan yang diperoleh masing-masing parfum adalah Rp30.000/botol parfum scent, Rp17.000/botol parfum aroma, dan Rp19.000/botol parfum fresh untuk mendapatkan keuntungan maksimum.

Tabel 1. Model program linear

Produk Parfum				
Bahan	Scent	Aroma	Fresh	keterbatasan
Sari bunga mawar	7	5	2	1700
Sari bunga melati	4	5	4	1000
Sari bunga kenanga	3	3	5	300
Price	30000	17000	19000	

Menunjukkan data yang diperoleh, fungsi dari pengumpulan data ini yaitu mempermudah menyelesaikan persoalan. Dapat dilihat, untuk satu botol parfum scent dibutuhkan 7 gram sari bunga mawar, 4 gram sari bunga melati, dan 3 gram sari bunga kenanga. Untuk satu botol parfum beraroma dibutuhkan 5 gram sari bunga mawar, 5 gram sari bunga melati, dan 3 gram sari bunga kenanga. Untuk satu botol parfum fresh, dibutuhkan 2 gram sari bunga mawar, 4 gram sari bunga melati, dan 5 gram sari bunga kenanga.

Dari data yang telah didapat, selanjutnya data tersebut diuji dengan menggunakan metode Big-M. M adalah variabel buatan yang memiliki nilai yang sangat besar sehingga disebut:

$$Mz \text{ maks} = 30000x_1 + 17000x_2 + 19000x_3 \quad (2)$$

$$S/T = 7x_1 + 5x_2 + 2x_3 \leq 1700 \quad (3)$$

$$= 4x_1 + 5x_2 + 4x_3 \leq 1000$$

$$= 3x_1 + 3x_2 + 5x_3 \geq 300$$

Pada metode Big-M penambahan slack variable dilakukan untuk menyeimbangkan pertidaksamaan dengan syarat :

1. Jika pertidaksamaan kurang dari (\leq) maka +S
2. Jika pertidaksamaan lebih dari (\geq) maka -S+R
3. Jika pertidaksamaan sudah seimbang (=) maka + R

Step-1: Menyeimbangkan pertidaksamaan

$$7x_1 + 5x_2 + 2x_3 + S_1 \leq 1700 \quad (4)$$

$$4x_1 + 5x_2 + 4x_3 + S_2 \leq 1000 \quad (5)$$

$$3x_1 + 3x_2 + 5x_3 + R_1 \leq 300 \quad (6)$$

Pada step 1, penyeimbangan pertidaksamaan dilakukan dengan menambahkan slack variable sesuai dengan ketentuan yang telah dijelaskan, sehingga dapat dituliskan variabel seperti di atas.

Step-2: Fungsi Tujuan

Bentuk fungsi tujuan Big M adalah maksimasi, maka nilai M adalah -M, sehingga dapat dituliskan seperti dibawah ini

$$\text{Maks } Z = 30000x + 17000x_2 + 19000x_3 \quad (7)$$

$$Z = 30000x_1 + 17000x_2 + 19000x_3 + S_1 + S_2 - S_3 + MR_1 \quad (8)$$

$$Z = 30000x_1 + 17000x_2 + 19000x_3 + S_1 + S_2 - S_3 - MR_1 = 0 \quad (9)$$

$$Z - 30000x_1 - 17000x_2 - 19000x_3 - S_1 - S_2 - S_3 + MR_1 = 0 \quad \text{Step-3} \quad (10)$$

Tabelkan Iterasi simpleks I:

Tabel 2. Tabel Iterasi 1

C	Ba	300	170	190	0	0	0	+		
B	sis	00	00	00				M	RHS	θ min
		X1	X2	X3	S1	S2	S3	R1		
0	S1	7	5	2	1	0	0	0	1700	850,00
0	S2	4	5	4	0	1	0	0	1000	250
M	R1	3	3	5	0	0	-1	1	300	60
	Cj	150000	137000	219000	0	0	M	0	Z = 300M	60

Tabel iterasi 1 dengan memasukkan nilai pada variabel X1, X2, X3, S1, S2, S3 dan RHS. Selanjutnya, menentukan basis, yaitu S1, S2, dan S3 dengan CB (0, 0, 0). Setelah itu mencari Cj pada X1, X2, X3, S1, S2 dan S3 dan R1 dengan menggunakan rumus seperti dibawah ini

$$C_j (X_1) = -30000 - [0, 0, M] [7, 4, 3] = -150000 \quad (11)$$

$$C_j (X_2) = -17000 - [0, 0, M] [5, 5, 3] = -137000 \quad (12)$$

$$C_j (X_3) = -19000 - [0, 0, M] [2, 4, 5] = -219000 \quad (13)$$

$$C_j (S_1) = -0 - [0, 0, M] [1, 0, 0] = 0 \quad (14)$$

$$C_j (S_2) = 0 - [0, 0, M] [0, 1, 0] = 0 \quad (15)$$

$$C_j (S_3) = 0 - [0, 0, 0] [0, 0, 1] = M \quad (16)$$

$$C_j (R_1) = +M - [0, 0, M] [0, 0, 1] = 0 \quad (17)$$

$$Z = \Sigma(CB)(RHS) = \{(0, 0, M)(1700, 1000, 300)\} = 300M \quad (18)$$

Step-4 Uji Optimalitas

Dengan fungsi tujuan yaitu Z maks, maka nilai Cj harus ≥ 0 dan semua harus positif. Perhitungan ini belum optimal.

Step-5. Mencari Variabel Masuk Basis (VMB)

Fungsi tujuan yaitu Z maks, maka variabel masuk basis (VMB) dipilih berdasarkan nilai Cj dengan negatif terbesar, yaitu X3.

Step-6 Mencari Variabel Keluar Basis (VKB)

Variabel Keluar Basis (VKB) dipilih berdasarkan basis yang berada pada baris dengan nilai θ min yang terpilih dan mencari θ min dengan rumus:

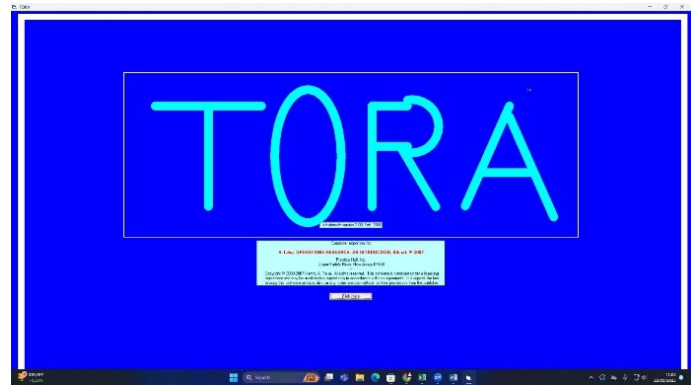
$$\theta \text{ min} = \frac{RHS}{VMB} \quad (19)$$

Sehingga VKB = R1.

Step-7 Operasi Basis Elementer (OBE)

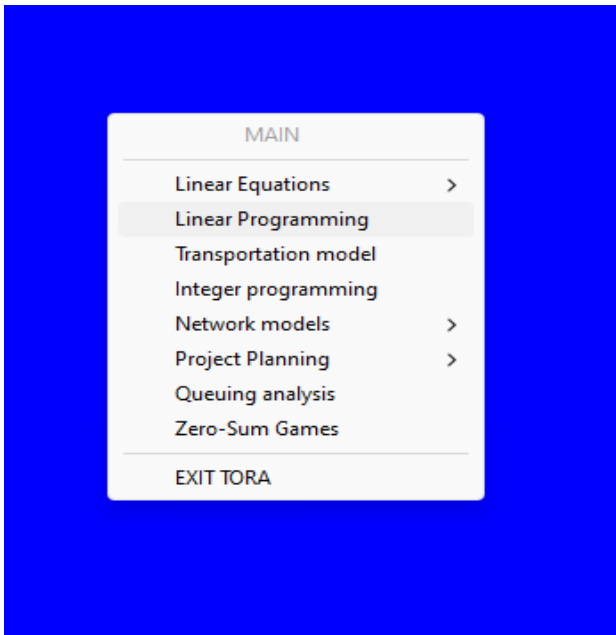
Pada step 7 ini dilakukan uji operasi Basis Elemen (OBE). Uji ini dilakukan karena nilai pada iterasi 1 belum optimal, sehingga perlu untuk melakukan uji OBE ini. Setelah uji OBE, masukkan nilai ke tabel iterasi II hingga hasil tersebut optimal.

Setelah itu dilakukan perhitungan dengan menggunakan software TORA.



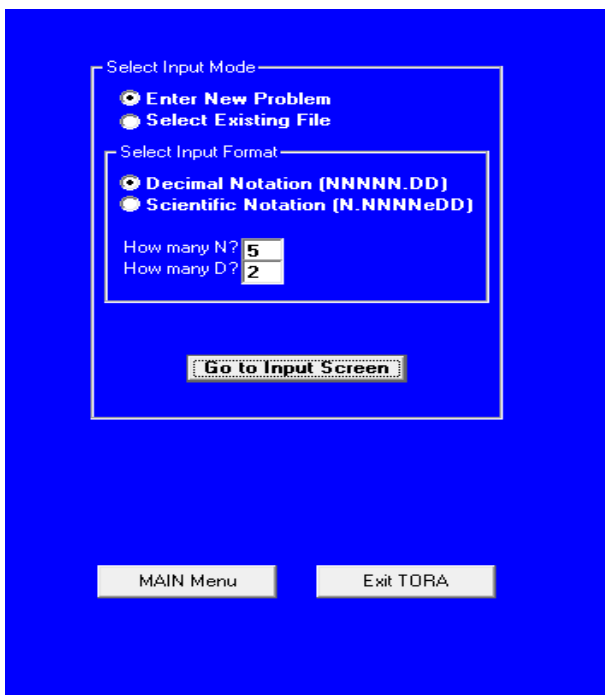
Gambar 2. Tampilan awal TORA

Merupakan tampilan awal pada aplikasi TORA.



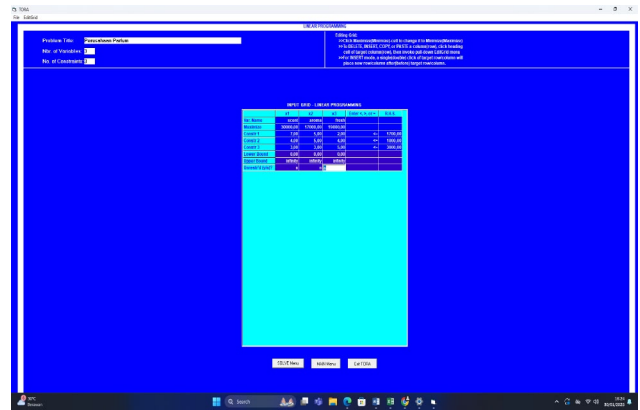
Gambar 3. Opsi Metode

Merupakan tampilan yang ingin dipilih dalam metode Big-M.



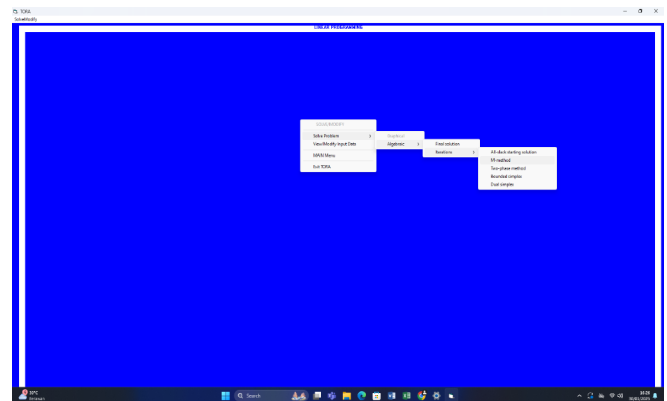
Gambar 4. Tampilan Go to Input

Merupakan tampilan Go to Input, yaitu N sebesar 5 dan D sebanyak 2.



Gambar 5. Menginput Nilai pada TORA

Tampilan saat input nilai sesuai dengan permasalahan yang ada.



Gambar 6. Pilih Metode yang dipilih

Tampilan opsi pemilihan metode yang ingin digunakan yaitu Big-M.



Gambar 7. Tampilan Iterasi

Merupakan tampilan iterasi yang didapatkan. Terdapat 3 iterasi yang dilakukan hingga mendapatkan hasil yang optimal. Dengan X_1 yang didapat sebesar 240000, X_2 sebesar 10000, dan R_1 sebesar 2,230, Z maks yang didapatkan sebesar 7390000,00.

KESIMPULAN

Riset operasi adalah teknik untuk menyelesaikan model program linier, termasuk metode big-M, yang merupakan metode yang digunakan untuk menangani masalah dengan banyak variabel dan batasan. Aplikasi TORA sangat mempermudah penyelesaian program linier metode Big M dengan sangat efisien dan efektif. Sebagai mahasiswa teknik industri, efisiensi dan efektivitas sangat penting untuk produktivitas yang optimal. Perusahaan parfum tersebut dapat menghasilkan profit maksimum sejumlah Rp 7.390.000,00

REFERENSI

- [1] S. Aini, A. Jamiluddin Fikri, R. Septiani Sukandar, F. Saintek, and U. Bina Bangsa, "Optimalisasi Keuntungan Produksi Makanan Menggunakan Pemrograman Linier Melalui Metode Simpleks," 2021.
- [2] R. Susanti, "Studi Literatur Analisis Kemampuan Literasi Matematika Siswa Pada Materi Program Linear," vol. 1, no. 1, 2024.
- [3] S. Aprilyanti, "Optimasi Keuntungan Produksi Pada Industri Kayu Pt . Indopal Harapan Murni Menggunakan Linear," Pasti, vol. XIII, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [4] Andri Febriansyah and Jufri, "E-Modul Riset Operasi Materi Metode Simpleks Mahasiswa Pendidikan Teknologi Informasi (PTI) Universitas Rokania," J. Mediat., vol. 7, no. 2, pp. 15–20, 2024.
- [5] N. Aini, S. Sinurat, and S. A. Hutabarat, "Penerapan Metode Simple Moving Average Untuk Memprediksi Hasil Laba Laundry Karpas Pada CV. Homecare," JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer), vol. 5, no. 2, pp. 167–175, 2018.
- [6] L. M. Harahap et al., "Perkembangan Riset Operasi Dan Modelnya," vol. 2, no. 6, pp. 603–611, 2024.
- [7] H. S. Sri et al., "Pelatihan Program Linier Metode Grafik Dengan Software Tora Untuk Guru-Guru Smp Kabupaten Sukoharjo," vol. 3, pp. 58–69, 2023.
- [8] R. T. Damian, S. N. Shofa, K. Y. Tandean, D. A. Hernanda, A. Agusetiawan, and E. Yuliawati, "Penerapan Model Program Linier untuk Memaksimalkan Profit Toko Oleh-Oleh Khas Surabaya Honest," Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan III (SENASTITAN III), pp. 1-8, 2023.
- [9] N. Fadhilah, B. Prihandono, and Y. Yudhi, "Modifikasi Metode Big-M dan Analisis Sensitivitasnya untuk Optimasi Produksi Usaha Kecil Menengah," Euler J. Ilm. Mat. Sains dan Teknol., vol. 11, no. 2, pp. 293-305, 2023.
- [10] H. Sasmita, "Implementasi untuk Optimasi Biaya Produksi dan Target Penjualan (Toko Roti Tiga Bintang) Menggunakan Metode Goal Programming," KERNEL: Jurnal Riset Inovasi Bidang Informatika dan Pendidikan Informatika, vol. 1, no. 1, pp. 82–93, 2021.
- [11] H. A. Taha, Operations Research: An Introduction, 10th ed. Boston: Pearson, 2017.
- [12] N. Nurhasanah et al., Program Linier Teori dan Aplikasinya. Jogjakarta : KBM Indonesia, 2023.