



Pemodelan Matematika Penentuan Komposisi Gizi Menu Makan Bergizi Gratis untuk Siswa Sekolah Dasar dengan Metode Simpleks

Susila Bahri¹, Vino Raditio Wibowo¹, Alvi Khairin Nisa¹, Assyfa Razaqi¹, Mauriska Khairunnisa¹, Rini Zulkarman¹, Ahmad Naufal Hibatullah¹

¹ Matematika dan Sains Data, FMIPA, Universitas Andalas, Padang

susilabahri@sci.unand.ac.id

Abstract

To address the issue of nutritional deficiencies among Indonesian children, the government implemented a Free Nutritious Meals (MBG) program that meets 30% of the Recommended Nutrient Intake (RNI) for one meal with five food combinations determined by the Ministry of Health. Research aims to determine the composition of the five food combinations and produce the minimum cost of MBG by constructing a linear programming mathematical model. The budget rules set by the government, along with the required amount of nutrition, were calculated as constraints in the mathematical model. The model, which minimizes the objective function subject to 11 nutritional constraints and one budget constraint, as well as non-negative sign restrictions, was solved using the Simplex Method. The model solution, obtained through several iterations for each combination, was generated using AtoZmath software. The results show that the cost of each combination meets the budget rules, and the minimum cost is in combination 1. Additionally, to ensure the budget costs in combinations 2-5 comply with the budget rules, fruit is excluded from the composition of these combinations.

Keywords: Malnutrition, Free Nutritious Meals, Simplex Method, Nutrient Adequacy Rates, AtoZmath

Abstrak

Untuk menyelesaikan masalah kurangnya asupan gizi pada anak Indonesia, pemerintah melaksanakan program Makan Bergizi Gratis (MBG) yang sesuai dengan 30% Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk satu kali makan dengan 5 kombinasi makanan yang ditetapkan Kementerian Kesehatan. Penelitian yang bertujuan untuk menentukan komposisi dari 5 jenis kombinasi makanan tersebut yang dapat menghasilkan biaya minimum MBG, dilakukan dengan mengkonstruksi model matematika program linier. Aturan anggaran yang ditetapkan pemerintah dan jumlah gizi yang mesti dipenuhi, diperhitungkan sebagai kendala pada model matematika tersebut. Model yang meminimisasi fungsi objektif dengan 11 kendala gizi dan 1 kendala anggaran serta batasan tanda non negatif tersebut diselesaikan dengan Metode Simpleks. Solusi model dengan beberapa kali iterasi pada tiap kombinasi, diperoleh melalui penggunaan perangkat lunak AtoZmath. Hasil menunjukkan bahwa biaya tiap kombinasi telah memenuhi aturan anggaran dan biaya minimum diperoleh pada kombinasi 1. Selain itu, agar anggaran biaya pada kombinasi 2-5 dapat memenuhi aturan anggaran, maka buah tidak termasuk dalam komposisi pada kombinasi tersebut.

Kata Kunci: Kekurangan Gizi, Makan Bergizi Gratis, Metode Simpleks, Angka Kecukupan Gizi, AtoZmath

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, kekurangan gizi pada anak menjadi adalah masalah signifikan. Kondisi stunting, berat badan rendah dan anak sangat kurus (wasting) terus memengaruhi anak usia balita (UNICEF, 2020). Anak-anak yang mendapatkan asupan gizi yang cukup, memiliki tingkat konsentrasi lebih tinggi, prestasi akademik yang lebih baik, serta tingkat kehadiran yang lebih stabil di sekolah. Sebaliknya, kurangnya asupan gizi dapat menyebabkan masalah kognitif jangka panjang, seperti keterlambatan perkembangan mental dan rendahnya kapasitas berpikir kritis (Grantham McGregor et al., 2007). Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah mengambil kebijakan Makan Bergizi Gratis (MBG) yang berorientasi pada pendidikan (Prabowo, 2024). Di Amerika Serikat, program serupa yaitu *National School Lunch Program* telah terbukti mengurangi tingkat malnutrisi dan meningkatkan performa belajar siswa (Gundersen et al., 2012).

Meskipun program MBG di banyak negara telah menunjukkan manfaat signifikan, namun di Indonesia, tantangan dalam pelaksanaan dan keberlanjutan program tersebut masih memerlukan perhatian (Saptati, 2025). Optimalisasi kecukupan gizi melalui program MBG di sekolah, diperlukan untuk memastikan bahwa anak-anak mendapatkan asupan nutrisi yang cukup dan berkualitas untuk mendukung pertumbuhan, perkembangan, serta prestasi belajar mereka (Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Vokasi Gizi Indonesia, 2025). Optimalisasi yang diinisiasi oleh Presiden Prabowo Subianto tersebut, dilakukan dengan cara menetapkan dan menerapkan beberapa kombinasi menu makanan yang disusun oleh Kementerian Kesehatan pada Pedoman Standar Gizi Program Makan Bergizi Gratis (Kemenkes, 2025).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengaplikasikan pendekatan optimasi yang serupa, namun dengan fokus sasaran yang berbeda. Prabowo (2016) dalam penelitiannya menggunakan metode simpleks untuk mengoptimalkan biaya pemenuhan gizi pada orang dewasa, yang memiliki karakteristik kebutuhan dan batasan gizi yang berbeda dengan anak sekolah. Sementara itu, Makbul et al. (2023) dalam penelitiannya lebih menekankan pada penyesuaian model optimasi dengan cara memilih bahan makanan yang biasa dikonsumsi anak usia sekolah di Desa Babakan. Febriani et al. (2022) juga telah melakukan penelitian tentang pemenuhan asupan kebutuhan gizi makanan anak usia sekolah dengan cara memilih kombinasi secara acak pada daftar komposisi bahan makanan (Kemenkes, 2018).

Berbeda dengan para peneliti sebelumnya, pada penelitian ini, yang menjadi masalah adalah bagaimana mengoptimalkan kecukupan gizi sehingga syarat Angka Kecukupan Gizi (AKG) 30% yang ditetapkan Kemenkes dengan batas anggaran sekali makan Rp.10.000/ porsi dapat dipenuhi. Karena penelitian menentukan biaya paling minimum dari beberapa kombinasi menu MBG, maka penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi pemerintah dalam pengelolaan program MBG.

2. METODE PENELITIAN

Pertama kali, pengumpulan data kandungan gizi dari Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017, data Angka Kecukupan Gizi (AKG) pada Permenkes No. 28 Tahun 2019, data harga bahan pangan 2025 hasil observasi langsung dari platform e-commerce Blibli serta penelusuran harga pasar secara daring melalui Rak Sayur Padang, Pasar Segar Online, dan Toko Daring Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, dilakukan. Kemudian lima kombinasi yang terdiri dari bahan pangan, yang pada umumnya tersedia di Indonesia dipilih untuk dianalisa (Kemenkes, 2024). Selanjutnya, dikonstruksi model program linier untuk setiap kombinasi menu MBG dengan mendefinisikan variabel keputusan x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 sebagai berikut:

x_1 = jumlah makanan pokok per gram yang akan dimasak

x_2 = jumlah sayur per gram yang akan dimasak

x_3 = jumlah lauk nabati per gram yang akan dimasak

x_4 = jumlah lauk hewani per gram yang akan dimasak

x_5 = jumlah buah per gram yang akan dikonsumsi

Pada tahap berikutnya, dikonstruksi fungsi tujuan yang meminimisasi anggaran biaya dengan mempertimbangkan harga masing-masing bahan makanan yaitu:

$$\text{Min } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 + c_5x_5$$

dengan c_i adalah harga per gram bahan makanan. Kemudian, kendala model ditetapkan berdasarkan pemenuhan kebutuhan minimal 11 jenis zat gizi serta batasan anggaran. Selanjutnya, karena nilai tiap variabel bernilai positif, maka batasan tanda $x_i \geq 0$. Pada tahap akhir, solusi model program linier tersebut ditentukan dengan Metode Simpleks melalui bantuan AtoZmath sehingga diperoleh kombinasi menu paling efisien dengan biaya terendah untuk program MBG.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Minimisasi Biaya Kecukupan Gizi MBG

3.1.1. Kontruksi Fungsi Objektif

Data harga pasar dari unsur makanan tertentu tersedia secara daring pada salah satu sumber data, sedangkan data harga lain hanya tersedia pada sumber lainnya. Berikut dinyatakan beberapa kombinasi makanan beserta variabelnya seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Makanan dan Variabelnya

No	Kombinasi MBG				
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5

1	Beras	Buncis	Tahu	Ayam	Pisang raja
2	Buncis	Bayam	Tempe	Ayam	Pisang ambon
3	Tahu	Wortel	Tahu	Telur	Semangka
4	Ayam	Kangkung	Tahu	Ayam	Pepaya
5	Pisang raja	Bayam	Tempe	Telur	Pisang ambon

Kombinasi 1

Karena harga pada unsur-unsur makanan yang ada pada beras, buncis, tahu, ayam dan pisang raja berturut-turut adalah Rp.10, Rp.10.9, Rp.12, Rp.40, Rp.11 dalam gram, maka fungsi objektif untuk kombinasi MBG tersebut adalah:

$$\text{Min } Z = 10x_1 + 10.9x_2 + 12x_3 + 40x_4 + 11x_5$$

3.1.2 Konstruksi Kendala

Yang menjadi kendala pada penelitian ini untuk semua kombinasi adalah jumlah kalori, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, folat, besi, Vit A, Vit B1, Vit C, dan jumlah serat yang mesti dipenuhi untuk kecukupan gizi para siswa SD.

Dengan menggunakan data dari Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017, maka model matematika untuk kombinasi MBG 1 adalah :

$$\begin{aligned} 3.53x_1 + 0.34x_2 + 0.80x_3 + 2.98x_4 + 1.20x_5 &\geq 495 && (\text{kendala kalori}) \\ 0.07x_1 + 0.024x_2 + 0.109x_3 + 0.182x_4 + 0.012x_5 &\geq 12 && (\text{kendala protein}) \\ 0.05x_1 + 0.003x_2 + 0.047x_3 + 0.25x_4 + 0.002x_5 &\geq 16.5 && (\text{kendala lemak}) \\ 0.8x_1 + 0.072x_2 + 0.008x_3 + 0x_4 + 0.318x_5 &\geq 75 && (\text{kendala karbo}) \\ 0.05x_1 + 1.01x_2 + 2.23x_3 + 0.14x_4 + 0.1x_5 &\geq 300 && (\text{kendala kalsium}) \\ 0.182x_1 + 0.33x_2 + 0.2213x_3 + 5.9123x_4 + 0.22x_5 &\geq 120 && (\text{kendala folat}) \\ 0.08x_1 + 0.007x_2 + 0.034x_3 + 0.015x_4 + 0.008x_5 &\geq 3 && (\text{kendala besi}) \\ 2.45x_4 &\geq 150 && (\text{kendala Vit A}) \\ 0.0012x_1 + 0.0005x_2 + 0.0001x_3 + 0.0008x_4 + 0.0006x_5 &\geq 0.27 && (\text{kendala Vit B1}) \\ 0.11x_2 + 0.1x_5 &\geq 13.5 && (\text{kendala Vit C}) \\ 0.024x_1 + 0.019x_2 + 0.001x_3 + 0.53x_5 &\geq 8.4 && (\text{kendala serat}) \end{aligned}$$

Selain itu, menurut Ibrahim (2025), anggaran untuk satu porsi MBG adalah Rp. 10.000,00. Karenanya kendala untuk setiap kombinasi di tambahkan dengan kendala berikut:

$$10x_1 + 10.9x_2 + 12x_3 + 40x_4 + 11x_5 \leq 10000 \quad (\text{kendala biaya})$$

Makanan pokok, sayur, lauk nabati, lauk hewani dan buah tidak mungkin negatif, maka model batasan untuk setiap kombinasi adalah:

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$$

Dengan cara yang sama dengan model program linier kombinasi MBG 1, maka model kombinasi MBG 2, 3, 4, dan 5 adalah:

Kombinasi 2

Minimumkan

kendala:

$$\begin{aligned} Z &= 10x_1 + 7.5x_2 + 17x_3 + 40x_4 + 15x_5 \\ 3.53x_1 + 0.16x_2 + 1.5x_3 + 2.98x_4 + 1.08x_5 &\geq 495 \\ 0.07x_1 + 0.009x_2 + 0.14x_3 + 0.182x_4 + 0.01x_5 &\geq 12 \\ 0.05x_1 + 0.004x_2 + 0.077x_3 + 0.25x_4 + 0.008x_5 &\geq 16.5 \\ 0.8x_1 + 0.029x_2 + 0.091x_3 + 0x_4 + 0.243x_5 &\geq 75 \\ 0.05x_1 + 1.66x_2 + 5.17x_3 + 0.14x_4 + 0.2x_5 &\geq 300 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&0.182x_1 + 1.461x_2 + 0.21x_3 + 5.9123x_4 + 0.225x_5 \geq 120 \\
&0.08x_1 + 0.035x_2 + 0.015x_3 + 0.015x_4 + 0.002x_5 \geq 3 \\
&2.45x_4 \geq 150 \\
&0.0012x_1 + 0.0004x_2 + 0.0017x_3 + 0.0008x_4 + 0.0005x_5 \geq 0.27 \\
&0.41x_2 + 0.09x_5 \geq 13.5 \\
&0.024x_1 + 0.007x_2 + 0.014x_3 + 0.019x_5 \geq 8.4 \\
&10x_1 + 7.5x_2 + 17x_3 + 40x_4 + 15x_5 \leq 10000 \\
&x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0
\end{aligned}$$

Kombinasi 3

Minimumkan
kendala:

$$\begin{aligned}
Z &= 24.6x_1 + 11.6x_2 + 12x_3 + 18x_4 + 12x_5 \\
&3.48x_1 + 0.36x_2 + 0.8x_3 + 1.54x_4 + 0.23x_5 \geq 495 \\
&0.047x_1 + 0.01x_2 + 0.109x_3 + 0.124x_4 + 0.005x_5 \geq 12 \\
&0.001x_1 + 0.006x_2 + 0.047x_3 + 0.108x_4 + 0.002x_5 \geq 16.5 \\
&0.821x_1 + 0.079x_2 + 0.008x_3 + 0.007x_4 + 0.069x_5 \geq 75 \\
&0.06x_1 + 0.45x_2 + 2.23x_3 + 0.86x_4 + 0.07x_5 \geq 300 \\
&0.19x_2 + 0.2213x_3 + 0.44x_4 + 0.03x_5 \geq 120 \\
&0.018x_1 + 0.01x_2 + 0.034x_3 + 0.03x_4 + 0.002x_5 \geq 3 \\
&0.61x_4 \geq 150 \\
&0.0004x_2 + 0.0001x_3 + 0.0012x_4 + 0.0005x_5 \geq 0.27 \\
&0.18x_2 + 0.06x_5 \geq 13.5 \\
&0.012x_1 + 0.1x_2 + 0.001x_3 + 0.004x_5 \geq 8.4 \\
&24.6x_1 + 11.6x_2 + 12x_3 + 18x_4 + 12x_5 \leq 10000 \\
&x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0
\end{aligned}$$

Kombinasi 4

Minimumkan
kendala:

$$\begin{aligned}
Z &= 24.6x_1 + 6x_2 + 12x_3 + 40x_4 + 8.5x_5 \\
&3.48x_1 + 0.28x_2 + 0.8x_3 + 2.98x_4 + 0.46x_5 \geq 495 \\
&0.047x_1 + 0.034x_2 + 0.109x_3 + 0.182x_4 + 0.005x_5 \geq 12 \\
&0.001x_1 + 0.007x_2 + 0.047x_3 + 0.25x_4 + 0.12x_5 \geq 16.5 \\
&0.821x_1 + 0.039x_2 + 0.008x_3 + 0x_4 + 0.122x_5 \geq 75 \\
&0.06x_1 + 0.67x_2 + 2.23x_3 + 0.14x_4 + 0.23x_5 \geq 300 \\
&0.57x_2 + 0.2213x_3 + 5.9123x_4 + 0.37x_5 \geq 120 \\
&0.018x_1 + 0.23x_2 + 0.034x_3 + 0.015x_4 + 0.017x_5 \geq 3 \\
&2.45x_4 \geq 150 \\
&0.0007x_2 + 0.0001x_3 + 0.0008x_4 + 0.0004x_5 \geq 0.27 \\
&0.17x_2 + 0.78x_5 \geq 13.5 \\
&0.012x_1 + 0.02x_2 + 0.001x_3 + 0.016x_5 \geq 8.4 \\
&24.6x_1 + 6x_2 + 12x_3 + 40x_4 + 8.5x_5 \leq 10000 \\
&x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0
\end{aligned}$$

Kombinasi 5

Minimumkan
kendala:

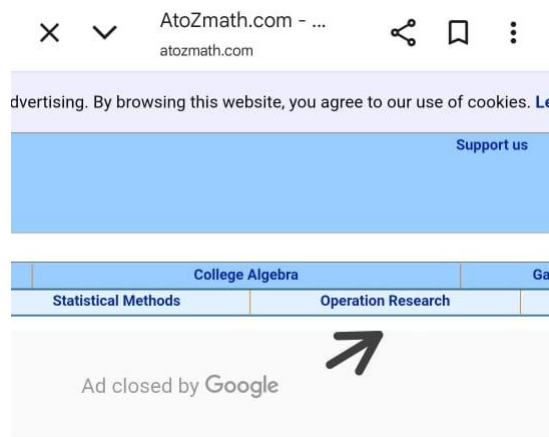
$$\begin{aligned}
Z &= 10x_1 + 7.5x_2 + 17x_3 + 18x_4 + 15x_5 \\
&3.53x_1 + 0.16x_2 + 1.5x_3 + 1.54x_4 + 1.08x_5 \geq 495 \\
&0.07x_1 + 0.009x_2 + 0.14x_3 + 0.124x_4 + 0.01x_5 \geq 12 \\
&0.05x_1 + 0.004x_2 + 0.077x_3 + 0.108x_4 + 0.008x_5 \geq 16.5 \\
&0.8x_1 + 0.029x_2 + 0.091x_3 + 0.007x_4 + 0.243x_5 \geq 75 \\
&0.05x_1 + 1.66x_2 + 5.17x_3 + 0.86x_4 + 0.2x_5 \geq 300 \\
&0.182x_1 + 1.461x_2 + 0.21x_3 + 0.44x_4 + 0.225x_5 \geq 120 \\
&0.08x_1 + 0.035x_2 + 0.015x_3 + 0.03x_4 + 0.002x_5 \geq 3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 0.61x_4 &\geq 150 \\
 0.0012x_1 + 0.0004x_2 + 0.0017x_3 + 0.0012x_4 + 0.0005x_5 &\geq 0.27 \\
 0.41x_2 + 0.09x_5 &\geq 13.5 \\
 0.024x_1 + 0.007x_2 + 0.014x_3 + 0.019x_5 &\geq 8.4 \\
 10x_1 + 7.5x_2 + 17x_3 + 18x_4 + 15x_5 &\leq 10000 \\
 x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 &\geq 0
 \end{aligned}$$

3.1.3 Penyelesaian dan Solusi Model Minimisasi Biaya MBG dengan Metode Simpleks

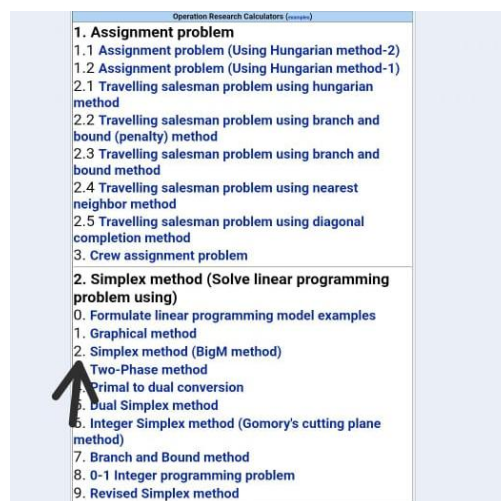
Solusi model program linier untuk 5 kombinasi tersebut dapat diselesaikan dengan metode simpleks yang ada pada software AtoZmath. Penentuan solusi model yang linear masalah MBG dengan AtoZmath adalah.

1. Masuk ke website AtoZmath (AtoZmath.com)
2. Klik menu Operation Research di bagian atas tampilan web



Gambar 1. Tampilan Utama Web AtoZmath

3. Pilih dan klik Simplex Method



Gambar 2. Tampilan Pilihan Metode Pada AtoZmath

4. Tetapkan variabel dan kendala. Kemudian klik generate untuk memunculkan tempat pengisian masing-masing variabel dan kendala. Selanjutnya, karena masalah adalah minimisasi maka pilih Min Z dan input satu persatu variabel dan kendalanya.

Solve the Linear programming problem using Simplex method calculator

Type your linear programming problem

$$\begin{aligned}
 &0.0012x_1 + 0.0005x_2 + 0.0001x_3 + 0.0008x_4 + 0.0006x_5 \geq 0.27 \\
 &0.11x_1 + 0.1x_5 \geq 13.5 \\
 &0.024x_1 + 0.019x_2 + 0.001x_3 + 0.53x_5 \geq 8.4 \\
 &10x_1 + 10.9x_2 + 12x_3 + 40x_4 + 11x_5 \leq 10000 \\
 &\text{and } x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0
 \end{aligned}$$

OR

Total Variables : 5 Total Constraints : 12

Min ☐ Z = 10 ☐ X₁ + 10.9 ☐ X₂ + 12 ☐ X₃ + 40 ☐ X₄ + 11 ☐ X₅

Subject to constraints

3.53	X ₁	+	0.34	X ₂	+	0.80	X ₃	+	2.98	X ₄	+	1.20	X ₅	495
0.07	X ₁	+	0.024	X ₂	+	0.109	X ₃	+	0.182	X ₄	+	0.012	X ₅	12
0.05	X ₁	+	0.003	X ₂	+	0.047	X ₃	+	0.25	X ₄	+	0.002	X ₅	16.5
0.8	X ₁	+	0.072	X ₂	+	0.008	X ₃	+	0	X ₄	+	0.318	X ₅	75
0.05	X ₁	+	1.01	X ₂	+	2.23	X ₃	+	0.14	X ₄	+	0.1	X ₅	300
0.182	X ₁	+	0.33	X ₂	+	0.2213	X ₃	+	5.9123	X ₄	+	0.22	X ₅	120
0.08	X ₁	+	0.007	X ₂	+	0.034	X ₃	+	0.015	X ₄	+	0.008	X ₅	3
0	X ₁	+	0	X ₂	+	0	X ₃	+	2.45	X ₄	+	0	X ₅	150
0.0012	X ₁	+	0.0005	X ₂	+	0.0001	X ₃	+	0.0008	X ₄	+	0.0006	X ₅	0.27
0	X ₁	+	0.11	X ₂	+	0	X ₃	+	0	X ₄	+	0.1	X ₅	13.5
0.024	X ₁	+	0.019	X ₂	+	0.001	X ₃	+	0	X ₄	+	0.53	X ₅	8.4
10	X ₁	+	10.9	X ₂	+	12	X ₃	+	40	X ₄	+	11	X ₅	10000

and x₁, x₂, x₃, x₄, x₅ ☐ >= 0 and unrestricted in sign ☐ x₁, ☐ x₂, ☐ x₃, ☐ x₄, ☐ x₅

Gambar 3. Tampilan Menu Penetapan Total Variabel dan Kendala

OR

Total Variables : 5 Total Constraints : 12

Max ☐ Z = 10 ☐ X₁ + 10.9 ☐ X₂ + 12 ☐ X₃ + 40 ☐ X₄ + 11 ☐ X₅

Subject to constraints

3.53	X ₁	+	0.34	X ₂	+	0.80	X ₃	+	2.98	X ₄	+	1.20	X ₅	495
0.07	X ₁	+	0.024	X ₂	+	0.109	X ₃	+	0.182	X ₄	+	0.012	X ₅	12
0.05	X ₁	+	0.003	X ₂	+	0.047	X ₃	+	0.25	X ₄	+	0.002	X ₅	16.5
0.8	X ₁	+	0.072	X ₂	+	0.008	X ₃	+	0	X ₄	+	0.318	X ₅	75
0.05	X ₁	+	1.01	X ₂	+	2.23	X ₃	+	0.14	X ₄	+	0.1	X ₅	300
0.182	X ₁	+	0.33	X ₂	+	0.2213	X ₃	+	5.9123	X ₄	+	0.22	X ₅	120
0.08	X ₁	+	0.007	X ₂	+	0.034	X ₃	+	0.015	X ₄	+	0.008	X ₅	3
0	X ₁	+	0	X ₂	+	0	X ₃	+	2.45	X ₄	+	0	X ₅	150
0.0012	X ₁	+	0.0005	X ₂	+	0.0001	X ₃	+	0.0008	X ₄	+	0.0006	X ₅	0.27
0	X ₁	+	0.11	X ₂	+	0	X ₃	+	0	X ₄	+	0.1	X ₅	13.5
0.024	X ₁	+	0.019	X ₂	+	0.001	X ₃	+	0	X ₄	+	0.53	X ₅	8.4
10	X ₁	+	10.9	X ₂	+	12	X ₃	+	40	X ₄	+	11	X ₅	10000

and x₁, x₂, x₃, x₄, x₅ ☐ >= 0 and unrestricted in sign ☐ x₁, ☐ x₂, ☐ x₃, ☐ x₄, ☐ x₅

Gambar 4. Tampilan Menu Inputan pada AtoZmath

5. Klik Find untuk menampilkan output.

OR

Total Variables : Total Constraints :

$Z = 10 \quad X_1 + 10.9 \quad X_2 + 12 \quad X_3 + 40 \quad X_4 + 11 \quad X_5$

Subject to constraints

3.53	$X_1 +$	0.34	$X_2 +$	0.80	$X_3 +$	2.98	$X_4 +$	1.20	X_5	≥	495
0.07	$X_1 +$	0.024	$X_2 +$	0.109	$X_3 +$	0.182	$X_4 +$	0.012	X_5	≥	12
0.05	$X_1 +$	0.003	$X_2 +$	0.047	$X_3 +$	0.25	$X_4 +$	0.002	X_5	≥	16.5
0.8	$X_1 +$	0.072	$X_2 +$	0.008	$X_3 +$	0	$X_4 +$	0.318	X_5	≥	75
0.05	$X_1 +$	1.01	$X_2 +$	2.23	$X_3 +$	0.14	$X_4 +$	0.1	X_5	≥	300
0.182	$X_1 +$	0.33	$X_2 +$	0.2213	$X_3 +$	5.9123	$X_4 +$	0.22	X_5	≥	120
0.08	$X_1 +$	0.007	$X_2 +$	0.034	$X_3 +$	0.015	$X_4 +$	0.008	X_5	≥	3
0	$X_1 +$	0	$X_2 +$	0	$X_3 +$	2.45	$X_4 +$	0	X_5	≥	150
0.0012	$X_1 +$	0.0005	$X_2 +$	0.0001	$X_3 +$	0.0008	$X_4 +$	0.0006	X_5	≥	0.27
0	$X_1 +$	0.11	$X_2 +$	0	$X_3 +$	0	$X_4 +$	0.1	X_5	≥	13.5
0.024	$X_1 +$	0.019	$X_2 +$	0.001	$X_3 +$	0	$X_4 +$	0.53	X_5	≥	8.4
10	$X_1 +$	10.9	$X_2 +$	12	$X_3 +$	40	$X_4 +$	11	X_5	≤	10000

and $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$ and unrestricted in sign ☐ x_1 , ☐ x_2 , ☐ x_3 , ☐ x_4 , ☐ x_5

Display solution steps in :

☐ Solve after converting Min function to Max function

In Iteration table, calculate $Z_j - C_j$ or $C_j - Z_j$:

Gambar 5. Tampilan Pilihan Find

[illegible]

Gambar 6. Output Iterasi 1 untuk kombinasi MBG 1

Iteration-14		C _J	10	10.9	12	40	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MinRate
S	C _B	X _B	x ₁ ,x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂		
B	0	231.4369	0	0	0	0	0	0	0	-0.0926	1	0	-2.3593	-148.8189	-14.8222	0.0505	0	0		
x ₃	12	74.3947	0	0	1	0	0	0	0	-0.4496	0	0	0.0148	33.2708	4.1024	-0.7269	0	0		
x ₁	0	239.1433	0	0	0	0	0	1	0	-0.2278	0	0	-0.2542	-2906.6425	12.4335	-1.2766	0	0		
S ₇	0	11.4081	0	0	0	0	0	0	0	-0.0123	0	1	0.0162	-66.074	0.3502	-0.004	0	0		
S ₂	0	18.9708	0	0	0	0	0	1	0	-0.0464	0	0	-0.0535	-55.6201	0.4671	-0.0391	0	0		
x ₄	0	61.2245	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-0.4082	0	0	0	0	0		
x ₁	10	126.1465	1	0	0	0	0	0	0	0.0376	0	0	0.2724	-840.8689	3.4256	0.2985	0	0		
S ₃	0	8.974	0	0	0	0	0	0	1	0.0193	0	0	-0.0877	-40.5983	0.3367	-0.0178	0	0		
S ₄	0	36.809	0	0	0	0	0	0	1	0.0262	0	0	0.2148	-662.5052	2.1613	-0.027	0	0		
x ₂	10.9	117.4679	0	1	0	0	0	0	0	0.0008	0	0	0.0116	-35.7227	-9.2441	1.7845	0	0		
x ₅	11	5.7853	0	0	0	0	1	0	0	-0.0009	0	0	-0.0128	39.2949	0.1685	-1.9629	0	0		
S ₁₂	0	4052.7808	0	0	0	0	0	0	0	0.5204	0	0	13.4383	7966.5726	15.422	7.8789	0	0		
Z=5947.2192	Z _J	10	10.9	12	40	11	0	0	0	-0.5204	0	0	-13.4383	-7966.5726	-15.422	-7.8789	0	0		
	Z _{J-C_J}	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5204	0	0	-13.4383	-7966.5726	-15.422	-7.8789	0	0		

Since all $Z_j - C_j \leq 0$

Hence, optimal solution is arrived with value of variables as :

$x_1=126.1465, x_2=117.4679, x_3=74.3947, x_4=61.2245, x_5=5.7853$

Min Z=5947.2192

Gambar 7. Output Iterasi 14 untuk Kombinasi MBG 1

6. Dengan cara yang sama dalam menyelesaikan model kombinasi 2-5, maka diperoleh hasil dari tiap kombinasi yaitu:

Tabel 2. Output Kombinasi MBG 1

X1	126.1465
X2	117.4679
X3	74.3947
X4	61.2245
X5	5.7853
Harga	5947.2192
Iterasi Optimal	14

Tabel 3. Output Kombinasi MBG 2

X1	315.4612
X2	32.9268
X3	42.746
X4	61.2245
X5	0
Harga	6577.2249
Iterasi Optimal	13

Tabel 4. Output Kombinasi MBG 3

X1	81.8207
X2	75
X3	22.3611
X4	245.9016
X5	0
Harga	7577.3526
Iterasi	14
Optimal	

Tabel 5. Output Kombinasi MBG 4

X1	73.3742
X2	375.176
X3	15.9902
X4	61.2245
X5	0
Harga	6696.9234
Iterasi	15
Optimal	

Tabel 6. Output Kombinasi MBG 5

X1	338.4848
X2	32.9268
X3	3.2769
X4	245.9016
X5	0
Harga	8113.7367
Iterasi	14

Optimal

Berdasarkan hasil optimasi dengan metode simpleks terhadap lima kombinasi MBG untuk memenuhi 30% AKG siswa Sekolah Dasar, diperoleh bahwa Kombinasi 1 (Beras, Buncis, Tahu, Ayam, Pisang Raja) adalah pilihan paling efisien dengan biaya yang dikeluarkan hanya Rp 5.947,2192. Komposisi optimal pada kombinasi 1 yaitu 126,1465 g beras, 117,4679 g buncis, 74,3947 g tahu, 61,2245 g ayam, dan 5,7853 g pisang raja. Kombinasi 2 (Beras, Bayam, Tempe, Ayam, Pisang Ambon) menghasilkan biaya lebih tinggi sebesar Rp 6.577,2249 karena memerlukan porsi beras yang sangat banyak untuk memenuhi kriteria gizi. Kombinasi 3 (Bihun, Wortel, Tahu, Telur, Semangka) menghasilkan biaya sebesar Rp 7.577,3526. Biaya pada kombinasi ini lebih besar disebabkan oleh harga bihun sebagai karbohidrat utama yang relatif tinggi. Sedangkan untuk kombinasi 4 (Bihun, Kangkung, Tahu, Ayam, Pepaya) mengeluarkan biaya per porsi Rp 6.696,92 dengan solusi optimal yang memanfaatkan kangkung dalam jumlah banyak per gram sebagai penyeimbang gizi. Sementara itu, kombinasi 5 (Beras, Bayam, Tempe, Telur, Pisang Ambon) menjadi yang termahal dengan biaya Rp 8.113,7367, menunjukkan ketidakefisienan dalam kombinasi bahan-bahan tersebut. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa Kombinasi 1 adalah kombinasi terbaik karena memberikan biaya paling minimum.

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa komposisi pada kombinasi 1 selain dapat memenuhi 30% AKG yang sesuai standar Pedoman MBG juga menghasilkan biaya yang paling optimal (minimum) yaitu Rp 5.947,2192. Selain itu, untuk memenuhi aturan anggaran maksimum Rp.10.000 yang ditetapkan pemerintah, maka tanpa mengabaikan AKG pada kombinasi 2-5 buah tidak digunakan dalam tiap kombinasi tersebut.

5. REKOMENDASI

Dari hasil penelitian ini, secara matematika dapat dibuktikan bahwa kombinasi menu yang tersedia telah memenuhi AKG dan batas anggaran, sehingga kombinasi-kombinasi dalam program MBG tersebut perlu dilanjutkan Pemerintah di masa datang.

6. REFERENSI

- Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Vokasi Gizi Indonesia (AIPVOGI). (2025). Mengenal Makan Bergizi Gratis (MBG) di Satuan Pendidikan. Diambil dari AIPVOGI: <https://aipvogi.org/mengenal-makan-bergizi-gratis-mbg-di-satuan-pendidikan/>
- Blibli. (2025). Bihun jagung Mie Bi-Jag 300 gr (Rak Sayur Padang). <https://www.blibli.com/p/bihun-jagung-mie-bi-jag-300gr-rak-sayur-padang/ps--RAS-70854-00036>
- Febriani, E., Aden, A., & Ilmadi, I. (2022). Optimalisasi biaya minimum dalam pemenuhan asupan kebutuhan gizi makanan anak usia sekolah dengan metode

- simpleks. *Journal of Mathematics and Statistics*, 4(1), 36–41. <https://doi.org/10.55719/mv.v4i1.353>
- Gundersen, C., Kreider, B., & Pepper, J. (2012). The impact of the National School Lunch Program on child health: A nonparametric bounds analysis. *Journal of Econometrics*, 166(1), 79–91. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2011.06.007>
- Grantham-McGregor, S., Cheung, Y. B., Cueto, S., Glewwe, P., Richter, L., & Strupp, B. (2007). Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *The Lancet*, 369(9555), 60–70. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60032-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60032-4)
- Ibrahim, A. (2025, Oktober 1). Anggaran tembus Rp71 T, berapa jatah MBG per porsi? CNN Indonesia. <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20251001112320-92-1279657/anggaran-tembus-rp71-t-berapa-jatah-mbg-per-porsi>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). Laporan nasional riset kesehatan dasar (Riskesdas) 2018. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). *Standar Gizi dan Makanan Program Makan Bergizi Gratis*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah. (2025). Produk: Pisang Ambon LRYVR (16_-19492). Toko Daring LKPP. https://tokodaring.lkpp.go.id/produk/detail?id=16_-pisang-ambon-lryvr_-19492&ppmse=Gratis%20Ongkir
- Makbul, R. F., Machfud, E. F. K., & Dina, R. A. (2023). Optimalisasi biaya konsumsi pangan pada anak usia sekolah (6-12 tahun) di Desa Babakan, Bogor. *Jurnal Gizi dan Dietetik*, 2(2), 83-88. <https://doi.org/10.25182/jigd.2023.2.2.83-88>
- Prabowo, Akbar Hakim. (2016). Optimasi Biaya Pemenuhan Gizi dan Nutrisi pada Orang Dewasa Menggunakan Metode Simpleks Big-M. Skripsi, Universitas Brawijaya, Malang.
- Presiden Republik Indonesia. (2024). Program Makan Bergizi Gratis adalah Investasi untuk Masa Depan Bangsa. Siaran Pers Sekretariat Presiden. Diakses dari <https://www.presidentri.go.id/siaran-pers/president-prabowo-program-makan-bergizi-gratis-adalah-investasi-untuk-masa-depan-bangsa/>
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi. (2017). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Rak Sayur Padang. (2025). Harga Bahan Pangan Lokal di Pasar Segar Online. <https://raksayurpadang.co.id>
- Saptati, Reni, D. I. (2025). Pemerintah Salurkan Makan Bergizi Gratis (MBG), Ini Sasaran Utama Penerimaannya. Media Keuangan. Diakses dari <https://mediakeuangan.kemenkeu.go.id/article/show/pemerintah-salurkan-makan-bergizi-gratis-mbg-ini-sasaran-utama-penerimaannya>

UNICEF. (2020). *Situasi Anak di Indonesia: Tren, Peluang, dan Tantangan dalam MEMENUHI Hak-hak Anak*. Jakarta: UNICEF.