

# Penerapan Logika dan Peluang dalam Permainan Minesweeper

Kharis Isriyanto 13514064  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
13514064@std.stei.itb.ac.id

**Abstract**—Logika adalah sesuatu yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia sehari-hari. Logika dipakai untuk penalaran dan mengambil kesimpulan. Selain logika, kita juga sering menemui keadaan yang membutuhkan ilmu peluang dalam kehidupan kita sehari-hari seperti dalam mengocok dadu atau melempar koin. Makalah ini akan membahas mengenai pemanfaatan ilmu logika dan peluang dalam permainan minesweeper.

**Keywords**— logika, peluang, kemungkinan

## I. PENDAHULUAN

Permainan mineweeper adalah permainan komputer yang sudah sejak lama ada di komputer dengan sistem operasi Windows. Permainan ini dimainkan dalam arena yang terdiri dari kotak-kotak kecil. Dalam kotak-kotak ini disimpan secara acak bom-bom atau ranjau yang ditanam. Tugas pemain adalah untuk membuka semua kotak yang tidak berisi bom.

Permainan minesweeper dapat dikatakan sebagai permainan yang menggabungkan logika dan peluang. Seringkali ada petak yang harus ditebak dan kita hanya mengandalkan peluang. Kita harus memilih salah satu di antara dua atau lebih kotak yang tidak diketahui isinya Akan tetapi, tidak jarang juga bisa memakai logika untuk menarik kesimpulan bahwa ada bom di suatu kotak. Oleh karena itulah, saya akan membahas mengenai penerapan ilmu peluang dan logika pada permainan minesweeper.



Gambar 1 - permainan minesweeper

## II. DASAR TEORI

### A. Logika

Logika adalah cabang dari filsafat yang fokus pada penalaran. Sebagai ilmu, logika mempelajari kecakapan untuk berpikir secara lurus, tepat, dan teratur.<sup>[1]</sup>

Logika mempunyai dua dasar penalaran yaitu penalaran deduktif dan penalaran induktif. Pada penalaran deduktif, kesimpulan ditarik atau merupakan konsekuensi dari argumen atau premis-premisnya. Logika induktif, penalaran berangkat dari serangkaian fakta-fakta khusus untuk mencapai kesimpulan umum.

### B. Kombinatorial

Peluang tidak dapat dipisahkan dari kombinatorial karena keduanya saling berhubungan. Oleh karena itu pada upabab akan dibahas mengenai kombinatorial.

Kombinatorial adalah cabang matematika yang mempelajari pengaturan objek-objek.<sup>[2]</sup> Kombinatorial berfokus pada menghitung jumlah kemungkinan tanpa mengenumerasi semua kemungkinannya. Ada beberapa kaidah yang dipakai untuk menghitung kemungkinan-kemungkinan tersebut yaitu kaidah perkalian (rule of product) dan kaidah penjumlahan (rule of sum).

Kaidah perkalian dilakukan jika dua kejadian dilakukan secara bersamaan. Sebagai contoh ada 2 percobaan yang dilakukan. Percobaan 1 mempunyai  $a$  hasil percobaan sementara percobaan 2 mempunyai  $b$  hasil percobaan. Jika percobaan 1 dan percobaan 2 dilakukan, maka terdapat  $a \times b$  hasil percobaan.

Kaidah penjumlahan dilakukan jika salah satu percobaan saja yang dilakukan. Melihat contoh sebelumnya, jika percobaan 1 mempunyai  $a$  hasil percobaan dan percobaan 2 mempunyai  $b$  hasil percobaan maka jika percobaan 1 atau percobaan 2 dilakukan, maka terdapat  $a + b$  hasil percobaan.

Kedua kaidah tersebut dapat diperluas untuk  $n$  percobaan di mana  $n > 2$ . Misalnya jika dilakukan  $n$  buah percobaan yang mempunyai masing-masing  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$  kemungkinan, maka untuk kaidah perkalian didapat  $p_1 \times p_2 \times p_3 \times \dots \times p_n$  kemungkinan. Sementara untuk kaidah penjumlahan akan didapat  $p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n$

kemungkinan.

Dalam kombinatorial dikenal persamaan permutasi dan kombinasi. Permutasi adalah jumlah kemungkinan urutan berbeda yang dapat dibentuk dari pengaturan objek-objek. Sementara kombinasi yang adalah bentuk khusus dari permutasi menghitung kemungkinan pengaturan objek-objek tanpa memperhatikan urutannya. Persamaan dari kombinasi dan permutasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

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

$$C(n, r) = \frac{P(n, r)}{(r)!} = \frac{n!}{r!(n-r)!} \quad (2)$$

Persamaan pertama adalah persamaan permutasi dan kombinasi  $r$  objek dari  $n$  objek yang tersedia. Persamaan kedua adalah persamaan kombinasi  $r$  objek dari  $n$  objek yang tersedia.

### C. Peluang

Peluang atau probabilitas adalah ilmu yang mempelajari kemungkinan terjadinya suatu kejadian.<sup>[2]</sup> Peluang dapat dihitung dengan membagi jumlah kemungkinan terjadinya sesuatu dibagi dengan jumlah semua kemungkinan yang terjadi.

$$P(E) = \frac{n(E)}{n(S)} \quad (3)$$

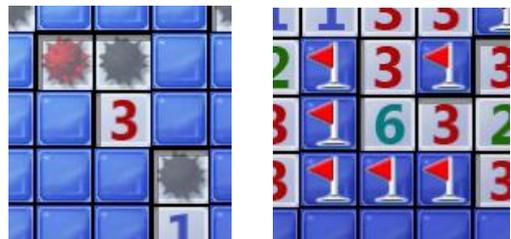
Pada persamaan di atas,  $n(E)$  adalah jumlah kemungkinan sesuatu terjadi dan  $n(S)$  adalah jumlah semua kemungkinan. Nilai peluang pasti berkisar antara 0 s/d 1. Jika peluang bernilai 0, maka kejadian tersebut tidak akan pernah terjadi. Jika peluang bernilai 1, maka kejadian tersebut pasti terjadi. Nilai-nilai di antaranya menunjukkan besarnya kemungkinan kejadian tersebut terjadi.

## III. DASAR PERMAINAN MINESWEEPER

Minesweeper yang akan dijadikan objek pembahasan makalah ini adalah minesweeper yang terdapat pada kumpulan permainan pada komputer dengan sistem operasi Windows 7. Permainan ini mempunyai tiga mode permainan yaitu beginner, intermediate, dan advanced. Mode beginner mempunyai 10 bom atau ranjau yang tersebar di arena dengan jumlah kotak 9x9. Mode intermediate mempunyai 40 ranjau yang tersebar pada arena dengan jumlah kotak 16x16 atau 256. Sementara mode advanced mempunyai 99 ranjau yang tersebar pada arena dengan jumlah kotak 16x30. Pada pembahasan ini kita akan memakai mode permainan advanced.

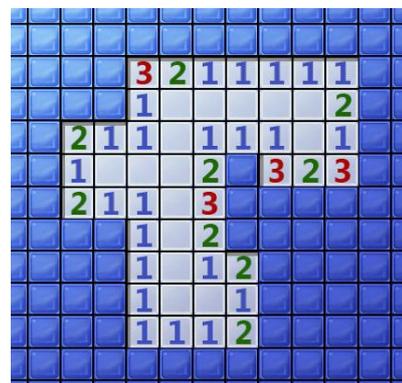
Seperti disebutkan pada pendahuluan, tujuan dari

permainan ini adalah membuka semua kotak yang tidak berisi ranjau. Untuk membuka suatu kotak klik kiri pada mouse pada kotak tersebut. Agar kita dapat membuka kotak-kotak yang tidak berisi ranjau, kita memiliki petunjuk pada kotak-kotak di sekitar ranjau. Jika pada suatu kotak yang sudah dibuka terdapat angka, itu berarti di sekitar kotak tersebut, yaitu di 8 kotak di sekitarnya, ada bom sejumlah angka tersebut. Sebagai contoh jika suatu kotak memiliki angka 1 berarti ada 1 ranjau yang terletak di suatu kotak di sekitarnya, entah di sebelah kiri, kanan, atas, bawah, atau sebelah kiri atas, kanan atas, kiri bawah, dan kanan bawah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 - Tiga bom di sekitar kotak berangka 3 dan enam bom di sekitar kotak berangka 6.

Selain kotak yang memiliki angka yang menandakan jumlah bom, ada juga kotak yang tidak memiliki angka. Itu berarti di sekitarnya tidak ada ranjau yang ditanam. Kotak ini memberikan sedikit kemudahan bagi kita karena jika mendapat kotak ini kotak-kotak di sekitarnya akan langsung dibuka. Seringkali kotak kosong ini bersebelahan atau terletak berdekatan dengan banyak kotak kosong lainnya sehingga akan memberikan keuntungan bagi kita.



Gambar 3 - Kotak kosong yang terbuka akan membuka kotak di sekitarnya dan memberikan kita kemudahan

Permainan minesweeper mempunyai fitur untuk memberi tanda suatu kotak. Jika kita mengetahui di suatu kotak terdapat bom kita dapat memberikan tanda bendera merah seperti pada gambar 2 pada kotak tersebut. Jika kita menekan kotak tersebut kotak itu tidak akan terbuka. Jika kita belum mengetahui atau bingung apakah suatu kotak terdapat bom atau tidak kita dapat memberi tanda tanya

pada kotak tersebut. Jika kita menekan kotak tersebut kotak tersebut masih dapat terbuka.

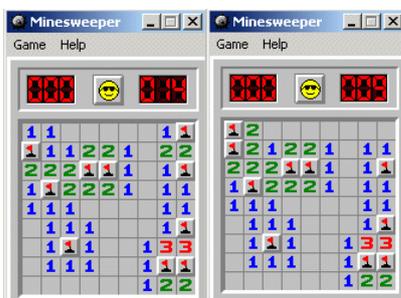
Teknik lain yang dapat membantu kita untuk menyelesaikan minesweeper dengan lebih mudah adalah dengan membuka kotak yang sudah dipastikan tidak ada bom. Kotak yang dimaksud di sini adalah jika ada suatu kotak yang mempunyai suatu angka dan ada bendera yang menandai kotak-kotak di sekitarnya sejumlah angka tersebut, kita dapat mengklik mouse kanan dan kiri secara bersamaan. Jika kotak yang ditandai bendera merupakan ranjau, maka kotak di sekitar kotak yang sudah kita klik akan terbuka. Akan tetapi jika kita salah menandai kotak, maka bom yang sebenarnya ada di salah satu kotak sekitarnya selain yang kita tandai akan meledak dan permainan akan berakhir. Oleh karena itu kita harus berhati-hati menandai kotak yang berisi bom.

#### IV. PEMBAHASAN

##### A. Penerapan Peluang pada Minesweeper

Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, pada pembahasan makalah ini kita akan memakai mode permainan advanced yang memiliki 99 ranjau yang tersebar pada arena berukuran 16 kotak x 30 kotak.

Pada awal permainan kita tidak dapat menebak mana kotak yang berisi ranjau atau bukan. Oleh karena itu kita hanya dapat mengandalkan keberuntungan kita pada awal permainan. Akan tetapi, kita dapat mengetahui bahwa peluang kita mendapat ranjau pada tebakan pertama kita sangat kecil, yaitu  $99/480$  atau sekitar 20,62%. Meskipun ada peluang untuk mendapat ranjau pada tebakan pertama, pada kenyataannya tidak pernah didapatkan bom pada tebakan pertama. Hal itu disebabkan karena jika kita mendapat ranjau pada tebakan pertama kita, ranjau tersebut akan dipindahkan ke pojok kiri atas papan permainan.<sup>[3]</sup> Jika kotak tersebut sudah ditempati bom, maka bom akan dipindahkan ke sebelah kanannya, dan begitu seterusnya. Untuk lebih jelasnya ilustrasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 - Dua arena identik di mana pada papan kedua bom dipindahkan ke kiri atas

Sumber: <http://www.techuser.net/mineclick.html>

Satu hal yang dapat membantu kita pada awal permainan adalah jika kita mendapat kotak yang kosong. Kotak kosong adalah kotak yang tidak berisi bom maupun angka. Peluang untuk mendapat kotak kosong cukup

besar. Menurut Tim Kostka<sup>[4]</sup> kemungkinan kotak kosong yang terbuka pada pembukaan game paling besar terdapat di tengah. Jadi kalau kita ingin mencari kotak kosong, carilah di bagian tengah karena kemungkinan paling besar terdapat di tengah.

	Beginner	Intermediate	Expert
Corner	18	27	16
Edge	20 – 24	31 – 42	19 - 26
Middle	23 – 32	35 – 66	23 - 41

Tabel 1 Ukuran daerah kosong yang terbentuk pada pembukaan permainan.

Sumber: <http://www.minesweeper.info/wiki/Strategy>

Teori peluang yang dapat diterapkan lagi pada permainan ini adalah peluang terdapatnya bom pada kotak di sekitar kotak yang sudah diketahui angkanya. Jika misalnya terdapat angka 1 pada suatu kotak dan semua kotak di sekitarnya belum terbuka, maka peluang setiap kotak tersebut terdapat bom adalah  $1/8$ . Begitu juga jika terdapat angka 5 pada suatu kotak dan di sekitarnya belum terbuka maka kemungkinan setiap kotak untuk berisi bom adalah  $5/8$ .

Aturan tersebut juga berlaku jika beberapa kotak di sekitarnya sudah terbuka dan masih ada yang belum. Jika pada suatu kotak terdapat angka 2 dan 4 kotak lain di sekitarnya belum terbuka, maka jika dipilih secara acak salah satu dari keempat kotak tersebut, akan didapat peluang  $2/4$  atau  $1/2$  untuk mendapat bom.

Jadi dari sini kita dapat menyimpulkan bahwa jika pada suatu kotak terdapat angka, kemungkinan kotak yang belum terbuka di sekitarnya adalah bom adalah angka tersebut dibagi jumlah kotak yang belum diketahui. Atau jika kita ingin membuatnya lebih umum lagi, kita bisa berkata jumlah bom yang belum ditemukan dibagi jumlah kotak yang belum terbuka. Pada contoh gambar 5 di bawah jika dipilih secara acak kita bisa menentukan peluang setiap kotak untuk berisi bom pada masing-masing kasus adalah  $2/4$  atau  $1/2$ ,  $5/8$ , dan  $3/5$ .

Persamaan peluang untuk suatu kotak yang ada di sekitar kotak yang sudah terbuka adalah:

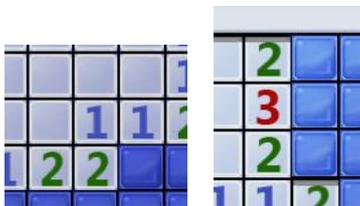
$$P = \frac{\text{jumlah bom yang belum ditemukan}}{\text{jumlah kotak yang belum terbuka}} \quad (4)$$



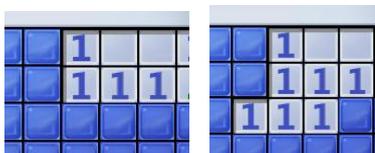
Gambar 5 - Penentuan peluang ditemukannya suatu bom berdasarkan angka yang diketahui.

Penerapan peluang lain yang didapat pada minesweeper adalah dalam penentuan petak yang mempunyai ranjau. Seperti persamaan di atas yang sudah disimpulkan, kita dapat mengetahui bahwa jika peluang terdapatnya bom pada suatu petak adalah 1, maka petak tersebut pasti berisi bom, sementara jika peluang petak tersebut adalah 0, kita dapat memastikan bahwa petak tersebut tidak berisi bom. Kita akan mengambil contoh jika suatu kotak berisi angka 1 dan kotak di sekitarnya yang belum terbuka hanya 1, maka dapat dipastikan kotak itu berisi ranjau. Begitu pula jika suatu kotak berisi angka 4 dan petak yang belum terbuka di sekitarnya berjumlah 4, maka kita dapat menyimpulkan semua petak tersebut berisi bom. Ilustrasi dapat dilihat pada gambar 6.

Penentuan apakah suatu petak adalah bom atau bukan juga dapat dilakukan dengan cara ini. Sebagai contoh lihat gambar 7. Pada gambar dapat dilihat bahwa peluang bom berada di masing-masing kotak pada dua kotak di paling bawah adalah  $1/2$ , mengacu pada angka 1 di kotak di sebelah kiri bawah. Sekarang, kita mengacu pada angka 1 di kotak di bawahnya. Kita mengetahui bahwa bom berada di kotak sebelah kiri atas atau kiri bawah dengan peluang masing-masing 50%. Berarti tiga kotak di bawahnya mempunyai peluang 0 untuk berisi bom. Jadi kita dapat menebak tiga kotak di bawahnya tidak berisi bom.



Gambar 6 - Contoh kotak-kotak yang mempunyai peluang 1 untuk mempunyai bom.



Gambar 7 - Tiga kotak di bawah kotak 1 di pojok kiri bawah mempunyai peluang 0 untuk memiliki bom.

### B. Penerapan Logika Pada Minesweeper

Pada bab sebelumnya, sudah dibahas mengenai peran peluang dalam menentukan letak ranjau pada suatu kotak. Selain menggunakan peluang, kita juga bisa mengetahui letak suatu bom dengan memeriksa kebenaran angka-angka yang sudah terbuka. Oleh karena itu kita bisa memakai logika untuk menentukan di mana bom sebenarnya. Ada beberapa kasus yang mempunyai solusi khas dan memerlukan logika untuk menyelesaikannya. Pada bab ini ada setidaknya dibahas 2 kasus yang dapat diselesaikan dengan logika, sebenarnya masih ada lagi kasus lain yang dapat diselesaikan dengan logika, tetapi di sini hanya akan dibahas kasus yang umum terjadi.

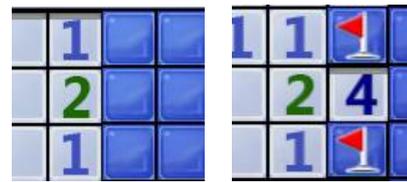
Di titik awal kita mengasumsikan bahwa setiap angka

yang terdapat pada setiap kotak adalah pernyataan yang bernilai benar. Agar pernyataan tersebut benar, maka jumlah bom di sekitarnya harus sama dengan angka yang terdapat pada kotak tersebut. Karena setiap kotak mempunyai angka, maka agar semua angka dalam kotak tersebut benar, maka setiap bom harus terletak pada tempatnya masing-masing. Untuk membahas ini, kita akan membahas kasus pada gambar 3 dan 4. Ada dua contoh di mana logika akan dipakai untuk menentukan letak bom.

Pada gambar 3 dapat kita lihat ada angka 1-2-1 yang bersebelahan. Di sebelah kanan kotak-kotak tersebut ada kotak-kotak yang belum terbuka yang berarti di situlah tempat bom berada.

Jika bom diletakkan di sebelah angka 1 paling atas dan di sebelah 2, akan ada angka yang bernilai salah, yaitu 1 yang paling atas, karena di sekitarnya ada 2 bom. Agar semua nilai tersebut benar kita harus meletakkan 2 bendera di depan angka 1. Dengan begitu semua angka yang sudah diketahui akan bernilai benar dan kita bisa membuka kotak yang bukan berisi ranjau.

Cara lain adalah kita dapat mengasumsikan ada 1 ranjau di antara 2 kotak paling atas. Karena 1 bom sudah diketahui tempatnya, yaitu di antara kotak atas dan tengah, kita dapat mengambil kesimpulan bahwa ada 1 bom di kotak bawah. Karena hanya ada 1 bom di sekitar kotak berangka 1 paling bawah berarti kita mengetahui bahwa kotak tengah bukanlah bom.



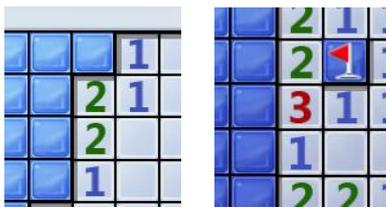
Gambar 8 - Pola 1-2-1 yang dapat dianalisa dan letak bom sebenarnya.

Pada contoh kedua, ada barisan angka 1-2-2-1. Seperti pada contoh pertama, kita akan mencoba menempatkan bom di depan angka 1, 2 dan 1. Tetapi hal ini menyebabkan kotak yang bernilai angka 1 salah. Berarti bukan itu solusinya. Jika dua bom diletakkan masing-masing di depan angka 1, kotak dengan angka 1 akan bernilai benar, tetapi kotak dengan angka 2 akan bernilai salah. Solusi yang tepat adalah dengan menempatkan 2 bendera masing-masing di depan angka 2. Dengan begitu semua kotak yang sudah terbuka akan bernilai benar.



Gambar 9 - Pola 1-2-2-1 yang dapat dianalisa

Kedua pola tersebut, yaitu 1-2-1 dan 1-2-2-1 dapat ditemukan pada bentuk lain yang sebenarnya sama dengan bentuk tersebut. Biasanya bentuk lain yang ditemukan mempunyai angka yang lebih besar. Sebagai contoh pada gambar di bawah ini. Sekilas kita melihat bahwa bentuk di bawah ini sulit diselesaikan. Akan tetapi sebenarnya ini merupakan bentuk lain dari 1-2-1. Kita melihat bahwa kotak di atas 2 pasti berisi bom karena ada angka 1 yang menunjuk ada kotak tersebut. Hal ini mengakibatkan kotak 2 di atas hanya perlu menemukan 1 bom lagi karena 1 bom sudah ditemukan di atasnya. Jadi dengan menerapkan bentuk 1-2-1, kita bisa menyimpulkan bom ada di sebelah 2 paling atas dan di sebelah 1 paling bawah. Begitu pula dengan gambar di sebelah kanan yang dapat direduksi menjadi bentuk 1-2-1.

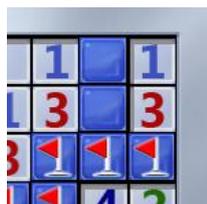


Gambar 10 - Bentuk yang setara dengan pola 1-2-1

Aturan tersebut tidak hanya berlaku untuk pola 1-2-1. Untuk pola 1-2-2-1 aturan tersebut juga berlaku, yaitu untuk dapat muncul dalam bentuk yang lain, tetapi prinsipnya sama.

### C. Gabungan Logika dan Peluang pada Minesweeper

Pada dua sub-bab sebelumnya, sudah dibahas tentang penentuan letak bom dengan pendekatan peluang dan logika secara terpisah. Memang dapat ditemukan beberapa kasus yang dapat diselesaikan baik menggunakan logika saja ataupun peluang saja. Contohnya seperti gambar 11. Pada gambar tersebut ditunjukkan kasus di mana bom hanya tinggal satu yang belum diketahui letaknya. Kita harus memilih salah satu kotak yang tidak berisi bom. Kita mengetahui peluang kotak tersebut sama besar yaitu 50%. Dengan logika kita tidak dapat menebak kotak mana yang berisi bom. Kita hanya dapat menebak dan mengandalkan peluang yang kita punya.

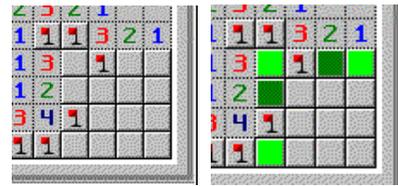


Gambar 11 - Bentuk di mana peluang kedua kotak sama

Akan tetapi, sebenarnya logika dan peluang tidak bisa berdiri sendiri. Jika kita dapat menyimpulkan bahwa di suatu kotak terdapat bom, maka peluang bom berada di

kotak tersebut adalah 100%. Sebaliknya, jika peluang bom di kotak tersebut 100%, kita dapat menyimpulkan bahwa di kotak tersebut terdapat bom. Hal tersebut berlaku untuk kasus lainnya misalnya jika dapat dipastikan tidak ada bom.

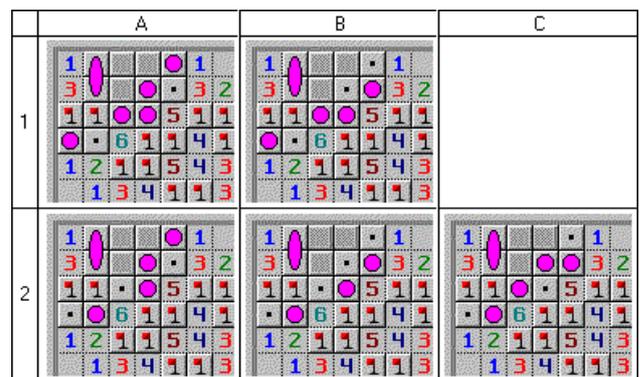
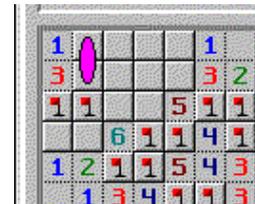
Ada beberapa kasus yang tidak dapat diselesaikan hanya dengan menggunakan pendekatan peluang atau logika sendirian, tetapi harus bersama-sama. Misalnya pada gambar 11. Gambar sebelah kiri adalah persoalan aslinya. Dengan penalaran kita dapat mengetahui dua kemungkinan solusi seperti yang ditunjukkan pada gambar di sebelah kanan. Ranjau bisa berjumlah tiga dengan solusi berwarna hijau muda, atau bisa berjumlah dua dengan solusi berwarna hijau tua. Kedua solusi itu bisa memenuhi kondisi yang diberikan angka-angka di sekitarnya.



Gambar 12 - Persoalan yang membutuhkan logika dan peluang

Sumber: <http://nothings.org/games/minesweeper/>

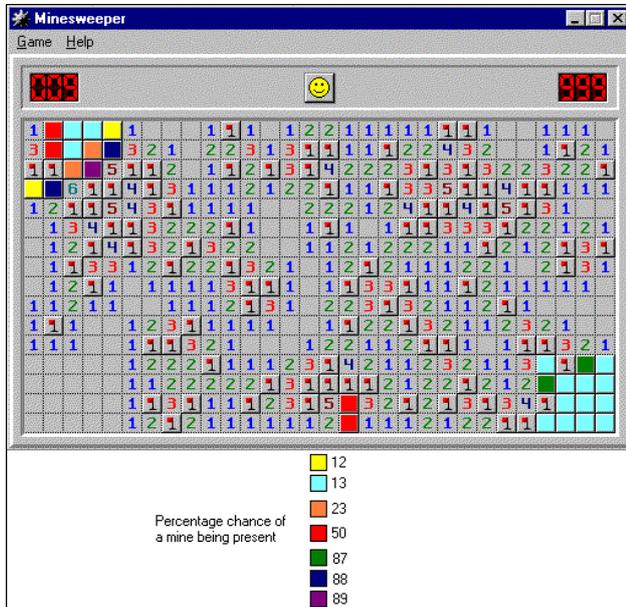
Ada lagi persoalan yang tidak kalah rumitnya pada daerah yang lain pada arena yang sama. Persoalan tersebut ditunjukkan pada gambar 12. Persoalan pada gambar atas dapat diselesaikan dengan lima kemungkinan solusi yang ada di bagian bawah. Semua kemungkinan solusi tersebut valid dan memenuhi syarat-syarat jumlah bom di sekitar kotak yang terbuka.



Valid configurations of mines in the top left corner

Gambar 13 - Persoalan dan kumpulan solusi yang valid  
Sumber: <http://nothings.org/games/minesweeper/>  
Dari kedua persoalan tersebut, meskipun kita tahu

beberapa kemungkinan solusi, itu tidak membantu. Semua kemungkinan tersebut valid dan mempunyai peluang yang sama besar jika berdiri sendiri. Akan tetapi jika kita menggabungkan kedua persoalan tersebut, maka kita akan mendapat sepuluh kemungkinan. Dengan melihat sepuluh kemungkinan dan juga keseluruhan papan didapat peluang masing-masing kotak seperti gambar di bawah. Perhitungan peluang di bawah ini diambil dari sumber yang sama dengan persoalan.<sup>[5]</sup>



Gambar 14 - Peluang terdapatnya bom pada setiap kotak

Sumber: <http://nothings.org/games/minesweeper/>

Setelah melihat kemungkinan setiap kotak untuk mengandung bom, kita yang akan menentukan kotak mana yang kita pilih. Jika mengikuti peluang pada setiap kotak tentu kita akan memilih untuk membuka peta yang mempunyai peluang kecil karena pada kotak yang berpeluang besar sangat mungkin terdapat bom, meskipun masih ada kemungkinan kotak tersebut aman.

## V. KESIMPULAN

Peluang dan logika mempunyai peran yang sangat besar untuk menyelesaikan permainan minesweeper. Tanpa keduanya, meskipun kita dapat memainkan permainan tersebut tetapi tidak akan maksimal dalam menyelesaikannya. Begitu juga dengan permainan itu sendiri. Minesweeper melatih kita untuk berlogika dan mengambil kesimpulan, sekaligus membantu kita untuk belajar tentang peluang.

## VI. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatNya makalah ini dapat selesai tepat pada waktunya. Penulis berterima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T. dan Ibu Dra. Harlili, M.Sc. selaku dosen mata kuliah matematika diskrit. Tidak lupa juga penulis berterimakasih kepada orangtua dan teman-teman yang telah mendukung pengerjaan makalah ini.

## REFERENSI

- [1] Rapar, Jan Hendrik. 1966. *Pengantar Logika. Asas-asas penalaran sistematis*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- [2] Munir, Rinaldi. *Diktat Kuliah IF 2120 Matematika Diskrit*. Bandung: Penerbit Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung.
- [3] <http://www.techuser.net/mineclick.html> (diakses pada 10 Desember 2015 pukul 15.00)
- [4] <http://www.minesweeper.info/wiki/Strategy> (diakses pada 10 Desember 2015 pukul 14.00)
- [5] <http://nothings.org/games/minesweeper/> (diakses pada 10 Desember 2015 pukul 15.00)

## 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 2015

ttd

Kharis Isriyanto 13514064