Penerapan Teori Kombinatorial dalam Permainan Sudoku

Maggie Zeta Rosida Simangunsong - 13521117[1]
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
[1]*13521117@std.stei.itb.ac.id*

***Abstrak*—Kombinatorial adalah cabang matematika untuk menghitung jumlah penyusunan objek-objek tanpa harus mengenumerasi semua kemungkinan susunannya. Teori Kombinatorial sudah banyak diaplikasikan di berbagai bidang. Contoh permasalahan yang dapat diselesaikan dengan kombinatorial adalah menghitung kemungkinan sebuah kata sandi atau PIN ATM. Cara yang paling sederhana untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan mengenumerasi satu per satu semua kemungkinan jawabannya. Namun enumerasi menjadi tidak efisien jika diberikan persoalan dengan objek yang tidak sedikit. Untuk itu digunakanlah kombinatorial untuk menyelesaikan permasalahan dengan lebih cepat. Pada makalah ini, akan dianalisis tentang bagaimana penerapan teori kombinatorial pada permainan Sudoku. Sudoku merupakan permainan zaman dahulu berupa teka-teki yang dimainkan menggunakan logika. Teori kombinatorial dapat digunakan dalam permainan sudoku untuk membantu menyelesaikan teka-teki.**

***Kata kunci*—sudoku, kombinatorial, puzzle, angka.**

I. PENDAHULUAN

Sudoku adalah sebuah permainan logika yang pertama kali diciptakan pada tahun 1783 oleh Leonhard Eluren, seorang matematikawan asal Swiss, bersama rekannya, Howard Garns, seorang arsitek yang merilis nama sudoku pertama kali di sebuah majalah Dell Sudoku Puzzles dan Word Games pada Mei 1979. Permainan Sudoku terdiri dari grid 9x9 dan terbagi menjadi sembilan blok 3x3 yang biasanya dibatasi dengan garis tebal.

5	3			7				
6			1	9	5			
	9	8					6	
8				6				3
4			8		3			1
7				2				6
	6					2	8	
			4	1	9			5
				8			7	9

Gambar 1.1 Contoh Sudoku
(sumber : Wikipedia Sudoku) diakses pada 12 Desember 2022 pukul 21.08

Saat permainan ini dimulai, biasanya sudah diberikan beberapa angka sebagai petunjuk, kemudian pemain harus mengisi setiap kolom dan setiap baris dengan angka satu hingga sembilan. Namun, dalam permainan ini terdapat aturan yaitu dalam melengkapi setiap kotak kosong, setiap kotak dalam satu baris yang sama harus diisi dengan angka mulai dari satu hingga sembilan dan tidak boleh ada angka yang sama dalam satu baris. Setiap kolom juga harus diisi dengan angka mulai dari angka satu hingga sembilan dan tidak boleh ada angka yang sama dalam satu kolom. Setiap blok 3x3 yang dibatasi oleh garis tebal juga harus diisi angka mulai dari satu hingga sembilan dan tidak boleh ada angka yang sama dalam satu blok 3x3 tersebut. Sehingga dengan adanya aturan ini, maka setiap angka pasti muncul tepat sebanyak sembilan kali, sudah termasuk dengan angka yang diberikan di awal permainan sebagai petunjuk. Makin banyak kotak yang sudah terisi, maka makin mudah permainannya dan makin cepat menyelesaikannya.

Dalam permainan sudoku, setiap kotak akan memengaruhi kotak lainnya dan setiap kotak saling berkaitan satu dengan yang lain. Oleh sebab itu, dalam pengisian setiap kotak kosong tidak dapat dilakukan dengan cara menebak, melainkan harus diisi dengan melakukan perhitungan dan mencari peluang angka yang belum ada dan dapat diisikan. Untuk mencari peluang angka dapat memanfaatkan proses eliminasi, yaitu mengurangi setiap angka yang dianggap kembar agar dapat menyisakan angka-angka yang belum ada dan dapat diisikan pada setiap kotak yang masih kosong. Dalam memainkan permainan ini, pemain membutuhkan logika, deduksi, dan daya ingat untuk mengisi setiap kotak kosong.

II. DASAR TEORI

Teori Kombinatorial adalah cabang matematika yang mengkaji tentang cara menghitung dan mengombinasikan elemen-elemen dari suatu himpunan tanpa harus mengenumerasikan setiap kemungkinan susunannya. Cara enumerasi merupakan cara yang paling mudah untuk menyelesaikan suatu permasalahan, namun jika sudah melibatkan banyak objek, cara ini sudah tidak efisien lagi untuk dilakukan. Untuk itu, digunakanlah teori kombinatorial sebab car aini lebih efisien dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Kombinatorial dikenal cepat dalam menyelesaikan masalah sebab kombinatorial tidak mengenumerasi semua kemungkinan jawaban dan kombinatorial memiliki kaidah dasar menghitung.

A. Kaidah Dasar Menghitung

Ada dua kaidah dasar menghitung, yaitu :

1. Kaidah Perkalian (rule of product)
   Untuk penjelasannya, jika percobaan pertama memiliki hasil percobaan sebanyak p dan percobaan kedua memiliki hasil percobaan sebanyak q, maka bila percobaan pertama dan kedua dilakukan akan menghasilkan percobaan sebanyak p x q.
   Sebagai contoh penerapan kaidah perkalian,
   Jumlah pria IF 2019 = 65 orang dan jumlah wanita = 15 orang. Dua orang perwakilan IF2019 mendatangi Bapak Rektor untuk protes kenaikan UKT. Wakil yang dipilih 1 orang pria dan 1 orang wanita. Berapa banyak cara memilih 2 orang wakil tersebut?
   Dari permasalahan di atas, terdapat dua percobaan, yaitu :
   Percobaan pertama : memilih 1 orang perwakilan wanita.
   Percobaan pertama ini memiliki 15 kemungkinan jawaban..
   Percobaan kedua : memilih 1 orang perwakilan pria.
   Percobaan kedua ini memiliki 65 kemungkinan jawaban.
   Untuk mencari banyaknya cara memilih dua orang wakil tersebut dilakukan dengan menggunakan kaidah perkalian. Percobaan pertama dan percobaan kedua dilakukan secara serentak, maka didapat 65 x 15 = 975 cara. Jadi, banyak cara untuk memilih 2 orang wakil tersebut ada sebanyak 975 cara.
2. Kaidah Penjumlahan (rule of sum)
   Untuk penjelasannya, jika percobaan pertama memiliki hasil percobaan sebanyak p dan percobaan kedua memiliki hasil percobaan sebanyak q, maka bila percobaan pertama dan kedua dilakukan akan menghasilkan percobaan sebanyak p + q.
   Sebagai contoh penerapan kaidah penjumlahan,
   Jumlah pria IF 2019 = 65 orang dan jumlah wanita = 15 orang. Ketua Angkatan IF 2019 hanya satu orang (pria atau wanita, tidak bias gender). Berapa banyak cara memilih ketua angkatan?
   Dari permasalahan di atas, terdapat dua percobaan, yaitu :
   Percobaan pertama : memilih 1 orang perwakilan wanita.
   Percobaan pertama ini memiliki 15 kemungkinan jawaban..
   Percobaan kedua : memilih 1 orang perwakilan pria.
   Percobaan kedua ini memiliki 65 kemungkinan jawaban.
   Untuk mencari banyaknya cara memilih dua orang wakil tersebut dilakukan dengan menggunakan kaidah penjumlahan. Dari percobaan pertama dan percobaan kedua akan dihasilkan pria atau wanita, maka didapat 65 + 15 = 80 cara. Jadi, banyak cara untuk memilih ketua angkatan tersebut ada sebanyak 80 cara.

B. Perluasan Kaidah Dasar Menghitung

1. Kaidah Perkalian (rule of product)
   Untuk penjelasannya, jika ada n buah percobaan dan masing-masing memiliki p_1, $p_2, \dots$ p_n hasil percobaan, maka bila percobaan 1 sampai percobaan n dilakukan akan menghasilkan percobaan sebanyak p_1 x p_2 x … x p_n.
   Sebagai contoh,
   Berapa banyak bilangan ganjil antara 1000 dan 9999 (termasuk 1000 dan 9999 itu sendiri, jika boleh ada angka yang berulang?
   Dalam permasalahan di atas, terdapat 4 percobaan, yaitu :
   Percobaan pertama : posisi satuan.
   Percobaan pertama ini memiliki 5 kemungkinan angka, yaitu 1, 3, 5, 7, dan 9.
   Percobaan kedua : posisi ribuan
   Percobaan kedua ini memiliki 9 kemungkinan angka, yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9.
   Percobaan ketiga : posisi ratusan.
   Percobaan ketiga ini memiliki 10 kemungkinan angka, yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10.
   Percobaan keempat : posisi puluhan.
   Percobaan keempat ini memiliki 10 kemungkinan angka, yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10.
   Untuk mencari banyaknya bilangan ganjil antara 1000 dan 9999 jika boleh ada angka berulang, yaitu dengan mengalikan semua kemungkinan yang ada. Maka didapat 5 x 8 x 8 x 7 = 4500 angka.
2. Kaidah penjumlahan (rule of sum)
   Untuk penjelasannya, jika ada n buah percobaan dan masing-masing memiliki p_1, $p_2, \dots$ p_n hasil percobaan, maka bila percobaan 1 sampai percobaan n dilakukan akan menghasilkan percobaan sebanyak $p_1 + p_2 + \dots + p_n$.

C. Permutasi

Permutasi adalah jumlah urutan berbeda dari pengaturan objek-objek. Permutasi merupakan bentuk khusus aplikasi kaidah perkalian. Misalkan jumlah objek adalah n, maka :

- Urutan pertama dipilih dari n objek,
- Urutan kedua dipilih dari (n – 1) objek,
- Urutan kedua dipilih dari (n – 2) objek,
- …
- Urutan terakhir dipilih dari 1 objek yang tersisa.

Menurut kaidah perkalian, permutasi dari n objek adalah n(n – 1)(n – 2) … (2)(1) = n!

1. Permutasi r dari n elemen
   Rumus :
   $P(n,r) = n(n-1)(n-2)\dots(n-(r-1)) = \frac{n!}{(n-r)!}$

D. Kombinasi

Bentuk khusus dari permutasi adalah kombinasi. Jika pada permutasi urutan kemunculan diperhitungkan, maka pada kombinasi, urutan kemunculan diabaikan.

Rumus :

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

C(n, r) sering dibaca "n diambil r", artinya r objek diambil dari n buah objek. Kombinasi r elemen dari n elemen, atau C(n, r), adalah jumlah pemilihan yang tidak terurut r elemen yang diambil dari n buah elemen.

E. Interpretasi Kombinasi

C(n, r) = banyaknya himpunan bagian yang terdiri dari r elemen yang dapat dibentuk dari himpunan dengan n elemen. C(n, r) = cara memilih r buah elemen dari n buah elemen yang ada, tetapi urutan elemen di dalam susunan hasil pemilihan tidak penting.

F. Permutasi dan Kombinasi Bentuk Umum

Misalkan: ada n buah bola yang tidak seluruhnya berbeda warna (jadi, ada beberapa bola yang warnanya sama - indistinguishable).

n_1 bola diantaranya berwarna 1,

n_2 bola diantaranya berwarna 2,

.

.

n_k bola diantaranya berwarna k,

dan $n_1 + n_2 + \ldots + n_k = n$.

Berapa jumlah cara pengaturan n buah bola ke dalam kotak-kotak tersebut (tiap kotak berisi satu buah bola)?

Jika n buah bola itu kita anggap berbeda semuanya, maka jumlah cara pengaturan n buah bola ke dalam n buah kotak adalah:

P(n, n) = n!.

Dari pengaturan n buah bola itu,

ada n_1! cara memasukkan bola berwarna 1

ada n_2! cara memasukkan bola berwarna 2

.

.

ada n_k! cara memasukkan bola berwarna k

Permutasi n buah bola yang mana n_1 diantaranya berwarna 1, n_2 bola berwarna 2, …, n_k bola berwarna k adalah:

$P(n; n_1, n_2,\ldots, n_k) = \frac{P(n,n)}{n1!n2!\ldots nk!} = \frac{n!}{n1!n2!\ldots nk!}$

Jumlah cara pengaturan seluruh bola kedalam kotak adalah: C(n; n1, n2, …, nk) = C(n, n1) C(n – n1, n2) C(n – n1 – n2, n3) … C(n – n1 – n2 – … – nk-1, nk)

$$= \frac{n!}{n1!(n-n1)!} \frac{(n-n1)!}{n2!(n-n1-n2)!} \frac{(n-n1-n2)!}{n3!(n-n1-n2-nk)!} \ldots \frac{(n-n1-n2-\cdots-nk-1)!}{nk!(n-n1-n2-\cdots-nk-1-nk)!}$$

$$= \frac{n!}{n1!n2!n3!\ldots nk!}$$

Kesimpulan :

$P(n;n1,n2,\ldots,nk) = C(n; n1, n2, \ldots, nk) = \frac{n!}{n1!n2!n3!\ldots nk!}$

Jika n1 = n2 = … = nk = 1, maka, bentuk rumus di atas menjadi permutasi n elemen yang berbeda, yaitu

$P(n; 1, 1, \ldots, 1) = C(n; 1, 1, \ldots, 1) = \frac{n!}{1!1!\ldots 1} = n!$

G. Kombinasi dengan Pengulangan

Misalkan terdapat r buah bola yang semua berwarna sama dan tersedia n buah kotak. Tinjau dua kasus berikut: (i)Jika masing-masing kotak hanya boleh diisi paling banyak satu buah bola, maka jumlah cara memasukkan bola: C(n, r). (ii)Jika masing-masing kotak boleh lebih dari satu buah bola (tidak ada pembatasan jumlah bola), maka jumlah cara memasukkan bola adalah C(n + r – 1, r). Perhatikan bahwa

C(n + r – 1, r) = C(n + r – 1, n-1)

III. Aplikasi Teori Kombinatorial dalam Permainan Sudoku

Sudoku adalah permainan angka dari Jepang. Permainan ini menggunakan kisi-kisi 9x9 dengan beberapa angka indikatif dan kita diminta untuk melengkapi angka-angka tersebut sesuai dengan aturan bahwa angka yang tidak sama dalam satu baris, kolom, atau kisi 3x3 ditandai dengan garis tebal. Karena semua aturan tersebut, dalam permainan Sudoku, setiap angka harus muncul tepat 9 kali dari angka yang ada sejak awal permainan maupun dari angka yang dimasukkan oleh pemain. Permainan ini dapat dimainkan sendiri atau bersama dengan orang lain.

Game ini relatif mudah dipahami untuk segala usia. Semakin cepat Anda menyelesaikan permainan Sudoku tanpa coba-coba, semakin baik kemampuan logika Anda. Tentunya juga tergantung dari tingkat kesulitan permainan Sudoku yang dimainkan, karena kombinasi angka dari soal Sudoku tersebut merupakan kombinasi dari solusi Anda sendiri. Makalah ini menjelaskan logika di balik permainan Sudoku.

Logika adalah dasar dari semua proses berpikir. Secara logika, kita tahu mana yang benar, mana yang salah dan mana yang bergantung pada variabel lain. Tanpa logika kita tidak dapat menyelesaikan proses pemecahan masalah, sehingga logika merupakan keterampilan yang sangat mendasar dalam kehidupan terutama bagi para ilmuwan dan insinyur yang membutuhkan proses berpikir yang sistematis. Sudoku, sebagai permainan yang membutuhkan pemikiran sistematis, tentunya membutuhkan logika. Oleh karena itu, makalah ini membahas tentang logika permainan Sudoku yang seringkali tidak terpikirkan oleh banyak orang. Kita membutuhkan notasi dan catatan kecil. Catatan kecil berarti menuliskan kemungkinan angka di dalam kotak. Sebagai notasi kita menggunakan notasi berikut.

U: Kumpulan Alam Semesta, {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}.

Kij : menunjukkan kotak pada baris i, kolom j.

Pij : menunjukkan himpunan kemungkinan angka pada baris i, kolom j.

Bi : menunjukkan himpunan angka yang telah muncul pada baris i.

BiX : menunjukkan himpunan kotak pada baris i yang mungkin diisi oleh angka X.

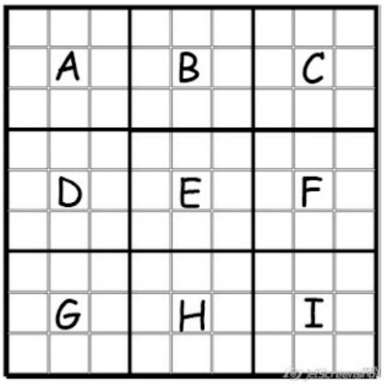
Klj : menunjukkan himpunan angka yang telah muncul pada kolom j.

KljX : menunjukkan himpunan kotak pada kolom j yang mungkin diisi oleh angka X.

Ktx : menunjukkan himpunan angka yang telah muncul pada kotak x.

KtxX : menunjukkan himpunan kotak pada kotak x yang mungkin diisi oleh angka X.

Setiap kotak diberi nama sebagai berikut.



Gambar 3.1 Kotak Sudoku
(sumber : Kombinatorial) diakses pada 12 Desember 2022 pukul 23.52

Himpunan kemungkinan angka beranggota tunggal.
Di Sudoku, setiap kotak kecil hanya bisa diisi dengan satu angka. Kemungkinan angka yang dapat ditetapkan ke satu bidang ditentukan oleh angka yang sebelumnya muncul di baris, kolom, dan blok yang sama. Semakin beragam angka di sekitarnya, semakin sedikit kemungkinan angka yang ada di kotak ini. Penentuan ini dilakukan dengan mencari selisih antara kemungkinan angka dalam sebuah kotak dan angka yang muncul pada baris, kolom yang sama dan blok yang sama. Karena setiap kotak kecil hanya dapat berisi satu angka, dapat dikatakan bahwa jika hanya ada satu angka yang mungkin, angka dari satu-satunya anggota himpunan untuk kotak tersebut adalah benar. Karena dan merupakan himpunan tunggal, maka harus memuat angka 3.
Kedua himpunan memiliki anggota yang sama.
Untuk dengan mudah memecahkan masalah himpunan dengan anggota yang sama, pertama-tama kita mempertimbangkan kasus di mana hanya ada dua himpunan.
Melihat gambar di atas, kita dapat melihat dari catatan biru kecil bahwa P47 dan P68 keduanya berisi {2, 3} hanya dua kemungkinan (perhitungan dijelaskan di bagian kemungkinan tersembunyi).
Kesamaan khusus antara set ini adalah ketika P47 dimasukkan dengan angka 2 atau 3, P68 menjadi satu set, sehingga dapat segera diisi. Begitu juga ketika P68 diisi, P47 menjadi himpunan kesatuan. Atas dasar ini, meskipun kami tidak dapat langsung menentukan isi dari P47 dan P68, kami dapat menyimpulkan bahwa angka 2 dan 3 tidak dapat ditempatkan di kotak KtA lainnya.
Perlu dicatat bahwa teorema ini hanya berlaku untuk dua bilangan yang mungkin karena kita hanya mengevaluasi bilangan mana yang mengisi dua kuadrat. Jika dua kotak memiliki jumlah kemungkinan angka yang sama, tetapi lebih dari dua kemungkinan angka, pernyataan ini tidak dapat digunakan.
Selain itu, dua kotak dalam kumpulan yang sama harus berada dalam subkotak, baris, atau kolom yang sama.

Seperangkat kemungkinan tertutup.
Memang dalam pengembangan materi dari dua bagian himpunan yang sama, terdapat teorema yang lebih luas dari yang dikemukakan sebelumnya. Jika ada beberapa kotak dalam subkotak, baris, atau kolom yang sama dengan kemungkinan angka yang jumlahnya sama dengan jumlah sel tertutup, angka tersebut harus ada di dalam kotak itu. Jika jumlah kemungkinan angka yang dihasilkan dari kombinasi kurang dari jumlah kotak yang dibahas, pasti terjadi kesalahan saat menyelesaikan sudoku.
Hal ini memudahkan untuk menentukan isi kotak lain, meskipun kotak tersebut tidak dapat diisi secara langsung. Jika kotak muncul di subkotak yang sama, akan lebih mudah untuk menentukan isi kotak kosong lainnya di subkotak tersebut. Jika kotak muncul di baris yang sama, lebih mudah untuk menentukan isi kotak kosong lainnya di baris yang sama. Munculnya kotak-kotak di kolom yang sama juga memudahkan untuk menentukan isi kotak kosong lainnya di kolom. Sebagai gambaran, kita dapat melihat contoh di bawah ini. Kita bisa melihat catatan biru kecil di K49, K59 dan K69 bahwa semua kotak berada di subkotak yang sama dan di kolom yang sama.
Karena kombinasi P49, P59, dan P69 memberikan sekumpulan kemungkinan angka yang jumlahnya sama dengan jumlah sel yang dicakup, angka 6, 7, dan 8 pada kolom 9 dan subbidang F hanya dapat diisi. Ini memfasilitasi pengungkapan simultan di subbidang F dan kolom 9.
Ungkapan ini sangat berguna saat memainkan Sudoku pada tingkat kesulitan tinggi. Namun, pernyataan ini hanya berlaku untuk dua dan tiga kotak. Anda jarang melihat sisanya.
Seri stasiun anggota.
Apa yang akan kita bicarakan mirip dengan bagian dari seri anggota tunggal. Perbedaannya adalah pada bagian ini, single head set adalah papan tempat. Misalnya kotak paling bawah belum ada angka 9, dan hanya ada satu kotak yang bisa diisi angka 9. Kotak harus otomatis terisi dengan angka 9, karena kotak paling bawah harus berisi angka 9
di dalam Contoh:
Sebelumnya tidak ada #1 di KtD.
Karena kita melihat bahwa K91 dan K48 memiliki angka 1, KtD1 secara alami berkurang.
Karena hanya berisi sekarang, 1 harus dimasukkan. Ini tidak selalu jelas untuk sudokus tingkat lanjut. Terkadang kita harus menafsirkan satu per satu kemungkinan angka dalam satu baris, kolom, atau subkotak untuk menemukannya.
Peluang Tersembunyi.
Inti dari bagian ini seperti bagian locator yang diatur dengan satu elemen. Perbedaannya adalah pada bagian ini kita membahas lebih dari satu himpunan, himpunan berisi lebih dari satu himpunan berangka tepat, dan isi himpunan itu sama. Tentu saja, rangkaian tersebut harus berada di baris, kolom, atau subkotak yang sama.
Pada gambar di atas, kemungkinan angka dari setiap kotak dihitung dalam KtF dan ditulis dalam kertas kecil berwarna biru. Jika Anda peduli, KtF2 dan KtF3 sama dengan {K47, K68}. Oleh karena itu, P47 dan P68

dapat disederhanakan menjadi {2, 3}. Untuk perhitungan yang lebih mudah, kita dapat langsung melihat bahwa angka 2 dan 3 pada kolom 9 berarti kolom 9 subkotak F tidak dapat diisi dengan angka 2 dan 3. Masih tersisa 2 kotak yang dapat diisi dengan angka 2 dan 3 pada sub kotak F. Hanya angka 3 dan 2 yang dapat dimasukkan secara otomatis di bidang ini, karena kedua angka ini harus memiliki tempat. Ada kesamaan di sini.

Perhatikan gambar di atas. Rekor kursus ditetapkan di KtD dan KtE, yang dapat ditempati oleh nomor 8.

Slot ini memiliki satu fitur umum yang penting, yaitu keduanya hanya ada di baris ke-5 dan ke-6, tidak seperti KtF, yang menawarkan kemungkinan untuk menempatkan angka 8 di baris ke-4, ke-5 dan ke-6. Logika bagian ini, jika di KtD angka 8 ada di baris ke-6, maka di KtE angka 8 harus ada di baris ke-5. Karena baris ke-6 dan ke-5 sudah ada angka 8, KtF harus meletakkan angka 8 di baris keempat.

Jika di KtD angka 8 ada di baris ke-5, maka di KtE angka 8 harus ada di baris ke-6. Karena baris ke-6 dan ke-5 sudah ada angka 8, KtF harus meletakkan angka 8 di baris keempat.

Perbedaan logika yang dibahas di atas mengarah pada hasil yang sama, yaitu dalam KtF angka 8 harus diletakkan pada baris ke-4, sehingga satu-satunya kuadrat yang dapat diisi dengan angka 8 adalah K49.

Pisau transparan

Untuk menyelesaikan Sudoku dengan baik, kita harus bisa melihat efek baru dan mungkin bagus. Kesalahan kebanyakan orang dengan Sudoku adalah hanya menggunakan informasi yang terlihat. Prinsip pengirisan transparan adalah jika KtxX hanya ada di satu kolom atau baris, X dari kolom atau baris itu hanya bisa ada di subkotak x.

Pada gambar di atas terlihat bahwa angka 5 pada subbidang F berpotongan dengan slot yang dapat diisi dengan angka 5 pada subbidang C. Terlihat bahwa hanya ada dua slot yang terisi yang ditandai dengan catatan biru kecil dan itu adalah kolom. Karena subbidang C harus berisi angka 5, mau tidak mau, angka 5 harus diletakkan pada kolom 8, sehingga baris 8 subbidang I tidak dapat diisi dengan angka 5. Gambar di atas menunjukkan bahwa angka 5 pada subbidang F berpotongan kemungkinan posisi. Masukkan angka 5 pada kolom di bawah ini. Dari situ ternyata hanya ada dua tempat yang harus diisi, ditandai dengan catatan kecil berwarna biru, yaitu kolom. Karena subbidang C harus berisi angka 5, dan mau tidak mau angka 5 harus diletakkan di kolom 8, jadi baris 8 subbidang I tidak bisa diisi angka 5.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa teori kombinatorial dapat digunakan dalam permainan sudoku untuk membantu menyelesaikan teka-teki dengan menggunakan metode eliminasi dan penyisipan. Dengan menggunakan metode ini, kita dapat mengurangi jumlah kemungkinan angka yang dapat dimasukkan ke dalam kotak-kotak yang masih kosong sehingga memudahkan kita dalam menyelesaikan teka-teki sudoku. Namun perlu diingat, bahwa teori kombinatorial hanyalah salah satu metode yang dapat digunakan dalam permainan sudoku, dengan kata lain masih ada banyak metode lain yang dapat digunakan untuk menyelesaikan teka-teki ini.

V. Ucapan Terima kasih

Pada kesempatan ini, pertama penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa. Makalah ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar tidak hanya karena usaha penulis sendiri. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Fariska Zakhralativa Ruskanda, S.T., M.T. atas pengajaran dalam perkuliahan IF2120 Matematika Diskrit.
2. Bapak Dr. Ir. Rinaldi, M.T. atas bimbingan dalam perkuliahan IF2120 Matematika Diskrit.
3. Orangtua penulis yang senantiasa mendoakan dan memberi dukungan penuh.
4. Teman-teman IF'21 yang telah memberi dukungan satu sama lain.

Referensi

[1] https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Kombinatorial-2020-Bagian1.pdf diakses pada 12 Desember 2022 pukul 19.26

[2] https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Kombinatorial-2020-Bagian2.pdf diakses pada 12 Desember 2022 pukul 19.37

[3] Cara Bermain Sudoku diakses pada 12 Desember 2022 19.41

[4] Kombinatorial diakses pada 12 Desember 2022 pukul 20.37

[5] Teori Kombinatorial diakses pada 12 Desember 2022 pukul 21.21

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, 12 Desember 2022

Maggie Zeta RS - 13521117