

# Penerapan Kombinatorial Untuk Menimalisir Kerugian Dalam Bermain Roulette

Matthew Vladimir Hutabarat - 13522093

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

vladimirmatthew791@gmail.com

**Abstract**—Roulette merupakan permainan kasino yang mengandalkan keberuntungan dan terkenal di seluruh dunia. Aturan dari game ini cukup mudah, Pemain akan bertaruh kepada sesuatu dan pemain akan menang jika bola pada roulette jatuh ke angka yang pemain taruh. Dengan kombinatorik, pemain dapat memperkirakan peluang kemenangannya dan meminimalisir kerugian yang diterima.

**Keywords**—Roulette wheel, kombinatorik, strategi

## I. PENDAHULUAN

Permainan kasino adalah fasilitas atau tempat yang menyediakan berbagai bentuk kegiatan perjudian. Tujuan utama dari kasino adalah untuk bermain permainan keberuntungan dan bertaruh uang. Pemain yang datang ke kasino umumnya membawa harapan yang tinggi untuk memenangkan uang atau hadiah. Namun, kebanyakan dari pemain, bukannya mendapatkan untung malah mendapatkan rugi. Tidak jarang banyak pemain yang menjadi miskin dan menghimbau orang lain untuk menghindari kasino.

Casino pada umumnya mempunyai banyak permainan seperti Blackjack, Poker, Roulette, Craps, Slot, dan lain-lainnya. Semua permainan ini mengandalkan keberuntungan dan untuk ikut bermain, pemain harus bertaruh dengan minimal nominal tertentu. Umumnya di kasino terdapat minimal dan maksimal nominal untuk memaksimalkan keuntungan pengelola kasino.

## II. TEORI FUNDAMENTAL

### A. Kombinatorik

Kombinatorik merupakan salah satu ilmu matematika yang mempelajari perhitungan dan analisis kombinasi dari objek objek yang ada. Kombinatorik banyak dipakai untuk memecahkan permasalahan ilmu computer, ekonomi, kriptografi, dan lain-lain. Kombinatorik pada makalah ini banyak dipakai untuk menentukan peluang dalam bermain permainan kasino. Ilmu ini akan membantu kita meminimalisir kerugian dalam bermain kasino. Terdapat dua kaidah dasar dalam menghitung kombinatorik, yaitu kaidah penjumlahan dan kaidah perkalian.

#### 1) Kaidah penjumlahan

Kaidah penjumlahan digunakan ketika ingin menghitung jumlah cara yang berbeda dalam

mengeksekusi suatu tugas melalui jalur yang berbeda (alternatif). Jika ada tugas yang bisa diselesaikan dengan banyak  $n$  atau  $m$  cara, maka jumlah cara untuk menyelesaikan tugas sebanyak  $(n + m)$  cara

#### 2) Kaidah perkalian

Kaidah perkalian digunakan ketika ingin menghitung jumlah cara yang berbeda untuk mengeksekusi serangkaian tugas secara berurutan. Jika ada tugas yang dapat dilakukan dengan  $n$  dan  $m$  cara, maka total cara untuk menyelesaikan tugas sebanyak  $(n \times m)$  cara.

Selain dasar kaidah diatas, kombinatorik mempunyai dua konsep dasar yang sering dibahas yaitu permutasi dan kombinasi.

#### 1) Permutasi

Permutasi merupakan bagaimana mengelompokkan objek-objek yang berbeda dalam urutan tertentu. Jumlah permutasi dari  $n$  objek diambil  $r$  secara sekaligus dapat ditulis  $P(n, r)$ . Rumus permutasi sebagai berikut

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

#### 2) Kombinasi

Kombinasi merupakan bagaimana mengelompokkan objek-objek yang berbeda tanpa memperhatikan urutan tertentu. Jumlah kombinasi dari  $n$  objek diambil  $r$  secara sekaligus dapat ditulis  $C(n, r)$ . Rumus kombinasi sebagai berikut.

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

Kombinatorik akan banyak dipakai pada makalah ini dengan menggunakan kaidah kaidah dan kedua konsep dasar diatas. Beberapa teori atau rumus turunan tentang kombinatorik berkaitan dengan permainan kasino sebagai berikut.

#### 1) Peluang

Peluang berbicara tentang kemungkinan suatu hal terjadi (titik sampel) dari semua kemungkinan yang ada (total ruang). Nilai peluang akan berkisar dari 0 hingga 1. Dimana peluang yang bernilai 1 artinya titik sampel pasti akan terjadi sedangkan peluang yang bernilai 0 artinya titik sampel tidak mungkin terjadi. Rumus peluang dapat ditulis sebagai berikut.

$$P(A) = \frac{\text{Jumlah kejadian yang diinginkan}}{\text{Jumlah kemungkinan kejadian}}$$

$$0 \leq P(A) \leq 1$$

2) Expected Value

Expected value atau nilai harapan merupakan rumus yang mengukur nilai rata-rata dari suatu peristiwa acak. Dalam permainan kasino, nilai expected value sering juga menjadi nilai house edge. Rumus expected value sebagai berikut.

$$EV = \sum_1^i \text{Outcome}_i \times \text{Probability}_i$$

Sebagai contoh, sebuah dadu bersisi 6 yang digulirkan memiliki peluang  $\frac{1}{6}$  untuk setiap mata dadu yang muncul. Maka nilai expected value dari dadu tersebut sebagai berikut

$$EV = \left(1 \times \frac{1}{6}\right) + \left(2 \times \frac{1}{6}\right) + \left(3 \times \frac{1}{6}\right) + \left(4 \times \frac{1}{6}\right) + \left(5 \times \frac{1}{6}\right) + \left(6 \times \frac{1}{6}\right)$$

$$EV = 3,5$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan expected value dari sebuah dadu digulirkan adalah 3,5. Nilai ini dapat diartikan jika sebuah dadu digulirkan maka rata-rata mata dadu yang keluar adalah 3 atau 4.

3) Kelly Formula

Kelly Formula dalam makalah ini digunakan untuk menentukan seberapa besar uang yang harus dipertaruhkan seorang penjudi untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Kelly formula dituliskan sebagai berikut

$$x = \frac{pb - q}{b}$$

$x$  = fraksi uang dipertaruhkan

$p$  = peluang menang

$q$  = peluang kalah

$b$  = rasio hadiah dengan taruhan ( $b : 1$ )

Rumus diatas akan dipakai untuk rumus dibawah ini yang disebut *Kelly Formula Derivation: Compounding Bankroll Model* untuk menentukan jumlah uang setelah  $n$  taruhan.

$$A_n = A_0(1 + bx)^w(1 - x)^l$$

$A_n$  = jumlah uang setelah  $n$  taruhan

$A_0$  = modal awal

$n$  = jumlah taruhan ( $n = w + l$ )

$w$  = jumlah taruhan menang

$l$  = jumlah taruhan kalah

$x$  = fraksi uang dipertaruhkan

$b$  = rasio hadiah dengan taruhan

Sebagai contoh, Seorang pemain membawa modal \$100 ke dalam kasino, setiap bertaruh ia mempertaruhkan 10% dari modal yang ia punya. Pemain bermain di permainan yang memberi rasio hadiah 2-to-1, maka jumlah uang setelah  $n$  taruhan sebagai berikut.

$$A_n = 100 (1 + 2(0.1))^w (1 - 0.1)^l$$

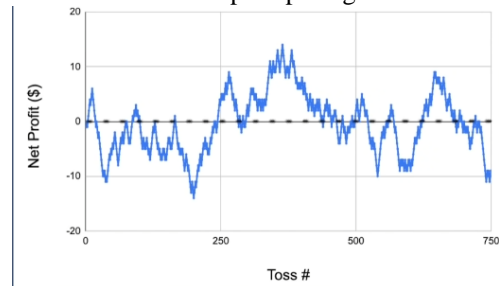
$$A_n = 100 (1.2)^w (0.9)^l$$

Dari persamaan, kita mengetahui setiap taruhan yang menang, modal bertaruh akan bertambah 20% dan jika kalah akan berkurang 10% sehingga jika pemain bertaruh 4 ronde dengan 2 menang dan 2 kalah, maka jumlah modal yang ada adalah \$116.64

$$A_4 = 100(1.2)^2(0.9)^2 = 116.64$$

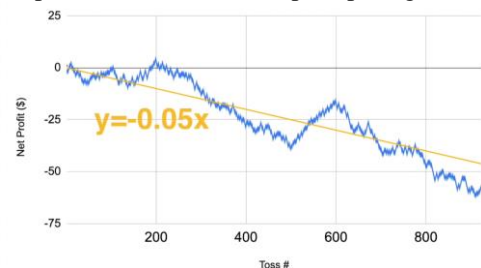
B. Kasino dan Perjudian

Kasino pada umumnya merupakan model bisnis yang dibuat oleh beberapa pihak untuk mendapatkan untung dengan mengajak pemain untuk bermain permainan judi. Permainan ini digunakan kasino untuk mendapat keuntungan dari kekalahan pemain. Pemain yang kalah dari permainan kasino akan kehilangan uang taruhannya, Namun, pemain yang menang akan mendapatkan hadiah taruhan berlipat-lipat ganda dari uang yang ditaruhkan atau biasa disebut *odds*. Sebagai contoh, Roulette mempunyai *odds* 3 : 1, artinya setiap kemenangan pemain, pemain akan mendapatkan tiga kali lipat dari uang yang dipertaruhkan ditambah uang yang dipertaruhkannya. Jika dilihat sekilas, keuntungan yang didapatkan kasino bersifat acak namun kenyataannya tidak. Kasino mendapatkan keuntungan dengan memasang *House Edge*. *House Edge* adalah keuntungan kasino setiap seorang pemain melakukan taruhan pada suatu permainan. Sebagai contoh, sebuah koin bersisi dua yang dilemparkan memiliki kesempatan 50% untuk mendarat pada sisi wajah ataupun angka. Pemain akan mendapatkan \$1 jika koin mendarat pada wajah dan kehilangan \$1 jika koin mendarat pada angka. Seiring bertambahnya pelemparan koin, keuntungan pemain akan naik turun disekitar 0 seperti pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Grafik perbandingan Net Profit dengan Toss ( sumber: arsip penulis)

Selanjutnya hadiah pemain dimodifikasi sedikit, Jika pemain kalah akan kehilangan \$1 dan jika menang akan mendapatkan \$0.9. Dengan menerapkan modifikasi yang baru, grafik keuntungan pemain akan berubah seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Grafik perbandingan Net Profit dengan Toss ( sumber: arsip penulis)

Dari grafik dapat dilihat jika keuntungan pemain memiliki tren menurun yang sebanding dengan garis  $y = -0.05x$ . Modifikasi hadiah menang pemain lah yang disebut *House*

*Edge*. Dalam waktu jangka panjang, Kasino akan mendapatkan keuntungan tetap sebesar *House Edge* meskipun pemain menang banyak dalam jangka pendek. Besar *House Edge* dapat dihitung dengan menggunakan *Expected Value*. *Expected Value* pada permainan lempar koin ini sebagai berikut.

$$EV = 0.9 \frac{1}{2} - 1 \frac{1}{2}$$

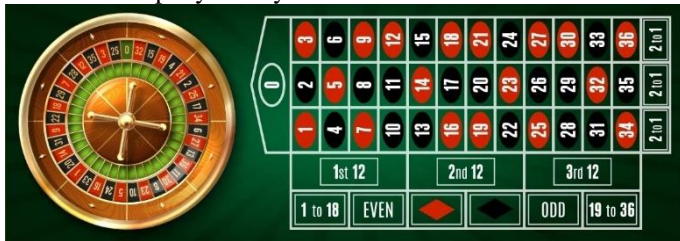
$$EV = -0.05$$

*Expected Value* yang didapat adalah \$0.05 artinya setiap pemain bertaruh \$1 maka kasino mendapatkan keuntungan sebesar \$0.05 atau 5% dari uang taruhan pemain.

### C. Roulette wheel

Kasino menyediakan sarana permainan berjudi seperti Blackjack, Roulette, Mesin Slot, Craps, Baccarat, dan lain-lainnya. Permainan-permainan ini ada yang sepenuhnya mengandalkan keberuntungan seperti Mesin slot dan ada juga kontribusi strategi seperti Blackjack. Pada makalah ini, Permainan yang dibahas akan berfokus kepada Roulette.

Roulette merupakan permainan yang cukup populer di berbagai kasino di seluruh dunia. Roulette menggunakan roda khusus yang terdiri dari angka 0 hingga 36 dengan warna merah dan hitam untuk angka dimulai dari 1 sedangkan 0 berwarna hijau. Namun, pada Roulette Amerika terdapat angka '00' yang berwarna hijau untuk menambah jumlah angka pada roulette. Keunikan dari permainan Roulette adalah bisa dimainkan oleh banyak orang dalam sekali permainan dan setiap orang bisa bertaruh untuk taruhan yang berbeda karena Roulette mempunyai banyak cara untuk bertaruh.



Gambar 2.1 American roulette wheel (source : <https://medium.com/ai-academy-taiwan/an-income-back-test-of-three-roulette-strategies-based-on-reinforcement-learning-3f2193f16b96>)

Alur permainan pada Roulette sebagai berikut:

- 1) Pada awal permainan, pemain-pemain akan bertaruh dengan memasang taruhan di tempat tertentu sesuai dengan jenis taruhannya
- 2) Setelah taruhan dipasang, bola akan bergulir didalam roda roulette dan berakhir di salah satu angka pada roda roulette wheel
- 3) Pemenang dari permainan ini adalah pemain yang bertaruh dengan karakteristik yang sesuai dengan jatuhnya bola
- 4) Hadiah pemenang akan dibagikan sesuai dengan *payout* masing-masing

Beberapa jenis taruhan pada Roulette sebagai berikut:

- 1) Straight Up ( Taruhan satu angka )  
Pemain memasang taruhan pada satu angka Tunggal. *Payout* taruhan ini adalah 35 : 1
- 2) Split Bet ( Taruhan dua angka )  
Pemain memasang taruhan pada dua angka yang bertetangga. *Payout* dari taruhan ini adalah 17 : 1

- 3) Street Bet ( Taruhan tiga angka )  
Pemain memasang taruhan pada tiga angka dalam satu baris. *Payout* dari taruhan ini adalah 11 : 1
- 4) Corner Bet ( Taruhan empat angka )  
Pemain memasang taruhan pada empat angka dalam satu persimpangan. *Payout* dari taruhan ini adalah 8 : 1
- 5) Five-Number Bet ( Taruhan lima angka )  
Pemain memasang taruhan pada 0, 00, 1, 2, 3. Taruhan khusus yang tersedia pada roulette Amerika. *Payout* dari taruhan ini adalah 6 : 1
- 6) Line Bet ( Taruhan enam angka )  
Pemain memasang taruhan pada 2 baris angka yang bertetangga. *Payout* dari taruhan ini adalah 5 : 1
- 7) Dozen Bet ( Taruhan dusun )  
Pemain memasang taruhan pada satu dari tiga kelompok angka, yaitu 1-12, 13-24, atau 25-36. *Payout* dari taruhan ini adalah 2 : 1
- 8) Column Bet ( Taruhan Kolom )  
Pemain memasang taruhan pada satu dari tiga kolom angka. *Payout* dari taruhan ini adalah 2 : 1
- 9) Even/Odd Bet ( Taruhan genap/ganjil )  
Pemain memasang taruhan pada angka genap atau ganjil. *Payout* dari taruhan ini adalah 1 : 1
- 10) Red/Black Bet ( Taruhan merah/hitam )  
Pemain memasang taruhan pada angka yang berwarna merah atau hitam. *Payout* dari taruhan ini adalah 1 : 1
- 11) Low/High Bet ( Taruhan angka kecil/besar )  
Pemain memasang taruhan pada angka besar ataupun kecil. *Payout* dari dari taruhan ini adalah 1 : 1

## III. ANALISIS DAN IMPLEMENTASI

### A. House Edge dan Payout Ratio

Sebelum menentukan strategi bermain *Roulette Wheel*, Pemain harus mengetahui dahulu hubungan *House Edge* dengan *Payout Ratio*. Berdasarkan teori fundamental pada bagian II, *Payout Ratio* untuk setiap taruhan memiliki rasio masing-masing dan angka ini tidak bisa diganti-ganti karena mempunyai hubungan dengan *House Edge*. Besar *Payout Ratio* sudah diperhitungkan dengan menggunakan rumus *Expected Value* agar pengelola kasino mendapatkan keuntungan melalui *House Edge*. Untuk menghitung *Expected Value* setiap taruhan dapat mengikuti rumus pada bagian II. Sebagai contoh, Jika pemain bertaruh kepada satu angka (*odds* 35:1) maka nilai *expected value*nya adalah -5.263% untuk *Roulette* Amerika dan -2.702% untuk *Roulette* Eropa. Artinya pemain akan kehilangan 5.263% dari uang taruhannya setiap bermain *Roulette* Amerika dan 2.702% untuk *Roulette* Eropa.

$$EV = \sum_1^i Outcome_i \times Probability_i$$

$$EV \text{ Amerika} = \left( 35 \times \frac{1}{38} - 1 \times \frac{37}{38} \right) \times 100\% = -5.263\%$$

$$EV \text{ Eropa} = \left( 35 \times \frac{1}{37} - 1 \times \frac{36}{37} \right) \times 100\% = -2.702\%$$

Dengan menggunakan cara diatas, maka *House Edge* atau *Expected Value* untuk setiap taruhan pada *Roulette* Amerika dan Eropa sebagai berikut.

Jenis Taruhan	Payout Ratio	EV Roulette Amerika	EV Roulette Eropa
Straight Up	35 : 1	-5.263%	-2.702%
Split Bet	17 : 1	-5.263%	-2.702%
Street Bet	11 : 1	-5.263%	-2.702%
Corner Bet	8 : 1	-5.263%	-2.702%
Five-Number Bet	6 : 1	-5.263%	Tidak ada
Line Bet	5 ; 1	-5.263%	-2.702%
Dozen Bet	2 ; 1	-5.263%	-2.702%
Column Bet	2 : 1	-5.263%	-2.702%
Even/Odd Bet	1 : 1	-5.263%	-2.702%
Red/Black Bet	1 : 1	-5.263%	-2.702%
Low/High Bet	1 : 1	-5.263%	-2.702%

Tabel 3.1 Perbandingan Expected Value antara Roulette Amerika dengan Roulette Eropa terhadap jenis taruhan

Dari tabel 3.1, Nilai *Expected Value* dari Roulette Amerika dan Eropa selalu sama untuk semua jenis taruhan pada Roulette. Bahkan jika Pemain memasang beberapa taruhan dalam satu waktu hasil *Expected Value*nya akan tetap sama. Sebagai contoh, Pemain memasang taruhan *Straight Up* (*Payout* 35 : 1) pada angka 3 dan *Street Bet* (*Payout* 11 : 1) pada baris 1,2, dan 3. Maka, nilai *Expected Value* untuk Roulette Amerika pada taruhan tersebut sebagai berikut.

$$EV = \frac{\left( (35 + 11) \times \frac{1}{38} + (11 - 1) \times \frac{2}{38} - 2 \times \frac{35}{38} \right)}{2} = \frac{\left( 46 \times \frac{1}{38} + 10 \times \frac{2}{38} - 2 \times \frac{35}{38} \right)}{2} = -5.263\%$$

### B. Peluang Menang dan Taruhan

Pada permainan Roulette, Peluang menang pada berbagai taruhan berbeda-beda tergantung dengan jenis taruhannya. Peluang menang juga berbanding terbalik dengan *payout ratio*, semakin tinggi peluang menang maka *payout ratio* akan semakin kecil dan sebaliknya. Pada roulette, peluang menang tertinggi adalah taruhan angka ganjil/genap, kecil/besar, dan merah/hitam dengan *payout ratio* 1 : 1. Di sisi lain, peluang terkecil adalah taruhan satu angka (*Straight Up Bet*) dengan *payout ratio* 35 : 1.

Peluang menang juga dapat dideskripsikan sebagai rasio menang dibandingkan total permainan. Sebagai contoh, Jika peluang menang 60% maka dari 10 permainan, pemain akan menang sebanyak 6 kali. Tentunya, hal ini tidak akan selalu tepat, Namun jika pemain bermain dalam banyak ronde seperti 1000 permainan, 10000, atau 1 juta permainan maka rasio perbandingan menang dengan total permainan akan mendekati 6 : 10. Untuk menyederhanakan perhitungan pada makalah ini maka jumlah menang didapatkan dengan mengalikan peluang menang dengan total permainan.

Dengan menggunakan pernyataan sebelumnya, Pemain dapat menghitung total uang yang akan didapatkan setelah  $n$  permainan menggunakan Kelly Formula. Sebagai contoh, pemain bermain Roulette Amerika dan bertaruh pada taruhan dusun (*Dozen Bet*) dengan *payout ratio* 2 : 1. Pemain membawa modal \$100 dan mempertaruhkan 25% modal yang

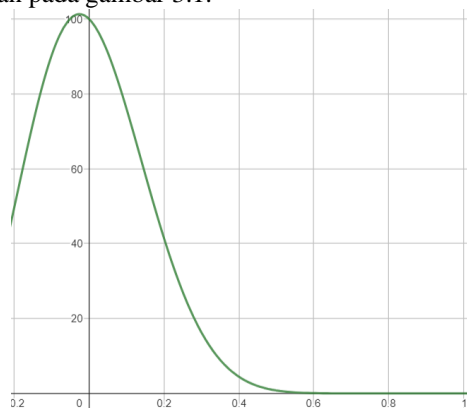
Pemain punya. Setelah 19 permainan, sisa uang pemain menjadi sebagai berikut

$$Peluang\ Menang = \frac{12}{38} = \frac{6}{19}$$

$$A_n = A_0(1 + bx)^w(1 - x)^l$$

$$A_{19} = \$100 (1 + 2(0.25))^6(1 - 0.25)^{13} = \$2.06$$

Dari perhitungan diatas, Pemain akan mempunyai \$27,06 setelah bermain sebanyak 19 permainan pada Roulette Amerika. Pemain akan kerugian \$72,94 dalam 19 permainan jika bertaruh 25% modal setiap bermain. Umumnya pemain akan menghindari kerugian yang besar untuk dapat bermain lebih banyak permainan. Kita dapat menggunakan Kelly Formula untuk meminimalisir kerugian. Kelly Formula dapat dirumuskan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Perbandingan persentase taruhan dengan hasil uang setelah 19 permainan

Dari gambar 3.1 dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase taruhan kita maka hasil akhir setelah bermain 19 permainan akan semakin kecil sehingga untuk meminimalisir kerugian kita harus mempertaruhkan sedikit mungkin. Sebagai contoh, Pemain akan mempertaruhkan 1% dari modal setiap bermain dengan jenis taruhan yang sama maka pemain akan bersisa \$98.823.

$$A_{19} = \$100 (1 + 2(0.01))^6(1 - 0.01)^{13} = \$98.823$$

Hasil yang didapatkan masih sangat banyak karena kita hanya kehilangan \$1.177 untuk 1% modal yang ditaruhkan sementara \$72.94 untuk 25% modal yang ditaruhkan untuk setiap permainan

### C. Strategi Bermain

Roulette merupakan permainan keberuntungan, tentunya tidak ada strategi yang 100% efektif membawa kepada kemenangan. Namun Pemain dapat meningkatkan peluang menangnya dengan dua strategi yaitu Strategi Martingale.2

Strategi martingale merupakan strategi dimana pemain akan bertaruh pada batas minimal pada awal permainan dan ketika menang lalu bertaruh dengan nilai 2 kali lipat dari kekalahan. Sebagai contoh, pada kasino terdapat minimal uang yang dipertaruhkan sebesar \$5. Pemain akan bertaruh \$5 di awal giliran. Jika pemain kalah maka selanjutnya pemain akan bertaruh \$10, kalah lagi akan menjadi \$20, \$40, \$80 dan seterusnya. Inti dari strategi martingale adalah untuk selalu mendapatkan keuntungan tidak peduli berapapun kalah berturut-turut. Sebagai contoh, Pemain mengalami kekalahan lima kali berturut turut sehingga pemain kehilangan uang



sebesar \$155 (\$5 + \$10 + \$20 + \$40 + \$80). Di permainan keenam, pemain bertaruh \$160 dan menang. Jika *Payout Ratio* 1 : 1 maka pemain akan mendapatkan \$160 dan uang taruhannya. Sehingga pemain akan tetap mendapatkan untung \$5 meskipun sudah kalah 5 kali berturut-turut. Keuntungan akan lebih banyak jika *Payout Ratio* yang lebih tinggi. Sebagai contoh, jika *Payout Ratio* 2 : 1 maka dengan kondisi yang sama, pemain akan mendapatkan \$165 di permainan keenam jika menang. Semakin banyak kekalahan yang beruntun maka keuntungan yang didapatkan pemain juga semakin tinggi.

Strategi Martingale terhitung efektif karena jika pemain mempunyai uang yang sangat banyak anggap tak terbatas maka keuntungan pemain tidak akan bisa terhindarin. Di sisi lain, beberapa kasino menerapkan batas maksimal uang bertaruh untuk menghadapi pemain yang menerapkan strategi Martingale. Sebagai contoh, Kasino menerapkan minimal uang bertaruh \$5 dan maksimal bertaruh \$1000. Seandainya pemain kalah terus menerus hingga batas maksimal bertaruh maka pemain membutuhkan \$1275 (\$5 + \$10 + \$20 + \$40 + \$80 + \$160 + \$320 + \$640) untuk 8 taruhan berturut-turut. Untuk mendapatkan keuntungan kembali pemain harus menang di giliran ke – 8. Peluang pemain untuk dapat keuntungannya lagi di taruhan ganjil/genap, merah/hitam, dan kecil/besar sebagai berikut.

$$P(\text{Win}) = \frac{10}{19} \times \frac{10}{19} \times \frac{10}{19} \times \frac{10}{19} \times \frac{10}{19} \times \frac{10}{19} \times \frac{10}{19} \times \frac{9}{19}$$

$$P(\text{Win}) = 5,229\%$$

Peluang pemain menang hanya 5,229% hal tersebut sangat kecil sementara uang yang dipertaruhkan sebesar \$1275. Namun kemungkinan untuk 7 kali kalah berturut-turut juga rendah yaitu  $P(7\text{Lose}) = \frac{10^7}{19^7} = 1,11\%$ .

#### D. Analisis Kode

Program dibawah ini merupakan implemetasi permainan roulette amerika dengan modal awal \$2000 dan tiga jenis taruhan yaitu Dozen bet, Line Bet, dan Red/Black Bet.

```
import random
countwin = 0
countlose = 0
balance = float(2000)
history = []
maxprofit = 0
def bettype():
    print("\nBET TYPE")
    print("1. Dozen Bet (2:1)")
    print("2. Line Bet (5:1)")
    print("3. Red/Black Bet (1:1)")
    return 0
print("\n00  3 6 9 12 | 15 18 21 24 | 27 30 33 36 | 2to1\n")
print("0   2 5 8 11 | 14 17 20 23 | 26 29 32 35 | 2to1\n")
print("    1 4 7 10 | 13 16 19 22 | 25 28 31 34 | 2to1\n")
print("      1st 12 | 2nd 12 | 3rd 12 | ")
print("    1-18|EVEN| RED | BLACK|ODD| 19-36 | \n")
print("BALANCE :",balance)
bettype()
type = int(input("Jenis Bet: "))
iteration = 1
money2bet = 0
```

Gambar 3,2 Setup Program

```
while(True):
    ball = random.randint(-1,36)
    print("BALL",ball)
    money2bet = 5 * 2**(iteration-1)
    if (balance >= money2bet):
        balance -= money2bet
    else:
        print("BANKRUPT AT",iteration)
        break
    if (type == 1):
        if ((ball - 1) % 3 == 0 and (ball - 1) > 0):
            print("\n@@@ YOU WIN @@@")
            print("You win ",money2bet*3)
            balance += money2bet*3
            countwin +=1
            iteration = 0
            history.append(1)
        else:
            print("\nYOU LOSE")
            print("BALANCE: ",balance)
            history.append(0)
            countlose +=1
    elif (type == 2):
        if (ball == 1 or ball == 2 or ball == 3 or ball == 4 or ball == 5 or ball ==6):
            print("\n@@@ YOU WIN @@@")
            print("You win ",money2bet*6)
            balance += money2bet*6
            countwin +=1
            iteration = 0
            history.append(1)
        else:
            print("\nYOU LOSE")
            print("BALANCE: ",balance)
            history.append(0)
            countlose +=1
    elif (type == 3):
        if (ball == 1):
            print("\n@@@ YOU WIN @@@")
            print("You win ",money2bet*36)
            balance += money2bet*36
            countwin +=1
            iteration = 0
            history.append(1)
        else:
            print("\nYOU LOSE")
            print("BALANCE: ",balance)
            history.append(0)
            countlose +=1
    if (maxprofit < balance):
        maxprofit = balance
    iteration +=1
```

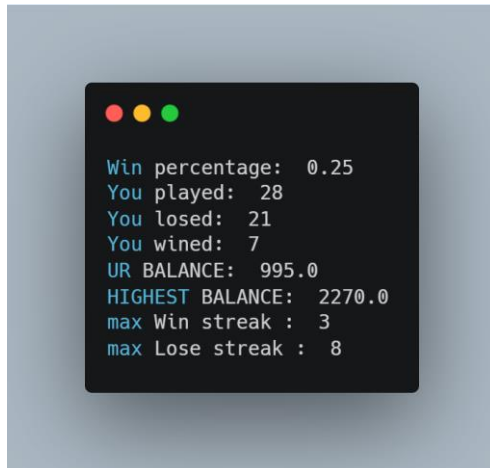
Gambar 3,3 Loop permainan hingga bankrupt

```
print("\n\nWin percentage: ", countwin/(countwin+countlose))
print("\nYou played: ",countwin+countlose)
print("You losted: ",countlose)
print("You wined: ",countwin)
print("UR BALANCE: ",balance)
print("HIGHEST BALANCE: ",maxprofit)
maxlose = 0
maxwin = 0
losestreak = 0
winstreak = 0
isStreakLose = True
# 0 is Lose
# 1 is Win
for i in range (len(history)):
    if (history[i] == 0):
        if (isStreakLose == False):
            isStreakLose = True
            losestreak = 0
            losestreak += 1
            if (maxlose < losestreak):
                maxlose = losestreak
        elif (history[i] == 1):
            if (isStreakLose == True):
                isStreakLose = False
                winstreak = 0
                winstreak +=1
            if (maxwin < winstreak):
                maxwin = winstreak
print("max Win streak : ",maxwin)
print("max Lose streak : ",maxlose)
```

Gambar 3,3 visualisasi hasil program

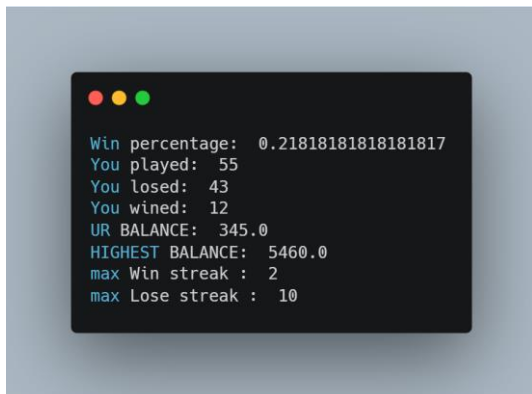
Berikut contoh permainan roulette wheel:

1) Dozen Bet



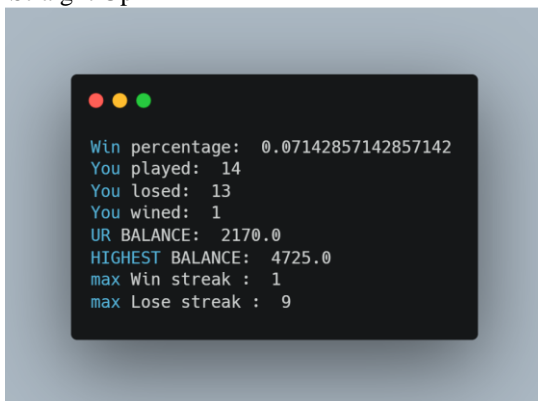
Gambar 3.4 Hasil permainan Dozen Bet

2) Line Bet



Gambar 3.5 Hasil permainan Line Bet

3) Straight Up



Gambar 3.6 Hasil permainan Straight Up

## VI. KESIMPULAN

Roulette bukan hanya permainan keberuntungan. Dibalik Roulette terdapat matematika diskrit khususnya kombinatorik. Dengan strategi yang tepat, Pemain dapat memaksimalkan hasil permainan dengan nilai taruhan yang tepat menggunakan Kelly Formula dan strategi Martingale. Strategi Martingale dapat membuat pemain untuk tidak pernah mengalami kerugian selama nilai taruhan tidak ada batasnya dan uang yang tersedia memadai.

## VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya berterimakasih untuk semua kelas Matematika Diskrit yang diajarkan oleh Dr. Fariska Zakhralativa Ruskanda sebagai dosen pengampu. Beliau mengajarkan dan membantu saya dalam menulis makalah ini. Melalui beliau, saya mendapatkan banyak sekali ilmu mengenai kombinatorik dan aplikasi-aplikasinya. Saya juga ingin berterimakasih kepada Dr. Ir. Rinaldi, M.T, yang menyediakan fasilitas kepada saya untuk menyelesaikan makalah ini

## REFERENSI

- [1] R. Munir, "Kombinatorial Bagian 1," IF2120 Matematika Diskrit. Diakses: Desember 8, 2023, dari <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/matdis23-24.htm>
- [2] S. Barnard, "Martingale Betting System Explained – What is the Martingale System?". Diakses: 9 Desember 2023 dari <https://www.techopedia.com/gambling-guides/martingale-betting-system#:~:text=The%20Martingale%20system%20in%20roulette,but%20it%20is%20pretty%20simple.>
- [3] J. Olson, "Kelly Criterion Gambling Explained – What Is Kelly Criterion Betting?". Diakses: 9 Desember 2023 dari <https://www.techopedia.com/gambling-guides/kelly-criterion-gambling#:~:text=How%20do%20you%20use%20the.f%20is%20the%20bet%20size.>
- [4] J.B. Maverick, "Why Does the House Always Win? A Look at Casino Profitability". Diakses: 8 Desember 2023 dari <https://www.investopedia.com/articles/personal-finance/110415/why-does-house-always-win-look-casino-profitability.asp#:~:text=5.26%25&text=The%20house%20edge%20on%20an.is%20returned%20to%20the%20bettors.>

## 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, 11 Desember 2023

Matthew Vladimir Hutabarat 13522093