

# Penerapan Permutasi Sebagai Bagian dari Kombinatorika pada Game Sudoku

Clarissa Nethania Tambunan 13523016<sup>1,2</sup>

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

<sup>1</sup>[13523016@std.stei.itb.ac.id](mailto:13523016@std.stei.itb.ac.id), <sup>2</sup>[cntkreasi@gmail.com](mailto:cntkreasi@gmail.com)

**Abstrak**— Makalah ini membahas hubungan antara permutasi dalam teori kombinatorika dan permainan Sudoku, serta penerapannya dalam konteks permainan tersebut. Permutasi, yang merupakan pengaturan objek dalam urutan tertentu, menjadi kunci dalam memahami bagaimana angka 1 hingga 9 dapat ditempatkan dalam baris, kolom, dan grid tanpa pengulangan sesuai aturan Sudoku. Teori kombinatorika memberikan kerangka kerja untuk menghitung dan menyusun angka-angka ini secara akurat. Selanjutnya, makalah ini menguraikan konsep bilangan Gödel dalam Sudoku, yang merupakan metode penomoran unik untuk setiap kemungkinan susunan angka dalam teka-teki dan mencari angka yang hilang dalam Sudoku. Penerapan permutasi dalam permainan Sudoku menunjukkan pentingnya teori kombinatorika dalam meningkatkan pemahaman dan strategi pemecahan masalah yang efektif. Makalah ini juga mengeksplorasi bagaimana pendekatan logis dan analisis aritmatika dapat digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan angka yang cocok dalam grid tertentu, serta bagaimana penerapan praktis dari konsep-konsep ini dalam penyelesaian Sudoku. Hasil dari penelitian ini memberikan wawasan matematis yang mendalam dan memperkuat keterampilan berpikir kritis dalam konteks permainan logika yang populer saat ini.

**Kata Kunci**—permutasi, teori kombinatorika, Sudoku, bilangan Gödel,

## I. PENDAHULUAN

Dalam permainan Sudoku yang cukup dikenal di masyarakat luas menjadikan permainan tersebut layak untuk dianalisis. Sudoku adalah teka-teki yang menarik terdiri dari kotak grid yang harus diisi dengan angka 1 hingga 9. Teka-teki ini adalah menempatkan angka-angka tersebut pada tempat yang tepat. Sudoku telah dikembangkan dalam berbagai bentuk, mereka tidak harus berbasis angka dan bisa berupa huruf, warna atau bentuk apapun, ini adalah jenis teka-teki yang sangat bervariasi. Sudoku dalam bahasa Jepang/Tiongkok hanya memiliki satu aturan sederhana yang mengontrol di mana kita dapat menempatkan angka dalam teka-teki Sudoku. Nama Sudoku berasal dari Jepang yang terdiri dari karakter Jepang Su (berarti 'angka') dan Doku (berarti 'tunggal') tetapi teka-teki ini bukan ditemukan di Jepang. Sudoku berasal dari Swiss dan kemudian dibawa ke Jepang melalui Amerika. Dalam permainan Sudoku, sebuah

angka hanya bisa digunakan sekali dalam grid. Tujuan dari teka-teki ini adalah mencoba membuat urutan angka untuk menyelesaikan teka-teki dari awal. Matematikawan Leonhard Euler adalah orang yang menciptakan teka-teki yang sekarang kita kenal sebagai Sudoku. Lahir di Basel, Swiss pada tahun 1707 tepat pada saat ilmu menandakan akar kuadrat dari -1. Karyanya yang inovatif tentang bilangan imajiner menggunakan notasi baru ini menjadi kunci untuk mengubah bidang matematika. Euler mengembangkan dasar-dasar 'Sudoku' yang beliau sebut sebagai '*Graeco-Roman Squares*' atau Kotak Latin, beliau menggunakan huruf sebagai simbol pada grid daripada angka [3].

A $\alpha$	B $\gamma$	C $\delta$	D $\beta$
B $\beta$	A $\delta$	D $\gamma$	C $\alpha$
C $\gamma$	D $\alpha$	A $\beta$	B $\delta$
D $\delta$	C $\beta$	B $\alpha$	A $\gamma$

Gambar 1. Graeco-Roman Squares

Sumber: <https://www.sudokudragon.com/sudokuhistory.htm>

Beliau memikirkan apa yang akan terjadi jika dihapus aturan untuk Sudoku bahwa jumlah diagonal harus sama dengan jumlah baris dan kolom lalu mengubahnya menjadi teka-teki permutasi. Pemikirannya tentang subjek ini pertama kali dipublikasikan pada tahun 1782 dalam *Verhandelingen uitgegeven door het zeeuwisch Genootschap der Wetenschappen te Vlissingen 9, Middelburg pp. 85-239*. Disertasi ini mungkin pertama kali diberikan sebagai ceramah di akademi pada tanggal 17 Oktober 1776. Empat huruf pertama dari alfabet Yunani  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , dan  $\delta$  dikombinasikan dengan alfabet Latin a, b, c, dan d sehingga masing-masing muncul sekali di setiap baris dan kolom [3]. Dalam hal ini huruf Yunani juga muncul sekali di setiap grid. Warisan besar Euler ini dari studi awal telah banyak digunakan oleh matematikawan dan ilmuwan sejak saat itu, tetapi teka-teki Sudoku yang beliau ciptakan tidak dihiraukan oleh



	a	b	c	d	e	f	g	h	i
A	7			6	3			2	5
B					1		3		7
C				5		9			
D			3					4	
E	4	9						8	3
F		7				5			
G				1		3			
H	6		4		2				
I	3	2			9	5			8

**Gambar 3.** Terminologi Baris Sudoku

Sumber: <https://www.sudokudragon.com/sudoku.htm>

Aturan pertama adalah untuk mengecek angka pada setiap baris misalnya pada gambar di atas, sudah terdapat angka 5 dan 9 pada baris yang diwarnai biru sehingga angka tersebut tidak dapat ditempatkan lagi pada grid kosong pada baris tersebut.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
A	7			6	3			2	5
B					1		3		7
C				5		9			
D			3					4	
E	4	9						8	3
F		7				5			
G				1		3			
H	6		4		2				
I	3	2			9	5			8

**Gambar 4.** Terminologi Kolom Sudoku

Sumber: <https://www.sudokudragon.com/sudoku.htm>

Aturan selanjutnya kita juga harus mengecek pada setiap kolom misalnya pada gambar di atas sudah terdapat angka 1, 2, 3, dan 9 maka grid kosong lain pada kolom biru yang sama tidak dapat diisi dengan keempat angka itu lagi.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
A	7			6	3			2	5
B					1		3		7
C				5		9			
D			3					4	
E	4	9						8	3
F		7				5			
G				1		3			
H	6		4		2				
I	3	2			9	5			8

**Gambar 5.** Terminologi Blok Sudoku

Sumber: <https://www.sudokudragon.com/sudoku.htm>

Kemudian aturan terakhir yaitu kita perlu memerhatikan setiap blok misalnya pada gambar di atas terdapat angka 7 yang tidak mungkin mengisi pada grid kosong dalam blok biru tersebut.

Tantangannya sendiri yaitu memikirkan, mencari, serta melihat peluang angka yang dapat ditambahkan pada grid kosong. Di dalam permainan sudoku, semua kotak (boleh grid, blok, baris, atau kolom) akan berpengaruh pada yang lain dan tentunya saling berkaitan. Sehingga kita tidak dapat menebak. Memainkan permainan sudoku disarankan untuk tidak terlalu fokus pada angka yang

tidak pasti nilainya, alangkah lebih baik kita beralih ke grid kosong yang lain dalam pengisian angka tersebut. Hal itu bertujuan untuk membantu kita melihat peluang angka yang mungkin saja bisa ditempatkan pada grid yang lain dan kita perlu terus mencari peluang di grid yang lain. Permainan sudoku ini memerlukan daya ingat yang kuat untuk bisa mengingat semua angka yang sudah ditempatkan dan grid-grid mana yang berubah untuk membantu proses eliminasi angka-angkanya dengan mudah dan cepat [2]. Setiap kali kita menempatkan angka di sebuah grid, maka angka tersebut akan memberi kesempatan untuk angka yang lain dan menutup kemungkinan untuk angka yang lainnya ditempatkan di grid terdekat baik itu yang berada pada satu baris, satu kolom, atau satu blok yang sama. Dengan menggunakan cara bermain sudoku di atas, maka setiap orang dapat memainkannya dengan mudah dan akurat. Jadi, kita hanya perlu mengulangi tahap demi tahap pengecek dan tidak harus berurutan. Untuk bisa meningkatkan level permainan yang dapat melatih kemampuan, logika, dan strategi dalam menyelesaikan permainan tersebut.

### C. Teori Bilangan Gödel

Teori Bilangan Gödel adalah metode yang diperkenalkan oleh Kurt Gödel untuk memberikan kode unik kepada setiap simbol, formula, atau ekspresi dalam bahasa formal logika. Metode ini penting dalam membuktikan teorema ketidaklengkapan Gödel, yang menunjukkan bahwa dalam sistem aksioma yang cukup kuat ada pernyataan yang benar tetapi tidak dapat dibuktikan dalam sistem tersebut [7]. Inti dari teori bilangan Gödel adalah menggunakan bilangan prima untuk menghasilkan kode unik. Kemudian teori ini memungkinkan setiap ekspresi logika diubah menjadi bilangan bulat, yang memungkinkan analisis matematika lebih lanjut. Penggunaan bilangan prima penting karena sifat unik mereka yaitu setiap bilangan bulat positif dapat direpresentasikan secara unik sebagai hasil dari bilangan prima. Ini memastikan bahwa setiap ekspresi logika akan memiliki kode Gödel yang unik dan tidak ambigu.

## III. PENERAPAN PERMUTASI PADA PERMAINAN SUDOKU

### A. Permutasi dalam Game Sudoku

Penerapan permutasi dalam Sudoku menggunakan urutan simbol tertentu dengan hanya ada satu kemunculan setiap simbol atau angka dalam setiap grup (baris, kolom, dan blok). Jadi untuk dua simbol atau angka hanya ada dua kemungkinan posisi yaitu  $\{1; 2\}$  dan  $\{2; 1\}$  dengan tiga simbol atau angka terdapat enam kemungkinan posisi yaitu  $\{1; 2; 3\}$ ,  $\{1; 3; 2\}$ ,  $\{2; 1; 3\}$ ,  $\{2; 3; 1\}$ ,  $\{3; 1; 2\}$  dan  $\{3; 2; 1\}$ , selanjutnya kemungkinan urutan untuk empat simbol atau angka yaitu 24 didapat dengan cara permutasi dari empat simbol yaitu  $4 \times 3 \times 2 \times 1$  atau  $4!$  [4]. Jumlah permutasi adalah faktorial dari jumlah simbol dalam grup karena setiap kali elemen tambahan ditambahkan ke himpunan, ukuran 'n' elemen tersebut mengalikan jumlah hasil dari ukuran set sebelumnya. Jadi

untuk permainan Sudoku yang biasanya memiliki ukuran grid 9x9 artinya dalam jumlah permutasi yaitu  $9!$  atau  $9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 362.880$  cara untuk mengurutkan sembilan simbol dalam satu baris, kolom, atau blok.

Sifat-sifat permutasi pada permainan Sudoku ini yaitu menukar semua kemunculan satu simbol dengan simbol lain misalnya jika kita melakukan penukaran angka 4 dan 1 dalam urutan  $\{4, 2, 3, 1\}$  menjadi  $\{1, 2, 3, 4\}$ . Pertukaran ini dapat dilakukan untuk satu atau lebih atau bahkan semua simbol dan hasil permutasinya akan selalu tepat. Sebagai contoh pada gambar di bawah ini yaitu teka-teki Sudoku dengan grid 4x4 dan dilakukan penukaran 1; 2; 3 menjadi 3; 1; 2 sehingga setiap angka 1 diubah menjadi 3, setiap angka 2 menjadi 1 dan setiap angka 3 menjadi 2.

1	4	3	2
3	2	4	1
4	1	2	3
2	3	1	4

➔

3	4	2	1
2	1	4	3
4	3	1	2
1	2	3	4

**Gambar 6.** Menukar Simbol atau Angka

Sumber: <https://www.sudoku dragon.com/sudoku theory.htm>

Jadi, jika dihitung hasil permutasi setiap baris, kolom, dan blok akan selalu sama meskipun telah dilakukan penukaran. Sifat permutasi yang lain yaitu menggeser urutan simbol atau angka misalnya Misalnya, menggeser angka 8 dari awal ke akhir dalam urutan  $\{8, 4, 5, 6, 1, 2, 7, 9, 3\}$  menjadi  $\{4, 5, 6, 1, 2, 7, 9, 3, 8\}$ . Pada gambar ini terdapat contoh teka-teki Sudoku yang memiliki hasil permutasi yang benar baik itu dalam keadaan awal maupun setelah dua baris terbawah ditukar.

1	4	3	2
3	2	4	1
4	1	2	3
2	3	1	4

➔

1	4	3	2
3	2	4	1
2	3	1	4
4	1	2	3

**Gambar 7.** Menggeser Urutan Simbol atau Angka

Sumber: <https://www.sudoku dragon.com/sudoku theory.htm>

### B. Analisis Aritmatika dalam Sudoku

Permainan Sudoku ini memiliki sifat bahwa semua angka jika dijumlahkan pada suatu baris, kolom, atau blok akan selalu memiliki nilai yang sama karena penjumlahan bersifat asosiatif yaitu tidak masalah bagaimana urutan angka yang dijumlahkan. Hal yang sama berlaku untuk perkalian tetapi tidak berlaku untuk semua operasi aritmatika sederhana karena pengurangan dan pembagian memberikan hasil yang berbeda tergantung pada urutan operasi yang dilakukan, misalnya hasil dari  $(4 / 3) / 2$  tidak sama dengan hasil dari  $4 / (3 / 2)$ . Jika kita menjumlahkan semua angka dalam setiap baris, kolom, atau blok Sudoku dengan grid 9x9 yang lengkap, jawabannya selalu sama yaitu 45, dan jika dikalikan

semua angka dalam baris, kolom, atau blok selalu menghasilkan 362.880 (hasil dari  $9!$ ). Di bawah ini adalah faktorial dari 1 hingga 9.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	6	24	120	720	5,040	40,320	362,880

**Gambar 8.** Faktorial dari 1 hingga 9

Sumber: <https://www.sudoku dragon.com/sudoku theory.htm>

Lalu, jika Sudoku dengan grid 4x4 juga memiliki aturan yang sama dengan sebelumnya untuk semua angka dalam setiap baris, kolom, atau blok yaitu harus ditambahkan hingga menghasilkan nilai 10 ( $1 + 2 + 3 + 4$ ) dan hasil perkaliannya yaitu 24 ( $4!$  atau  $4 \times 3 \times 2 \times 1$ ).

### C. Konsep Bilangan Gödel dalam Sudoku

Dalam permainan Sudoku, bilangan Gödel dapat berguna untuk menemukan simbol atau angka yang hilang dalam setiap grup (baris, kolom, atau blok). Bilangan Gödel ini menggunakan bilangan prima untuk mengidentifikasi angka dalam urutan tertentu. Jadi dalam menerapkan bilangan Gödel ini dengan cara yaitu angka 1 menggunakan bilangan prima pertama yaitu 2, angka 2 menggunakan bilangan prima kedua yaitu 3, angka 3 menggunakan 5, untuk 4 menggunakan 7 dan seterusnya. Misalnya dalam Sudoku dengan grid 4x4 sekarang semua angka dalam setiap grup jika dilakukan perkalian harus selalu menghasilkan  $2 \times 3 \times 5 \times 7 = 210$  daripada 24. Jika Sudoku tersebut hanya berisi  $\{2; 3\}$  dengan dua angka yang hilang kita dapat mengubahnya menjadi bilangan prima yang sesuai dan mengalikannya yaitu  $3 \times 5$  menghasilkan 15 lalu dilakukan pembagian  $210 / 15 = 14$ . Jadi dua angka yang hilang dikalikan bersama harus menghasilkan 14 dan hanya ada dua angka yang dapat melakukan itu 2 dan 7 (bilangan prima). Sesuai dengan tabel bilangan Gödel di bawah ini, menunjukkan bahwa angka yang hilang tersebut ialah 1 (bilangan primanya 2) dan 4 (bilangan primanya 7).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	3	5	7	11	13	17	19	23

**Gambar 9.** Tabel Bilangan Gödel

Sumber: <https://www.sudoku dragon.com/sudoku theory.htm>

Sebagai contoh lain yaitu Sudoku dengan grid 9x9 di mana kita ingin mengetahui angka apa yang hilang pada gambar di bawah ini,

8	4	6	1	2	5	9	3	
19	7	13	2	3	11	23	5	13,123,110

**Gambar 10.** Contoh Penerapan Bilangan Gödel

Sumber: <https://www.sudoku dragon.com/sudoku theory.htm>

Angka yang ada pada baris tersebut sudah diberikan masing-masing bilangan prima sehingga jika dikalikan semua bilangan prima yang ada yaitu  $19 \times 7 \times 13 \times 2 \times 3$

$x 11 \times 23 \times 5 = 13.123.110$  tetapi seharusnya jika angkanya lengkap akan menghasilkan 223.092.870 yang artinya bilangan prima yang hilang adalah  $223.092.870 / 13.123.110 = 17$  atau dalam angka biasa menjadi 7. Lalu dengan ukuran grid yang sama jika terdapat tiga angka yang hilang dari  $\{9; 3; 6; 1; 2; 8\}$  maka dengan tabel bilangan Gödel sebelumnya didapat hasil perkalian bilangan prima yang ada yaitu 170.430 maka angka yang hilang dapat dicari dengan dilakukan pembagian  $223.092.870 / 170.430 = 1309$  dan hanya ada satu cara menghasilkan angka tersebut yaitu  $7 \times 11 \times 17$  sehingga bilangan yang aslinya adalah 4, 5, dan 7.

Secara permutasi, dalam mencari angka yang hilang juga dapat menggunakan urutan angka biasa dari 1 hingga 9 dan juga dengan cara yang sama yaitu perkalian semua angka harus selalu  $9! = 362.880$  dalam setiap grup (baris, kolom, atau blok) lalu dilakukan pembagian dengan perkalian angka yang diketahui untuk mencari angka yang hilang. Namun, hal ini kurang efektif karena jika terdapat banyak angka yang hilang maka dapat dibentuk dengan banyak cara tetapi jika menggunakan bilangan prima mendapatkan kombinasi yang unik karena bilangan prima tidak dapat dibentuk oleh bilangan yang lain dan hanya bisa dibagi dengan 1 dan dirinya sendiri sehingga lebih efisien dalam menemukan angka yang hilang dalam Sudoku.

#### D. Pendekatan Logis dalam Sudoku

Pendekatan logis untuk menyelesaikan Sudoku melibatkan langkah-langkah seperti eliminasi yaitu menghapus kemungkinan angka yang tidak sesuai untuk setiap grid berdasarkan angka-angka yang sudah ditempatkan di baris, kolom, dan blok yang sama. Lalu, dilakukan pencarian menggunakan algoritma seperti *backtracking* (melihat data sebelumnya) untuk mencoba setiap kemungkinan permutasi hingga menemukan solusi yang tepat. Langkah terakhir yaitu perlu pengecekan untuk memastikan bahwa setiap angka yang dimasukkan tidak melanggar aturan dasar Sudoku.

Cara yang paling sederhana dalam pendekatan logis dengan menuliskan semua kemungkinan angka dalam setiap grid kosong sebagai catatan kecil. Ada juga cara *naked singles* ketika sebuah grid memiliki hanya satu kemungkinan angka yang mungkin, angka itu langsung saja dimasukkan ke dalam grid tersebut. Kemudian ada *hidden singles* yaitu ketika sebuah angka hanya dapat ditempatkan di satu posisi dalam suatu baris, kolom, atau blok, meskipun tidak terlihat secara langsung sebagai satu-satunya kemungkinan karena dipengaruhi oleh baris, kolom, atau blok terdekatnya. Berikutnya jika terdapat *naked pairs* yaitu ketika dua grid kosong dalam satu baris, kolom, atau blok memiliki tepat dua kemungkinan angka yang sama, angka-angka tersebut tidak boleh muncul di grid lain dalam baris, kolom, atau blok terdekat. Kemudian, ada juga *hidden pairs* ketika dua angka hanya dapat muncul di dua posisi dalam satu baris, kolom, atau blok, walaupun tidak terlihat langsung sebagai satu-satunya kemungkinan, karena dipengaruhi oleh baris,

kolom, atau blok terdekatnya.

#### IV. KESIMPULAN

Penerapan permutasi dalam Sudoku memberikan wawasan tentang cara optimal untuk mengisi angka dalam grid kosong berdasarkan pendekatan logis dan analisis aritmatika. Selain itu, konsep bilangan Gödel dalam Sudoku menawarkan metode penomoran unik yaitu dengan mengganti angka biasa menjadi bilangan prima untuk setiap kemungkinan susunan angka dalam teka-teki Sudoku, membantu dalam mengidentifikasi solusi yang tepat dan mengoptimalkan proses penyelesaiannya. Melalui penelitian ini, penulis menemukan bahwa teori kombinatorika dan permutasi tidak hanya memberikan dasar matematis yang kuat, tetapi juga meningkatkan keterampilan berpikir logis dan kritis dalam pemecahan masalah. Studi ini menunjukkan pentingnya pendekatan matematis dalam permainan logika yang populer dan bagaimana penerapan konsep-konsep ini dapat memperdalam pemahaman kita tentang strategi dan solusi dalam permainan Sudoku. Kesimpulan ini menegaskan bahwa teori kombinatorika dan konsep permutasi memainkan peran penting dalam pemecahan Sudoku, serta memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan algoritma dan teknik penyelesaian yang efektif dan pasti. Konsep bilangan Gödel juga memberikan bantuan solusi tambahan yang berguna dalam analisis dan penyelesaian teka-teki Sudoku.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan syukur dan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan baik. Secara khusus juga penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen dan orang-orang yang banyak memberikan dukungan dalam penyusunan makalah ini yaitu:

1. Bapak Ir. Rila Mandala, M.Eng., Ph.D. selaku dosen Matematika Diskrit kelas 02 yang telah membekali penulis dalam pengajaran/pengetahuan sehingga memahami tentang mata kuliah tersebut.
2. Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T. selaku dosen Matematika Diskrit kelas 01, dan penulis banyak menggunakan buku-buku beliau.
3. Teman-teman yang banyak memberikan masukan dan ide tentang tulisan ini.
4. Keluarga yang selalu mendukung saya dan memberikan pandangan secara umum.

Makalah ini tentu masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga makalah ini bermanfaat bagi para pembaca.

## REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. 2024. Kombinatorika (Bagian 1). <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/18-Kombinatorika-Bagian1-2024.pdf> (Diakses 24 Desember 2024).
- [2] Sudoku Dragon. 2021. *Sudoku Guide*. <https://www.sudokudragon.com/sudoku.htm> (Diakses 27 Desember 2024).
- [3] Sudoku Dragon. 2021. *History of Sudoku*. <https://www.sudokudragon.com/sudokuhistory.htm> (Diakses 30 Desember 2024).
- [4] Sudoku Dragon. 2021. *Sudoku Theory*. <https://www.sudokudragon.com/sudokutheory.htm> (Diakses 1 Januari 2025).
- [5] Sudoku Dragon. 2021. *Sudoku Variants*. <https://www.sudokudragon.com/sudokuvariants.htm> (Diakses 2 Januari 2025).
- [6] Knuth, Donald. 1997. *The Art of Computer Programming*. Addison-Wesley. [https://seriouscomputerist.atariverse.com/media/pdf/book/Art%20of%20Computer%20Programming%20-%20Volume%201%20\(Fundamental%20Algorithms\).pdf](https://seriouscomputerist.atariverse.com/media/pdf/book/Art%20of%20Computer%20Programming%20-%20Volume%201%20(Fundamental%20Algorithms).pdf) (Diakses 4 Januari 2025).
- [7] Quanta Magazine. 2020. *How Gödel's Proof Works*. <https://www.quantamagazine.org/how-godels-proof-works-20200714/> (Diakses 5 Januari 2025).

## 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 karena saya mengetahui terdapat makalah dengan judul yang mirip dengan judul yang saya ambil yaitu:

1. Penerapan Kombinatorial dalam Permainan Sudoku Dendy Suprihady - 13514070 terbitan Bandung, 8 Desember 2015. Program Studi Teknik Informatika Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
2. Penerapan Teori Kombinatorial dalam Permainan Sudoku Maggie Zeta Rosida Simangunsong – 135211171 terbitan Bandung, 12 Desember 2022. Program Studi Teknik Informatika Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

dan masih terdapat makalah-makalah yang lain yang mirip dengan ini terbitan ITB.

Bandung, 8 Januari 2025



Clarissa Nethania Tambunan 13523016