

# Penerapan Teori Kombinatorial dan Aljabar Boolean dalam Pemilihan Menu Makanan Harian yang Dapat Memenuhi Kebutuhan Nutrisi Harian (Kalori, Protein, Lemak, dan Karbohidrat)

Mesach Harmasendro - 13522117<sup>1</sup>  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
<sup>1</sup>13522117@itb.ac.id

**Abstract**— Di era modern seperti sekarang ini asupan gizi harian yang optimal menjadi sesuatu hal yang perlu untuk diperhatikan. Melalui makalah ini akan ditunjukkan peran dari teori kombinatorial dan aljabar Boolean dalam membantu menyelesaikan permasalahan sehari-hari seperti permasalahan pemilihan menu makanan harian dengan kandungan gizi yang tepat. Dengan pemahaman yang baik akan ilmu matematika diskrit dan informatika, pada makalah ini juga dibuatkan sebuah program sederhana dalam bahasa *python* untuk membantu dalam menyelesaikan permasalahan pemilihan makanan ini. Berdasarkan hasil dari dua studi kasus yang sudah dilakukan bisa dikatakan bahwa program yang sudah dibuat adalah program yang berhasil karena mampu memberikan hasil yang sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Hasil lengkap dari dua studi kasus tersebut bisa dilihat pada isi dari makalah ini. Secara keseluruhan program yang dibuat sudah sangat baik hanya saja program tersebut memiliki kompleksitas waktu yang buruk dan diharapkan masih bisa diperbaiki kedepannya. Makalah ini secara garis besar sudah berhasil menunjukkan bagaimana ilmu matematika diskrit dan juga informatika dapat diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan pemilihan makanan ini.

**Keywords**—kombinatorial, boolean, matematika, diskrit, nutrisi, gizi, makanan, AKG.

## I. PENDAHULUAN

Di era modern ini, penekanan pada asupan nutrisi yang optimal menjadi topik yang sangat penting, khususnya dalam menjaga kesehatan. Makalah ini, "Penerapan Teori Kombinatorial dan Aljabar Boolean dalam Pemilihan Makanan untuk Memenuhi Kebutuhan Nutrisi Harian", tidak hanya mengeksplorasi penerapan teori kombinatorial dalam pemilihan makanan tetapi juga memperkenalkan peran aljabar Boolean dalam membuat keputusan nutrisi yang tepat. Aljabar Boolean, yang berfokus pada nilai kebenaran dan operasi logis, menawarkan pendekatan yang efektif dalam analisis kombinasi makanan.

Penulis akan menggabungkan prinsip-prinsip aljabar Boolean dengan teori kombinatorial untuk mengevaluasi bagaimana kombinasi makanan dapat dipilih sesuai dengan

kebutuhan gizi, berdasarkan berbagai faktor seperti berat badan, tinggi badan, usia, dan tingkat aktivitas. Pendekatan ini bertujuan untuk menyajikan bagaimana kriteria pemilihan makanan dapat diolah melalui ekspresi Boolean, memfasilitasi pemilihan kombinasi makanan yang tidak hanya memenuhi kebutuhan kalori, tetapi juga proporsi karbohidrat, protein, dan lemak.

Penggunaan aljabar Boolean di sini sangat menarik karena membuka perspektif baru dalam menyusun diet harian. Pendekatan ini memungkinkan aturan-aturan nutrisi dan preferensi diet dipetakan ke dalam struktur logis, memudahkan aplikasi teknologi dalam merekomendasikan pilihan makanan sehat. Dengan menyatukan teori kombinatorial dan aljabar Boolean, makalah ini berusaha menyediakan metode inovatif dalam merencanakan diet yang seimbang dan optimal.

Secara keseluruhan, makalah ini diharapkan tidak hanya menyajikan cara sistematis dan ilmiah dalam menyiapkan pola makan sehat, tetapi juga memperlihatkan bagaimana ilmu matematika dan informatika dapat digunakan secara efektif dalam pengaturan makanan harian sesuai kebutuhan nutrisi.

## II. DASAR TEORI

### A. Kombinatorial

Kombinatorial merupakan cabang ilmu matematika yang digunakan untuk menghitung jumlah penyusunan objek-objek tanpa harus mengenumerasi semua kemungkinan susunannya. Kombinatorial juga bisa diartikan sebagai cabang matematika yang mempelajari cara menghitung, mengatur, dan mengkaji objek-objek diskrit tanpa memperhatikan urutan khusus. Pada skala yang lebih kecil, menetapkan kriteria bisa diuraikan dan dihitung secara manual dengan mudah. Namun, seiring dengan meningkatnya skala dan kompleksitas kriteria yang harus dianalisis, melakukan proses ini dengan tangan akan menjadi semakin sulit. Penggunaan ilmu kombinatorial dapat menjadi solusi untuk mempermudah proses tersebut melalui penerapan prinsip-prinsip khusus dalam mengatasi situasi yang kompleks.

Dalam teori kombinatorial terdapat dua kaidah utama yaitu kaidah perkalian (*rule of product*) dan kaidah penjumlahan (*rule of sum*). Kaidah perkalian dalam teori kombinatorial

digunakan ketika suatu tugas terdiri dari serangkaian langkah yang harus diambil secara berurutan. Kaidah ini menyatakan bahwa jumlah total cara untuk menyelesaikan suatu tugas yang terdiri dari  $k$  langkah adalah hasil perkalian dari jumlah cara untuk setiap langkah tersebut. Secara matematis, jika terdapat  $n$  buah percobaan atau langkah, masing-masing dengan  $p_i$  hasil maka kaidah perkalian dapat dituliskan sebagai berikut:

$$p_1 \times p_2 \times \dots \times p_n$$

Kaidah penjumlahan dalam teori kombinatorial menggambarkan cara menghitung jumlah total cara yang berbeda untuk mencapai suatu tujuan dengan mempertimbangkan pilihan alternatif yang saling eksklusif. Jika suatu tugas dapat diselesaikan dengan cara A atau cara B, tanpa adanya tumpang tindih antara keduanya, maka jumlah total cara adalah jumlah cara A ditambahkan dengan jumlah cara B. Secara matematis, jika terdapat  $n$  buah percobaan atau langkah, masing-masing dengan  $p_i$  hasil maka kaidah penjumlahan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$p_1 + p_2 + \dots + p_n$$

Dalam teori kombinatorial juga dikenal adanya prinsip Inklusi-Eksklusi. Prinsip Inklusi-Eksklusi sendiri merupakan suatu konsep yang digunakan untuk menghitung ukuran gabungan dari himpunan-himpunan dengan cara yang sistematis. Prinsip ini memebrikan metode sistematis untuk menghitung ukuran gabungan dari himpunan-himpunan dengan memperhitungkan tumpang tindih dan mengoreksinya untuk menghindari perhitungan ganda. Prinsip ini sering digunakan dalam pemecahan masalah kombinatorial yang melibatkan banyak himpunan atau kondisi terkait. Secara matematis, jika terdapat himpunan  $A_1, A_2, \dots, A_r$  maka berlaku

$$|A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_r| = [\sum_{i=1}^r |A_i|] - [\sum_{1 \leq i < j \leq r} |A_i \cap A_j|] + [\sum_{1 \leq i < j < k \leq r} |A_i \cap A_j \cap A_k|] + \dots + (-1)^{r-1} |A_1 \cap \dots \cap A_r|.$$

Selain prinsip dan kaidah-kaidah diatas dalam teori kombinatorial juga dikenal dengan adanya istilah permutasi dan kombinasi. Permutasi sendiri adalah jumlah urutan berbeda dari penngaturan objek-objek. Secara matematis, permutasi  $r$  dari  $n$  elemen adalah jumlah kemungkinan urutan  $r$  buah elemn yang dipilih dari  $n$  buah elemen, dengan  $r \leq n$ , yang dalam hal ini, pada setiap kemungkinan urutan tidak ada elemen yang sama. Rumus permutasi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P(n, r) = n(n-1)(n-2)\dots(n-(r-1)) = \frac{n!}{(n-r)!}$$

Kombinasi adalah bentuk khusus dari permutasi. Jika pada permutasi urutan kemunculan diperhitungkan, maka pada kombinasi urutan kemunculan diabaikan. Secara matematis,  $r$  elemen dari  $n$  elemen, atau  $C(n, r)$ , adalah jumlah pemilihan yang tidak terurut  $r$  elemen yang diambil dari  $n$  buah elemen. Rumus dari kombinasi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-(r-1))}{r!} = \frac{n!}{r!(n-r)!} = C(n, r)$$

Selain dua rumus permutasi dan kombinasi di atas terdapat juga rumus permutasi dan kombinasi dalam bentuk umum yang biasa digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan

khusus. Jika terdapat  $n$  buah bola yang mana  $n!$  diantaranya berwarna 1,  $n_2$  bola berwarna 2, ...,  $n_k$  bola berwarna  $k$ , maka rumus permutasi dan kombinasinya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P(n; n_1, n_2, \dots, n_k) = C(n; n_1, n_2, \dots, n_k) = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_k!}$$

Persamaan kombinasi juga memiliki bentuk lain lagi yang digunakan untuk menyelesaikan beberapa kasus-kasus khusus. Kombinasi ini biasa disebut juga sebagai kombinasi dengan pengulangan. Misalkan terdapat  $r$  buah bola berwarna sama dan tersedia  $n$  buah kotak, jika masing-masing kotak boleh lebih dari satu buah bola, maka jumlah cara memasukan bola adalah sebagai berikut:

$$C(n+r-1, r) = C(n+r-1, n-1)$$

Kombinasi juga bisa digunakan untuk menentukan koefisien binomial dari suatu persamaan ponimomial berderajat  $n$ . Persamaan untuk menentukan koefisien binomial adalah sebagai berikut:

$$(x+y)^n = C(n, 0)x^n + C(n, 1)x^{n-1}y + C(n, 2)x^{n-2}y^2 \dots + C(n, k)x^{n-k}y^k + \dots + C(n, n)y^n = \sum_{k=0}^n C(n, k)x^{n-k}y^k$$

Prinsip terakhir yang terdapat dalam teori kombinatorial adalah prinsip sarang burung merpati. Isi dari prinsip ini adalah jika terdapat  $n+1$  atau lebih objek ditempatkan di dalam  $n$  buah kotak, maka paling sedikit terdapat satu kotak yang berisi dua atau lebih objek.

### B. Nutrisi dan Gizi

Menurut *World Health Organization* (WHO) definisi nutrisi adalah kandungan zat gizi yang seseorang peroleh dari sumber makanan dan minuman yang berguna untuk kesehatan dan pembangunan sel tubuh. Nutrisi yang baik, berarti tubuh mendapatkan asupan yang tepat dari makanan sehat dalam kombinasi yang tepat.

Gizi adalah zat makanan pokok yang diperlukan bagi pertumbuhan dan kesehatan tubuh. Gizi seimbang adalah susunan makanan sehari-hari yang mengandung zat gizi dalam jenis dan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tubuh yaitu jenis kelamin, umur dan status kesehatan.

Gizi, yang berasal dari bahasa Arab yaitu "ghizi" atau "ghidza," memiliki arti makanan, sementara nutrisi, kata yang berasal dari bahasa Latin "nutritionem," juga merujuk pada makanan. Meskipun secara etimologis keduanya tak memiliki perbedaan dalam arti, namun dalam penggunaannya, keduanya memiliki fokus yang berbeda. Nutrisi lebih menekankan pada proses pencernaan makanan oleh tubuh, sementara gizi merujuk pada senyawa aktif yang dibutuhkan tubuh untuk menjalankan fungsi normalnya. Dengan demikian, penggunaan kedua kata ini memperlihatkan perbedaan sudut pandang, di mana nutrisi lebih menekankan pada aspek proses pencernaan, sementara gizi lebih menyoroti komponen aktif yang penting bagi fungsi tubuh.

Nutrisi terbagi menjadi beberapa jenis dengan fungsi yang berbeda bagi tubuh. Secara garis besar, jenis nutrisi terbagi atas

dua kategori yaitu makronutrien dan mikronutrien.

Makronutrien adalah nutrisi yang tubuh butuhkan dalam jumlah yang besar, biasanya akan digunakan sebagai sumber energi. Makronutrien terdiri dari 3 hal yaitu karbohidrat, protein, dan juga lemak. Gula, pati, dan juga serat termasuk dalam jenis karbohidrat. Karbohidrat merupakan makronutrien yang paling banyak diperlukan oleh tubuh. Karbohidrat sendiri juga merupakan sumber energi yang paling utama bagi manusia. Protein terdiri dari asam amino, yaitu senyawa organik yang terbentuk secara alami. Asam amino berjumlah 20 dan beberapa diantaranya tidak bisa diproduksi sendiri oleh tubuh dan hanya bisa diperoleh dari makanan. Protein merupakan nutrisi yang paling penting dalam menjaga kestabilan metabolisme tubuh. Protein banyak sekali dibutuhkan di berbagai bagian dari tubuh manusia. Protein berperan dalam pembentukan dan perbaikan jaringan, selain itu protein juga berperan dalam pembentukan enzim, sistem transportasi di dalam tubuh, membantu pembentukan sistem kekebalan tubuh, pemberian energi dan masih banyak lagi. Lemak terdiri dari asam lemak, yang merupakan komponen dasar dari struktur lemak. Ada beberapa jenis lemak, termasuk lemak jenuh, lemak tak jenuh tunggal, dan lemak tak jenuh ganda, yang memiliki karakteristik kimia dan dampak kesehatan yang berbeda. Lemak memiliki fungsi utama sebagai cadangan energi di dalam tubuh. Lemak juga berperan sebagai pelumas sendi dan sangat membantu dalam proses penyerapan vitamin dalam tubuh.

Mikronutrien adalah nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang sedikit. Mikronutrien ini meliputi vitamin dan juga mineral. Meski tubuh memerlukan asupannya dalam jumlah kecil, dampaknya terhadap kesehatan tubuh sangat penting. Sebab, kekurangan asupan dari salah satu mikronutrien dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Contoh mineral yang digunakan oleh tubuh adalah zat besi, kalsium, dan kalium. Contoh vitamin yang diperlukan oleh tubuh adalah vitamin A, vitamin C, dan vitamin K.

### C. Angka Kecukupan Gizi

Angka kecukupan gizi (AKG) adalah suatu nilai yang menunjukkan kebutuhan rata-rata zat gizi tertentu yang harus dipenuhi setiap hari bagi hampir semua orang dengan karakteristik tertentu untuk hidup sehat. Karakteristik tersebut juga sama dengan faktor yang menentukan kebutuhan gizi, yaitu berat badan, tinggi badan, usia, jenis kelamin, tingkat aktivitas fisik, dan kondisi fisiologis. AKG mencakup perhitungan semua gizi yang diperlukan oleh tubuh seperti makronutrien, mikronutrien, dan juga jumlah kalori yang diperlukan oleh seseorang setiap harinya.

Langkah pertama yang perlu dilakukan dalam proses perhitungan AKG adalah menghitung jumlah kalori harian terlebih dahulu. Secara umum, rata-rata pria dewasa membutuhkan sekitar 2500 kalori sehari sedangkan untuk wanita dewasa membutuhkan sekitar 2000 kalori sehari. Jumlah kalori harian juga bisa didapatkan dengan cara menghitung *Basal Metabolic Rate* (BMR) dan kemudian mengkalikannya dengan tingkat aktivitas harian seseorang. Rumus perhitungan BMR akan berbeda untuk pria dan wanita dan juga akan sangat dipengaruhi oleh berat badan, tinggi

badan, dan juga usia. Rumus BMR untuk laki-laki adalah sebagai berikut:

$$BMR = 66,5 + (13,75 \times weight(kg)) + (5,003 \times height(cm)) - (6,75 \times years)$$

Sedangkan rumus BMR untuk wanita adalah sebagai berikut:

$$BMR = 655,1 + (9,563 \times weight(kg)) + (1,850 \times height(cm)) - (4,676 \times years)$$

Hasil perhitungan BMR tersebut kemudian perlu dikalikan dengan angka aktivitas harian rata-rata. Angka ini berkisar antara 1,2 – 1,9 tergantung dari seberapa tinggi aktivitas harian seseorang. Semakin jarang seseorang melakukan aktivitas fisik, semakin rendah pula angka aktivitas hariannya.

Kebutuhan untuk mikronutrien jumlahnya sangat sedikit dan tidak ada rumus pasti dalam perhitungannya. Kebutuhan akan mikronutrien juga cenderung sama untuk semua jenis kelamin, umur, berat badan, maupun tinggi badan. Kementerian kesehatan melalui Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 sudah mengatur kebutuhan akan mikronutrien secara lengkap untuk masing-masing jenis kelamin dengan berbagai macam rentang umur. Sebagai contoh akan diberi data kebutuhan mikronutrien harian untuk laki-laki berumur 19 tahun sebagai berikut: 650 RE Vit A, 15 mcg Vit D, 15 mcg Vit E, 65 mcg Vit K, 1.2 mg Vit B1, 1.3 mg Vit B2, 16 mg Vit B3, 5 mg Vit B5, 1.3 mg Vit B6, 400 mcg Folat, 30 mcg Biotin, 550 mg Kolin, 90 mg Vit C, 1000 mg Kalsium, 700 mg Fosfor, 360 mg Magnesium, 9 mg Besi<sup>2</sup>, 150 mcg Iodium, 11 mg Iodium, 11 mg Seng<sup>3</sup>, 30 mcg Selenium, 2.3 mg Mangan, 4.0 mg Fluor, 36 mcg Kromium, 4700 mg Kalium, 1500 mg Natrium, 2250 mg Klor, dan 90 mcg Tembaga.

Kebutuhan makronutrien harian mencakup kebutuhan akan protein, lemak dan karbohidrat. Kebutuhan protein harian adalah sebesar 10-15% dari kebutuhan kalori total. Kebutuhan lemak harian adalah sebesar 10-25% dari kebutuhan kalori total. Kebutuhan karbohidrat adalah 60-75% dari kebutuhan kalori total. Data kebutuhan makronutrien biasanya akan dituliskan dalam satuan gram. Untuk 1 gram lemak sendiri akan setara dengan 9 kalori, sedangkan untuk protein dan karbohidrat 1 gramnya akan setara dengan 4 kalori. Sama seperti mikronutrien, kebutuhan akan makronutrien juga sudah diatur dan dianjurkan oleh kementerian kesehatan melalui Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019. Berdasarkan peraturan tersebut kebutuhan gizi harian untuk seorang laki-laki berusia 19 tahun dengan berat badan 60 kg dan tinggi badan 168 cm adalah sebagai berikut: 2650 kal, 65 g protein, 75 g lemak, dan 430 karbohidrat.

### D. Aljabar Boolean

Aljabar Boolean merupakan cabang matematika yang menggunakan logika biner untuk menganalisis dan menyatakan hubungan antara pernyataan logika. Aljabar ini dinamai sesuai dengan matematikawan George Boole yang pertama kali memperkenalkannya pada abad ke-19. Dasar dari aljabar

Boolean adalah operasi logika biner yang terdiri dari dua nilai, yaitu benar (true) dan salah (false). Dalam aljabar ini, variabel dan operasi logika digunakan untuk menyusun ekspresi yang mencerminkan hubungan antar pernyataan.

Satu konsep penting dalam aljabar Boolean adalah gerbang logika, yang merupakan elemen dasar dalam perancangan sirkuit logika. Gerbang logika mengimplementasikan operasi dasar seperti AND, OR, dan NOT, yang dapat digunakan untuk menggabungkan dan memanipulasi pernyataan logika. Penerapan aljabar Boolean sangat relevan dalam dunia teknologi informasi dan komputer, di mana digunakan untuk merancang dan memahami perilaku sirkuit digital.

Aljabar Boolean memiliki aplikasi luas dalam pemrograman komputer, perancangan sirkuit digital, dan desain sistem logika. Dalam pemrograman, ekspresi Boolean sering digunakan untuk mengontrol alur program dengan kondisi-kondisi logika. Di sisi lain, perancangan sirkuit digital memanfaatkan aljabar Boolean untuk mengoptimalkan fungsi-fungsi logika dalam bentuk gerbang-gerbang logika. Dengan demikian, pemahaman yang baik terhadap aljabar Boolean menjadi kunci untuk memahami dan mengembangkan teknologi modern yang bergantung pada logika biner dan sirkuit digital.

### III. PENERAPAN MATEMATIKA DISKRIT DALAM PEMILIHAN MAKANAN

#### A. Penerapan Teori Kombinatorial

Teori kombinatorial digunakan untuk mencari semua kombinasi makanan dalam sehari yang mungkin berdasarkan dataset makanan yang dimiliki. Jumlah makanan dalam sehari akan dibatasi pada jumlah 3 – 4 makanan saja. Angka tersebut dipilih dengan alasan bahwa kebanyakan orang hanya makan 3x sehari yaitu pagi, siang, dan malam serta ada tambahan satu makanan untuk snack.. Dengan teori kombinatorial akan dicari semua kemungkinan makanan dalam sehari yang mungkin kemudian data tersebut akan disimpan sehingga bisa untuk dianalisis lebih lanjut.

Misalkan di dalam dataset makanan terdapat 100 jenis makanan. Maka banyak kombinasi makanan untuk 3 jenis makanan dalam sehari adalah  $100 \times 99 \times 98 = 970200$ . Sedangkan banyak kombinasi makanan untuk pilihan 4 jenis makanan dalam sehari ada sebanyak  $100 \times 99 \times 98 \times 97 = 94109400$ . Angka tersebut adalah angka yang cukup besar dan untuk mengetahui jumlah semua kombinasi makanan dalam sehari yang mungkin kita hanya perlu menjumlahkan dua data perhitungan diatas sehingga akan diperoleh jumlah kombinasi makanan sebanyak  $970200 + 94109400 = 95079600$ . Bayangkan jika kalian menghitung kombinasi tersebut secara manual dengan mencocokkan satu persatu jenis makanan maka akan membutuhkan waktu dan tenaga yang sangat banyak. Dengan menggunakan teori kombinatorial perhitungan tersebut dapat dihitung dengan sangat mudah dan cepat.

Dari sekian banyak kombinasi makanan yang terbentuk tidak semua kombinasi akan memenuhi syarat kecukupan gizi harian seseorang. Oleh sebab itu data diatas masih belum bisa digunakan sebagai pilihan menu makanan sehari-hari dan masih perlu dianalisis lebih lanjut..

#### B. Penerapan Aljabar Boolean

Seperti yang sudah dituliskan pada subbab sebelumnya data kombinasi makanan yang diperoleh tidak semuanya memenuhi angka kecukupan gizi yang diinginkan. Dengan menggunakan aljabar boolean data makanan tersebut akan bisa dipilih atau di-filter sehingga akan diperoleh data kombinasi makanan yang valid yang sesuai dengan angka kecukupan gizi yang diinginkan. Angka kecukupan gizi yang diperhitungkan disini hanya jumlah kalori dan makronutrien, mikronutrien tidak ikut diperhitungkan karena jumlahnya yang sangat sedikit dan tidak semua data makanan yang penulis peroleh memberikan informasi lengkap mengenai data mikronutrien yang dikandungnya.

Suatu kombinasi makanan akan dikatakan valid apabila jumlah kalori, protein, karbohidrat, dan juga lemak dari ketiga atau keempat jenis makanan tersebut sama dengan AKG yang telah diberikan atau yang telah dihitung. Untuk memberikan variasi data yang lebih banyak akan diberikan batas toleransi sebesar  $\pm 5\%$  dari nilai AKG yang sudah diberikan atau dihitung. Dengan adanya batas toleransi tersebut nilai AKG dari suatu kombinasi makanan tidak harus tepat sama dan bisa sedikit berbeda. Penulis memilih untuk memberikan batas toleransi dibandingkan menggunakan syarat lebih besar sama dengan karena pemberian batas toleransi dinilai lebih realistis sedangkan jika menggunakan syarat lebih besar sama dengan maka akan ada kemungkinan bahwa suatu kombinasi makanan memiliki jumlah total gizi yang sangat besar yang tentu saja bisa sangat berbahaya bagi kesehatan tubuh dan bisa menimbulkan penyakit seperti obesitas.

Syarat kevalidan suatu kombinasi seperti yang sudah dijelaskan diatas, kemudian bisa diubah representasinya dalam bentuk aljabar boolean sederhana sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{syarat}_{\text{kalori}} &= \text{calh} \times (1 - \text{toleransi}) \leq \text{totalcal} \\ &\leq \text{calh} \times (1 + \text{toleransi}) \\ \text{syarat}_{\text{protein}} &= \text{proh} \times (1 - \text{toleransi}) \leq \text{totalpro} \\ &\leq \text{proh} \times (1 + \text{toleransi}) \\ \text{syarat}_{\text{karbohidrat}} &= \text{karh} \times (1 - \text{toleransi}) \leq \text{totalkar} \\ &\leq \text{karh} \times (1 + \text{toleransi}) \\ \text{syarat}_{\text{lemak}} &= \text{lemh} \times (1 - \text{toleransi}) \leq \text{totallem} \\ &\leq \text{lemh} \times (1 + \text{toleransi}) \\ \text{syarat}_{\text{kombinasi\_valid}} &= \text{syarat}_{\text{kalori}} \& \text{syarat}_{\text{protein}} \& \text{syarat}_{\text{karbohidrat}} \\ &\& \text{syarat}_{\text{lemak}} \end{aligned}$$

*calh* pada persamaan diatas berarti total kalori harian yang dibutuhkan oleh seseorang, *proh* berarti total protein harian yang diperlukan seseorang, *karh* berarti total karbohidrat harian yang diperlukan oleh seseorang, *lemh* berarti total lemak harian yang dibutuhkan seseorang. Untuk variabel *totalcal* pada persamaan diatas berarti total kalori pada suatu kombinasi makanan, *totalpro* berarti total protein pada suatu kombinasi makanan, *totalkar* berarti total karbohidrat pada suatu kombinasi makanan, dan *totallem* berarti total lemak pada suatu kombinasi makanan.

Persamaan diatas dikatakan sebagai aljabar boolean sederhana karena hanya menggunakan satu operator saja yaitu

operator AND. Penggunaan operator AND menandakan bahwa syarat suatu kombinasi dikatakan valid (mengembalikan TRUE) jika dan hanya jika syarat lainnya juga bernilai valid (mengembalikan TRUE). Dengan mengubah suatu permasalahan ke dalam bentuk aljabar boolean maka suatu permasalahan ini akan bisa dibuat kedalam bentuk program komputer yang akan semakin mempermudah kita untuk memperoleh sebuah solusi.

### C. Program Sederhana Pemilihan Makanan

Setelah mengetahui logika dibalik kombinatorial didalam permasalahan ini dan juga sudah terbentuknya persamaan aljabar boolean yang dibutuhkan maka akan bisa dibuat suatu program komputer sederhana mengenai permasalahan ini. Pada kasus ini penulis membuat suatu program sederhana dalam bahasa *python* dan sebagian kode dari program ini akan ditampilkan sebagai berikut:

```
# fungsi untuk menghitung BMR dikalikan tingkat aktiitas seseorang
def calculate_activity_level(bmr, activity_level):
    if activity_level == 'sedentary':
        return bmr * 1.2
    elif activity_level == 'lightly active':
        return bmr * 1.375
    elif activity_level == 'moderately active':
        return bmr * 1.55
    elif activity_level == 'very active':
        return bmr * 1.725
    elif activity_level == 'extra active':
        return bmr * 1.9
    else:
        return bmr

# fungsi untuk menghitung kebutuhan kalori harian seseorang
def calculate_daily_calories(weight, height, age, gender, activiy_level):
    if gender.lower() == 'male':
        bmr = 66.5 + (13.75 * weight) + (5.003 * height) - (6.75 * age)
    else:
        bmr = 655.1 + (9.563 * weight) + (1.850 * height) - (4.676 * age)
    return calculate_activity_level(bmr, activiy_level)

# fungsi untuk menghitung kebutuhan makronutrien harian seseorang
def calculate_macro_requirements(total_calories):
    protein_calories = total_calories * 0.15 # 15% dari total kalori
    protein_grams = protein_calories / 4

    fat_calories = total_calories * 0.20 # 20% dari total kalori
    fat_grams = fat_calories / 9

    carbs_calories = total_calories * 0.65 # 65% dari total kalori
    carbs_grams = carbs_calories / 4

    return protein_grams, fat_grams, carbs_grams

# Load data dari dataset makanan
with open("data_makanan_4.json", 'r') as file:
    data = json.load(file)

data_makanan = list(data["result"])[0:100]

# Toleransi yang diinginkan
toleransi = 0.05

# fungsi untuk menghitung total nutrisi pada suatu kombinasi
def total_nutrisi(kombinasi):
    total_kalori = sum(item["calories"] for item in kombinasi)
    total_protein = sum(item["protein"]["quantity"] for item in kombinasi)
    total lemak = sum(item["fat"]["quantity"] for item in kombinasi)
    total_karbohidrat = sum(item["carbs"]["quantity"] for item in kombinasi)
    return total_kalori, total_protein, total_lemak, total_karbohidrat

# fungsi yang menerapkan aljabar boolean untuk mengecek apakah suatu kombinasi valid
# atau tidak
def is_within_tolerance(kombinasi, kebutuhan_kalori_harian, kebutuhan_protein_harian,
                        kebutuhan_lemak_harian, kebutuhan_karbohidrat_harian, toleransi):
    total_kalori, total_protein, total_lemak, total_karbohidrat =
        total_nutrisi(kombinasi)
    return (
        # Isi dari fungsi ini sama dengan persamaan aljabar boolean yang sudah
        # dituliskan sebelumnya
    )

# fungsi yang melakukan pengecekan kevalidan semua kombinasi yang terbentuk,
# dan hanya akan mengembalikan kombinasi yang valid saja
def process_combination(combination, kebutuhan_kalori_harian, kebutuhan_protein_harian,
                        kebutuhan_lemak_harian, kebutuhan_karbohidrat_harian, toleransi):
    if is_within_tolerance(combination, kebutuhan_kalori_harian, kebutuhan_protein_harian,
                           kebutuhan_lemak_harian, kebutuhan_karbohidrat_harian, toleransi):
        total_kalori, total_protein, total_lemak, total_karbohidrat = total_nutrisi(combination)
        return combination, (total_kalori, total_protein, total_lemak, total_karbohidrat)
    return None
```

```
# Program utama
if __name__ == '__main__':
    # menerima masukan atau input pengguna
    # some code ...

    # Menghitung AKG
    kebutuhan_kalori_harian = calculate_daily_calories(weight, height, age, gender, activity_level)
    kebutuhan_protein_harian, kebutuhan_lemak_harian, kebutuhan_karbohidrat_harian =
        calculate_macro_requirements(kebutuhan_kalori_harian)

    print("\nKebutuhan kalori harian: ", kebutuhan_kalori_harian)
    print("Kebutuhan protein harian: ", kebutuhan_protein_harian)
    print("Kebutuhan lemak harian: ", kebutuhan_lemak_harian)
    print("Kebutuhan karbohidrat harian: ", kebutuhan_karbohidrat_harian, "\n\n")

    kombinasi_valid = []

    # proses pembentukan semua kombinasi yang mungkin dari dataset yang dimiliki menggunakan
    # bantuan dari multiprocessing untuk mempercepat proses pembuatan kombinasinya
    with Pool() as pool:
        for panjang_kombinasi in range(3, 5): #3-4 macam makanan dalam suatu kombinasi
            kombinasi = itertools.combinations(data_makanan, panjang_kombinasi)
            results = pool.starmap(process_combination, [(komb, kebutuhan_kalori_harian,
                                                         kebutuhan_protein_harian, kebutuhan_lemak_harian,
                                                         toleransi) for komb in kombinasi])
            for result in filter(None, results):
                kombinasi_valid.append(result)

    stop = timeit.default_timer()

    # Menampilkan hasil
    # some code ...

    # Menyimpan hasil dalam file
    # some code ...

    print("\n\nHasil kombinasi juga dituliskan pada file hasil_kombinasi_makanan_tes_case_2.txt")
    print("\n\nLama waktu eksekusi: ", stop-start, "s")
```

Program ini dibuat berdasarkan persamaan-persamaan yang sudah dibuat sebelumnya dan juga menggunakan persamaan yang sudah dituliskan pada bagian dasar teori. Kode lengkap dari program ini bisa dilihat pada link github berikut: [https://github.com/Otzzu/TUGAS-MAKALAH-MATDIS-135221117/blob/main/program\\_makanan\\_3.py](https://github.com/Otzzu/TUGAS-MAKALAH-MATDIS-135221117/blob/main/program_makanan_3.py)

Melalui program sederhana yang dibuat oleh penulis ini pemilihan makanan harian yang sesuai dengan AKG akan lebih cepat dan mudah dilakukan. Dalam program ini juga digunakan multiprocessing untuk semakin mempercepat pembuatan kombinasi yang memungkinkan.

### D. Dataset yang Digunakan

Dalam program ini penulis mengambil data makanan dari sebuah API bernama “Recipe Search and Diet” yang dibuat oleh Edamam. API ini memberikan data dari makanan di berbagai macam belahan dunia. Data yang diperoleh dari API ini sudah sangat lengkap dan kemudian akan diolah terlebih dahulu agar lebih sesuai dengan kebutuhan program yang dibuat. Contoh data yang sudah diolah akan mempunyai struktur sebagai berikut:

```
{
  "name": "Piped Spring Flowerns recipes",
  "calories": 287.84999999999997,
  "cuisineFrom": "american",
  "mealtype": "Lunch/dinner",
  "fat": {
    "label": "Fat",
    "quantity": 0.0,
    "unit": "g"
  },
  "carbs": {
    "label": "Carbs",
    "quantity": 72.78,
    "unit": "g"
  },
  "protein": {
    "label": "Protein",
    "quantity": 0.49499999999999994,
    "unit": "g"
  },
  "recipe_url": "http://www.marthastewart.com/313707/piped-spring-flowerns"
}
```

Dari API ini penulis bisa mengumpulkan kurang lebih 1551 data makanan yang kemudian disimpan di dalam sebuah file json. Dalam program sederhana yang dibuat hanya akan digunakan 100 data pertama saja dari keseluruhan data makanan yang dimiliki untuk membatasi lama waktu yang

diperlukan dalam pencarian seluruh kombinasi yang memungkinkan.

Link dari dataset yang akan digunakan dalam program ini akan dituliskan di bawah ini: [https://github.com/Otzzu/TUGAS-MAKALAH-MATDIS-135221117/blob/main/data\\_makanan\\_4.json](https://github.com/Otzzu/TUGAS-MAKALAH-MATDIS-135221117/blob/main/data_makanan_4.json)

### E. Studi Kasus dan Analisisnya

Dalam studi kasus ini akan diberikan dua contoh kasus. Pada kasus yang pertama akan digunakan data AKG yang sudah diberikan dan direkomendasikan oleh kementerian kesehatan melalui Peraturan Menteri Kesehatan. Sedangkan untuk contoh kasus yang kedua AKG akan dihitung berdasarkan data tinggi badan, berat badan, usia, dan tingkat aktivitas penulis.

Pada contoh kasus yang pertama ini akan digunakan anjuran AKG untuk seorang laki-laki berusia 19 tahun dengan tinggi badan 168 cm dan berat badan 60 kg. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan AKG dari seorang laki-laki tersebut adalah 2650 kal, 65 g protein, 75 g lemak, dan 430 karbohidrat. Data tersebut kemudian akan dimasukkan kedalam program sederhana yang sudah dibuat dan akan diperoleh beberapa hasil sebagai berikut:

```
Kombinasi Makanan yang Memenuhi Syarat:
Kombinasi: Healthy Salad Dressing, Kothmir Wadi | Kothambir Wadi | Maharashtrian Delicacy, Thin Crust Pizza Dough recipes
Total Kalori: 2652,7642298348823, Protein: 64,7912160667998 g, Lemak: 76,2774058007197 g, Karbohidrat: 433,2163133335358 g

Kombinasi: Cinnamon Stars recipes, Stecca Sandwich Bread recipes, Kothmir Wadi | Kothambir Wadi | Maharashtrian Delicacy
Total Kalori: 2637,3429802932385, Protein: 65,67537782203447 g, Lemak: 73,6998879191779 g, Karbohidrat: 426,6779024259437 g

Kombinasi: Cinnamon Stars recipes, Sazon, Thin Crust Pizza Dough recipes
Total Kalori: 2629,7781666666665, Protein: 62,107915 g, Lemak: 75,33167166666667 g, Karbohidrat: 429,6507499999999 g

Kombinasi: South African Curry Powder recipes, Sugar Free Cinnamon Stars, Thin Crust Pizza Dough recipes
Total Kalori: 2650,9923437444, Protein: 66,4510937508013 g, Lemak: 77,9478661238003 g, Karbohidrat: 423,52488572937864 g

Kombinasi: Beef Cabbage Soup, Sugar Free Cinnamon Stars, Thin Crust Pizza Dough recipes
Total Kalori: 2659,928780745946, Protein: 65,8337338874591 g, Lemak: 76,82962476685638 g, Karbohidrat: 426,8447596358373 g

Kombinasi: Indian Gooseberry & Carrot Shabrat recipes, Sugar Free Cinnamon Stars, Thin Crust Pizza Dough recipes
Total Kalori: 2667,6859999994563, Protein: 65,78469999999998 g, Lemak: 76,81878888888881 g, Karbohidrat: 427,9297666668778 g
```

Data lengkap hasil dari studi kasus pertama ini dapat dilihat melalui link berikut: [https://github.com/Otzzu/TUGAS-MAKALAH-MATDIS-135221117/blob/main/hasil\\_kombinasi\\_makanan\\_tes\\_case\\_1.1.txt](https://github.com/Otzzu/TUGAS-MAKALAH-MATDIS-135221117/blob/main/hasil_kombinasi_makanan_tes_case_1.1.txt)

Studi kasus dua akan menggunakan data pribadi dari penulis untuk menghitung nilai dari AKG. Penulis sendiri adalah seorang laki-laki berusia 19 tahun dengan tinggi badan 174 cm dan berat badan 72 kg. Dalam kasus ini penulis akan memilih tingkat aktivitas moderately active mempertimbangkan aktivitas yang cukup padat baik di dalam kampus maupun diluar kampus. Data diatas kemudian akan dimasukkan kedalam program yang sudah dibuat sebagai berikut:

```
python program_makanan_3.py
Masukan berat badan dalam kg: 72
Masukan tinggi badan dalam cm: 174
Masukan umur dalam tahun: 19
Masukan jenis kelamin (male/female): male
Masukan tingkat aktivitas (Sedentary, Lightly active, moderately active, very active, extra active): moderately active

Kebutuhan kalori harian: 2788,8966
Kebutuhan protein harian: 104,55362249999999
Kebutuhan lemak harian: 61,95778222222224
Kebutuhan karbohidrat harian: 453,0656975
```

Seperti yang terlihat di atas setelah pengguna memasukkan data mengenai dirinya maka akan langsung ditampilkan hasil dari perhitungan AKG-nya. Dalam kasus penulis AKG yang dimilikinya adalah sebagai berikut: 2788 kalori, 105 gram protein, 62 g gram lemak, dan 453 gram karbohidrat. Berdasarkan data yang tersebut maka program akan menghasilkan keluaran sebagai berikut:

```
Kombinasi Makanan yang Memenuhi Syarat:
Kombinasi: IF Restaurant-Style Humus, Easy Crunchy Yummy Sauerkraut, Mine Humus Beans, Bepe Cubes
Total Kalori: 2796,80907655658, Protein: 109,9487632989334 g, Lemak: 46,995797093916115 g, Karbohidrat: 452,906395283346 g

Kombinasi: Healthy Salad Dressing, Sugared Flours recipes, Stecca Sandwich Bread recipes, Artichoke Humus recipes
Total Kalori: 2776,746919177887, Protein: 101,882801153524 g, Lemak: 64,08632242579381 g, Karbohidrat: 464,38864615167996 g

Kombinasi: Healthy Salad Dressing, Lemon Mint Ice Cubes, Stecca Sandwich Bread recipes, Artichoke Humus recipes
Total Kalori: 2798,1174680599375, Protein: 101,35073865424223 g, Lemak: 64,93956242589916 g, Karbohidrat: 471,576984692298864 g

Kombinasi: Healthy Salad Dressing, Mushroom Skulls, Stecca Sandwich Bread recipes, White Bean Dip Recipe
Total Kalori: 2813,832599792321, Protein: 107,09842655353141 g, Lemak: 60,4376935245817 g, Karbohidrat: 464,5181130925297 g

Kombinasi: Healthy Salad Dressing, Easy Crunchy Yummy Sauerkraut, Sweet Potato Kale Salsa, A Greek Diet Recipe[sapanakor120]spinach With Rice
Total Kalori: 2878,507577404183, Protein: 104,77697962290896 g, Lemak: 64,48487416447835 g, Karbohidrat: 470,3280960313443 g
```

Data lengkap hasil dari studi kasus yang kedua ini dapat dilihat pada link berikut: [https://github.com/Otzzu/TUGAS-MAKALAH-MATDIS-135221117/blob/main/hasil\\_kombinasi\\_makanan\\_tes\\_case\\_2.txt](https://github.com/Otzzu/TUGAS-MAKALAH-MATDIS-135221117/blob/main/hasil_kombinasi_makanan_tes_case_2.txt)

Jika dilihat, hasil yang diberikan oleh program dari kedua studi kasus tersebut sudah tepat dan memenuhi kriteria yang diinginkan dimana setiap kombinasi hanya terdiri dari 3-4 macam makanan dan setiap kombinasi mempunyai total gizi dan kalori yang sesuai dengan nilai AKG dan toleransi yang diberikan. Hasil kombinasi makanan pada studi kasus satu adalah 874 dan untuk studi kasus dua adalah 19. Angka pada studi kasus satu tersebut adalah angka yang cukup besar yang tentu saja akan sulit jika menghitungnya secara manual tanpa bantuan dari teori kombinatorial, aljabar boolean, dan program komputer.

Secara keseluruhan program yang dibuat oleh penulis ini sudah sangat baik hanya saja yang menjadi masalah dalam program ini adalah untuk beberapa kasus waktu eksekusinya bisa sangat lama seperti yang terjadi pada studi kasus satu. Pada studi kasus satu dengan menggunakan 100 data dari dataset diperlukan waktu sekitar 680 sekon sedangkan untuk studi kasus dua hanya memerlukan waktu sekitar 13 sekon saja. Waktu eksekusi dari program ini terkadang bisa sangat lama karena pada dasarnya algoritma kombinatorial yang digunakan adalah algoritma *bruteforce* yang mencari semua kemungkinan yang terjadi. Secara umum, algoritma *bruteforce* memiliki kompleksitas waktu  $O(2^n)$ . Kompleksitas waktu tersebut merupakan salah satu kompleksitas waktu terburuk setelah  $O(n!)$ . Kompleksitas waktu yang buruk ini sudah menunjukkan seberapa lama program ini akan berjalan. Di dalam program ini juga terdapat proses looping yang cukup banyak baik untuk proses pengecekan maupun proses penjumlahan yang semakin memperburuk kompleksitas waktu dari program ini. Penulis membatasi hanya menggunakan 100 data pertama pada dataset juga disebabkan karena permasalahan ini. Jika program dibiarkan menggunakan keseluruhan data pada dataset yang berjumlah sekitar 1500 an maka program akan berjalan sangat lama atau bahkan program tersebut bisa tidak selesai karena masalah memory yang sudah penuh. Pada program ini penulis juga sudah menerapkan *multiprocessing* untuk meningkat kecepatan eksekusi dari program ini karena jika tanpa *multiprocessing* program ini bisa memakan waktu lebih lama lagi hingga 2 kali lipat atau lebih waktu eksekusi yang sekarang

## IV. KESIMPULAN

Makalah ini telah berhasil mengeksplorasi bagaimana matematika, khususnya teori kombinatorial dan aljabar Boolean, dapat diterapkan dalam konteks pemilihan makanan sehari-hari. Kajian ini memperlihatkan bahwa dengan pendekatan matematis, kita dapat mengidentifikasi kombinasi makanan yang tidak hanya variatif dan menarik tetapi juga memenuhi kebutuhan nutrisi yang diperlukan oleh tubuh dengan efisien. Makalah ini juga berhasil menunjukkan bahwa dengan bantuan aljabar Boolean dan teori kombinatorial maka permasalahan pemilihan makanan ini bisa diubah menjadi sebuah program komputer sederhana yang nantinya akan dapat

membantu kita untuk menemukan solusi dari permasalahan ini dengan lebih mudah, cepat, dan tepat.

Dalam makalah ini telah dilakukan dua studi kasus. Pada studi kasus pertama telah dicari kombinasi makanan untuk seorang pria berusia 19 tahun dengan tinggi badan 168 cm dan berat badan 60 kg yang memiliki AKG sesuai dengan anjuran kementerian kesehatan dalam peraturan yang mereka keluarkan. Hasil lengkap dari studi kasus pertama ini bisa dilihat pada link berikut: [https://github.com/Otzzu/TUGAS-MAKALAH-MATDIS-135221117/blob/main/hasil\\_kombinasi\\_makanan\\_tes\\_case\\_1.txt](https://github.com/Otzzu/TUGAS-MAKALAH-MATDIS-135221117/blob/main/hasil_kombinasi_makanan_tes_case_1.txt)

Pada studi kasus yang kedua dicari kombinasi menu makanan harian yang bisa memenuhi kebutuhan gizi dari penulis yang merupakan seorang pria dengan usia 19 tahun, memiliki berat badan 72 kg dan tinggi badan 174 cm serta memiliki tingkat aktivitas *moderate* atau sedang. Hasil lengkap dari studi kasus dua ini dapat dilihat dalam link berikut: [https://github.com/Otzzu/TUGAS-MAKALAH-MATDIS-135221117/blob/main/hasil\\_kombinasi\\_makanan\\_tes\\_case\\_2.txt](https://github.com/Otzzu/TUGAS-MAKALAH-MATDIS-135221117/blob/main/hasil_kombinasi_makanan_tes_case_2.txt)

Pada makalah ini telah dibuat program sederhana yang menerapkan teori kombinatorial dan aljabar Boolean di dalamnya untuk membantu menyelesaikan permasalahan pemilihan menu makanan harian yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi dengan tepat. Melalui hasil dari studi kasus yang sudah dilakukan bisa dikatakan bahwa program yang dibuat ini telah berhasil karena mampu memberikan hasil berupa kombinasi makanan yang sesuai dengan kriteria yang diberikan. Program yang dibuat juga bersifat fleksibel dimana program akan mencari kombinasi makanan berdasarkan kondisi masing-masing pengguna. Dataset makanan yang digunakan juga bisa diubah menyesuaikan dengan makanan yang ada di sekitar pengguna. Batas toleransi dan juga banyak macamnya makanan dalam suatu kombinasi juga masih bisa diubah jika pengguna menginginkannya.

Secara keseluruhan program yang dibuat telah berhasil membantu menyelesaikan permasalahan yang ada hanya saja waktu eksekusi yang diperlukan oleh program masih terhitung cukup lama karena masih menggunakan algoritma *bruteforce* di dalamnya yang memiliki kompleksitas waktu  $O(2^n)$ . Waktu eksekusi dari program yang dibuat masih perlu ditingkatkan bisa dengan cara penggunaan *multithread* atau *multiprocessing* yang lebih efisien, optimasi fungsi yang digunakan dalam perhitungan, dan menggunakan struktur data yang lebih baik.

Makalah ini secara keseluruhan telah berhasil menunjukkan pentingnya peran matematika diskrit dan pemrograman dalam membantu menyelesaikan permasalahan sehari-hari seperti masalah pemilihan makanan dalam makalah ini.

## REFERENSI

- [1] Munir, Renaldi. 2023. *Kombinatorial (Bagian 1)*. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/17-Kombinatorial-Bagian1-2023.pdf>, diakses pada 8 Desember 2023.
- [2] Munir, Renaldi. 2023. *Kombinatorial (Bagian 2)*. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/18-Kombinatorial-Bagian2-2023.pdf>, diakses pada 8 Desember 2023.

- [3] Munir, Renaldi. 2023. *Aljabar Boolean (Bag. 1)*. [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/11-Aljabar-Boolean-\(2023\)-bagian1.pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/11-Aljabar-Boolean-(2023)-bagian1.pdf), diakses pada tanggal 9 Desember 2023.
- [4] Setiaji, Bamandhita Rahma. 2021. *Memahami Fungsi Angka Kecukupan Gizi (AKG) bagi Kesehatan*. <https://helohechat.com/nutrisi/pengertian-akg/>, diakses pada tanggal 9 Desember 2023.
- [5] Makarim, Fadhl Rizal. 2023. *Cara Menghitung Kebutuhan Kalori Harian untuk Pria dan Wanita*. <https://www.halodoc.com/artikel/cara-menghitung-kebutuhan-kalori-harian-untuk-pria-dan-wanita>, diakses pada tanggal 9 Desember 2023.
- [6] Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2019. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia*. [http://hukor.kemkes.go.id/uploads/produk\\_hukum/PMK\\_No\\_28\\_Th\\_2019\\_ttg\\_Angka\\_Kecukupan\\_Gizi\\_Yang\\_Dianjurkan\\_Untuk\\_Masyarakat\\_Indonesia.pdf](http://hukor.kemkes.go.id/uploads/produk_hukum/PMK_No_28_Th_2019_ttg_Angka_Kecukupan_Gizi_Yang_Dianjurkan_Untuk_Masyarakat_Indonesia.pdf), diakses pada tanggal 9 Desember 2023.
- [7] Isnainiua. 2021. *Prinsip Inklusi dan Eksklusi*. <https://matematikadiskrit.mipa.ugm.ac.id/prinsip-inklusi-dan-eksklusi/>, diakses pada tanggal 9 Desember 2023.
- [8] Handoko, Sentot. 2020. *Gizi Seimbang Untuk Gaya Hidup yang Sehat*. <https://www.emc.id/id/care-plus/gizi-seimbang-untuk-gaya-hidup-yang-sehat>, diakses pada tanggal 9 Desember 2023.
- [9] Makarim, Fadhl Rizal. 2023. *Nutrisi, Pengertian dan Jenis-Jenisnya yang Perlu Diketahui*. <https://www.halodoc.com/artikel/nutrisi-pengertian-dan-jenis-jenisnya-yang-perlu-diketahui>, diakses pada tanggal 9 Desember 2023.

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 10 Desember 2023



Mesach Harmasendro 13522117