

Analisis Keuntungan Bandar dalam Permainan Judi Kasino Menggunakan Kombinatorial

Muhamad Aji Wibisono - 13521095¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

¹13521095@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Perjudian adalah permainan dengan pemain menetapkan taruhan. Dalam praktiknya, perjudian banyak menggunakan peluang acak untuk menentukan suatu hasil menang atau kalah pemain dalam permainan. Untuk tetap hadir dan berkembang, bandar mendapatkan uang dari keuntungan implisit yang dimilikinya dalam setiap permainan. Sebab itu, lahir salah satu istilah umum mengenai perjudian, yaitu bandar selalu menang. Makalah ini menganalisis serta memperlihatkan kebenaran dari perkataan tersebut menggunakan kaidah kombinatorial dan peluang dalam beberapa permainan judi kasino yang umum.

Kata kunci—Perjudian, Keuntungan Bandar, Kasino, Kombinatorial.

I. PENDAHULUAN

Perjudian dapat didefinisikan sebagai mempertaruhkan sesuatu berharga dalam risiko dengan harapan untuk mendapatkan sesuatu dengan nilai lebih tinggi. Secara tradisional, perjudian dilakukan dengan bertaruh di dalam kasino dan lotre, balap kuda dan anjing, permainan kartu, dan acara olahraga^[1].

Bandar didefinisikan sebagai orang yang menyelenggarakan perjudian^[2]. Kasino adalah fasilitas untuk beberapa tipe perjudian. Di Amerika Serikat, industri permainan kasino sudah berkembang terus menerus selama tiga decade^[3].

Bagi pemain, nilai yang dimenangkan dapat bernilai positif ataupun negatif untuk suatu jangka waktu sesi permainan judi. Namun, untuk bandar, dalam kasus ini kasino, mendapatkan keuntungan dari harga rata – rata yang dibayarkan pemain dan hal ini bernilai tinggi dalam jangka waktu Panjang^[3]. Sehingga ada istilah umum di masyarakat bahwa bandar selalu menang.

Makalah ini bertujuan untuk menganalisis alasan kemenangan bandar di beberapa permainan kasino yang umum dengan didasarkan oleh kaidah kombinatorial dan peluang diskrit.

Disebabkan sulitnya mendapatkan informasi mendetail yang akurat dari permainan kasino bagi penulis dan banyaknya variasi dari tiap permainan kasino yang ada, penulis harap pembaca menggunakan informasi yang diberikan oleh makalah ini sebagai gambaran umum dan tidak menggeneralisasikan hasil analisis pada semua permainan kasino karena kemungkinan kemenangan dan keuntungan bandar dapat beragam untuk tiap permainan kasino.

II. PERJUDIAN DAN BANDAR

Seperti yang telah dibahas pada bagian pendahuluan, kasino adalah fasilitas untuk beberapa tipe perjudian. Tipe perjudian yang umum dihadirkan dalam sebuah kasino ada dalam bentuk permainan, yaitu permainan kartu dan permainan meja. Selain itu, kasino secara umum juga menyediakan sarana untuk bertaruh pada sebuah acara olahraga.

Kasino tidak memiliki standard umum mengenai ukuran dan jenis permainan yang disediakan. Oleh karena itu, permainan yang disediakan juga bermacam – macam dan untuk jenis permainan sama juga bisa terdapat variasi yang dilakukan untuk membedakan satu kasino dan yang lainnya. Namun, tiap kasino pada umumnya menyediakan permainan meja, mesin bermain, dan permainan angka acak^[4]. Terdapat beberapa permainan yang umumnya ada di kasino, permainan umum yang terdapat pada casino antara lain *Baccarat*, *Blackjack*, *Craps*, *Roulette*, *Poker*, *Big Six Wheel* atau *Wheel of Fortune*, dan Mesin Slot

Kasino tidak selalu ikut bermain melawan pendatang dalam permainan. Seperti contoh, untuk permainan poker, kasino tidak ikut bermain dengan pendatang, namun pendatang bermain satu sama lain dengan kasino mengambil keuntungan dari potongan taruhan para pemain. Dalam kasus ini tidak perlu dilakukan perhitungan maupun pembuktian bahwa kasino memiliki keuntungan dalam permainan karena kasino tidak ikut bermain dan mendapatkan keuntungan secara langsung.

Kasino juga umumnya menyediakan sarana untuk bertaruh pada sebuah acara olahraga. Dalam hal ini variasi dan dinamika dari permainan yang dipertaruhkan terlalu bermacam – macam sehingga keuntungan bandar tidak dapat ditentukan secara sederhana menggunakan kombinatorial dan peluang.

Dengan demikian, kategori permainan di atas tidak dianalisis. Permainan yang dianalisis terkhususkan permainan yang dilakukan oleh pendatang dengan kasino sebagai lawan. Selain itu, permainan *Big Six Wheel*, *Wheel of Fortune*, dan permainan slot dengan variasi lainnya memiliki prinsip yang sama dengan *Roulette* dan Mesin slot pada umumnya dan dapat dianalisis dengan cara yang mirip sehingga tidak dilakukan analisis secara khusus. Permainan yang dianalisis antara lain:

2.1. *Blackjack*

Blackjack merupakan permainan kartu. Cara bermain *blackjack* dimulai dengan bandar membagikan masing – masing dua kartu untuk bandar dan pemain. Cara memenangkan

permainan blackjack adalah dengan pemain mendapatkan kartu dengan jumlah x , sementara bandar mendapatkan jumlah y , dengan $y < x \leq 21$. Pemain mendapat Gerakan sebelum bandar. Dalam gerakannya, masing – masing dapat menambahkan kartu dengan aksi *hit*, atau mempertahankan nilainya dengan aksi *stand*. Dalam gerakan pemain, bandar akan membuka salah satu dari kedua kartunya untuk membantu pengambilan keputusan dari pemain.

Selain cara memenangkan yang telah disebutkan, peraturan tambahan yang ada adalah jika kartu pemain melebihi 21 maka pemain kalah, jika kartu bandar melebihi 21 maka pemain menang, dan jika kartu bandar bernilai sama dengan kartu pemain maka permainan berakhir seri. Pemain juga dapat memenangkan permainan dengan memiliki 5 kartu tanpa jumlah nilainya melebihi 21.

Semua aksi yang dapat dilakukan oleh pemain adalah *hit*, menambah kartu; *Double down*, meningkatkan taruhan dua kali lipat lalu menambah kartu; *Split*, membuat pegangan kartu berbeda dengan kartu awal dipisahkan, masing-masing kartu lalu mendapatkan kartu tambahan lagi menjadi permainan yang berbeda, *split* hanya bisa dilakukan jika dua kartu tersebut adalah kartu yang sama; *Surrender*, menyerah dengan setengah nilai taruhan diserahkan kepada bandar; dan *stand*, mengakhiri giliran.

Permainan *Blackjack* secara keseluruhan lebih kompleks dibandingkan dua permainan lainnya yang akan dianalisis dan diperlukan analisis terpisah lebih lanjut untuk mengkajinya lebih dalam^{[9][10]}.

2.2. Roulette

Roulette adalah permainan dengan roda berputar. Roda tersebut berupa roda horizontal ditandai dengan nomor dan juga angka. Permainan dimulai dengan menembakkan suatu bola kepada roda tersebut lalu melihat nomor dan angka dari tempat akhir bola tersebut berhenti. Cara bermain *Roulette* adalah dengan pemain berusaha menebak tempat mendarat bola tersebut. Pemain dapat menebak berdasarkan angka, warna, ataupun campuran dari hal – hal tersebut.

Pada umumnya cara bermain *Roulette* terbagi menjadi tiga jenis, yaitu *Roulette* Amerika, *Roulette* Eropa, dan *Roulette* Perancis. Yang membedakan *Roulette* Amerika adalah penambahan nilai 00 di roda putar, sedangkan *Roulette* Perancis menggunakan meja yang sama seperti *Roulette* Eropa dengan beberapa peraturan tambahan.

2.3. Mesin Slot

Mesin slot menyajikan sebuah mesin yang menghasilkan kombinasi dari beberapa simbol acak untuk tiap reel, yakni sebuah roda berisikan gambar-gambar logo. Cara bermain mesin slot adalah dengan memasukkan koin atau uang yang dipertaruhkan lalu koin tersebut memberikan kesempatan bagi pemain untuk mengacak Kembali rangkaian simbol tersebut. Jika hasil rangkaian simbol tersebut membentuk sebuah pola tertentu maka pemain menang.

Disebabkan oleh tidak adanya standarisasi untuk permainan Mesin slot, perlu digunakan referensi permainan dari suatu situs web^[7] sebagai dasar untuk analisis. Diasumsikan juga bahwa

tidak ada faktor eksternal, seperti manipulasi alat permainan atau permainan curang, dan menganggap peluang setiap kemungkinan untuk keluar adalah sama.

III. PERHITUNGAN KEUNTUNGAN BANDAR

Kasino mendapatkan uang dengan cara mengambil kelebihan dibandingkan pendaang yang bermain dengannya^[3]. Untuk perhitungan keuntungan bandar, ada metode sistem perhitungan *House Advantage* yang memperhitungkan kemungkinan dari kemenangan seorang pemain. Nilai akhir dari *House Advantage* dapat diartikan sebagai persentase uang yang didapatkan oleh bandar dari pemain.

House Advantage ditentukan berdasarkan rumus berikut^[4]:

$$House\ Advantage = - \left(\frac{Expected\ Value}{Wager} \times 100\% \right) \quad (1)$$

Dengan *Expected Value* adalah ekspektasi hasil perubahan uang yang dikembalikan kepada pemain setelah bermain dan *Wager* adalah nilai uang yang dipertaruhkan oleh pemain terhadap bandar. Sementara itu, *Expected Value* (*EV*) dapat diperhitungkan dengan cara berikut^[4]:

$$EV = \sum_{i=1}^n (Payout_i \times Chance_i) \quad (2)$$

Dengan *Payout* adalah uang yang diterima oleh pemain jika pemain tersebut mendapat keluaran tertentu dan *Chance* kemungkinan keluaran tersebut terjadi.

Payout adalah pertambahan uang pemain setelah permainan berakhir. *Payout* dapat ditentukan secara mutlak ataupun dengan perkalian *Payout Ratio*, suatu tetapan pengali hasil kasino jika pemain memilih untuk bertaruh pada pilihan tertentu. Jika pemain kalah, maka *Payout Ratio* bernilai 0. Dengan itu, *Payout* dapat dirumuskan:

$$Payout = Payout\ Ratio \times Wager \quad (3)$$

Payout Ratio (*PR*) adalah uang yang diterima pemain secara bersih dengan nilai yang dipertaruhkan bernilai tetap atau sudah dikembalikan pada pemain.

Wager adalah sama untuk setiap kemungkinan dalam satu sesi permainan. Dengan demikian, jika seluruh rumus tersebut digabungkan dapat diperoleh persamaan menyeluruh *House Advantage* (*HA*) seperti berikut:

$$HA = - \left(\frac{\sum_{i=1}^n (PR_i \times Wager \times Chance_i)}{Wager} \times 100\% \right) \quad (4)$$

$$HA = \left(\sum_{i=1}^n (PR_i \times Chance_i) \times 100\% \right) \quad (5)$$

Melihat persamaan (5), kombinatorial dapat digunakan untuk menganalisis peluang keluaran hasil dari pemain sehingga nilai keuntungan yang didapatkan oleh kasino dapat diperhitungkan.

IV. KOMBINATORIAL DAN PELUANG

4.1. Kombinatorial

Kombinatorial adalah cabang matematika yang mempelajari pengaturan objek – objek. Solusi yang ingin kita peroleh dengan kombinatorial ini adalah jumlah cara pengaturan objek – objek tertentu di dalam himpunan.

Kombinatorial didasarkan pada hasil yang diperoleh dari suatu percobaan. Percobaan adalah proses fisik yang hasilnya dapat diamati^[8].

Di dalam kombinatorial, kita harus menghitung semua kemungkinan pengaturan objek. Dua kaidah dasar yang digunakan sebagai Teknik menghitung dalam kombinatorial adalah kaidah perkalian dan kaidah penjumlahan. Kedua kaidah ini dapat digunakan untuk memecahkan banyak masalah persoalan menghitung^[8].

4.1.1. Kaidah perkalian

Bila percobaan 1 mempunyai p hasil percobaan yang mungkin terjadi (atau menghasilkan p kemungkinan jawaban), percobaan 2 mempunyai q hasil percobaan yang mungkin terjadi (atau menghasilkan q kemungkinan jawaban), maka bila percobaan 1 dan percobaan 2 dilakukan, maka terdapat $p \times q$ kemungkinan hasil percobaan (atau menghasilkan $p \times q$ kemungkinan jawaban)^[8].

4.1.2. Kaidah penjumlahan

Bila percobaan 1 mempunyai p hasil percobaan yang mungkin terjadi (atau menghasilkan p kemungkinan jawaban), percobaan 2 mempunyai q hasil percobaan yang mungkin terjadi (atau menghasilkan q kemungkinan jawaban), maka bila hanya satu saja percobaan yang dilakukan (percobaan 1 atau percobaan 2), terdapat $p + q$ kemungkinan hasil percobaan (menghasilkan $p + q$ kemungkinan jawaban) yang mungkin terjadi^[8].

4.2. Peluang

Antara kombinatorial dan teori peluang (*probability*) sebenarnya terkait erat. Teori peluang banyak menggunakan konsep – konsep di dalam kombinatorial. Peluang diskrit dapat ditentukan dengan membagi titik sampel dengan ruang sampel. Titik sampel adalah kemungkinan hal yang diinginkan terjadi, sementara ruang sampel adalah semua kemungkinan yang dapat terjadi. Adapula perhitungan dari titik sampel dan titik ruang seringkali digunakan kaidah – kaidah kombinatorial seperti kaidah penjumlahan dan kaidah perkalian. Peluang diskrit mempunyai sifat sebagai berikut^[8]:

$$0 \leq p(x_i) \leq 1 \tag{6}$$

$$\sum_{i=1}^{|S|} p(x_i) = 1 \tag{7}$$

Persamaan (8) menunjukkan nilai peluang adalah bilangan tidak negative dan selalu lebih kecil atau sama dengan 1. Dalam konteks ini peluang yang bernilai 0 berarti kejadian tersebut tidak akan terjadi dan 1 berarti kejadian tersebut pasti terjadi. Sementara itu, persamaan (7) menunjukkan bahwa jumlah peluang semua titik sampel di dalam ruang sampel S adalah 1. Ruang sampel dan titik sampel berbeda – beda pada tiap permainan yang dianalisis.

V. PENERAPAN DAN ANALISIS

5.1. Blackjack

Permainan ini tidak sesederhana permainan lainnya dan kompleksitas dari permainan ini dapat dianalisis lebih lanjut secara khusus^{[9][10]}. Analisis yang dilakukan pada bagian ini menggunakan berbagai macam penyederhanaan.

Secara tradisional, kasino dapat menetapkan *Payout Ratio* dalam kemenangan pemain dengan 2-to-1 dan 5-to-2 jika pemain menang dengan nilai kartu 21.

Analisis akan dilakukan dengan pemain yang menggunakan *Basic Strategy*^[9] yang disederhanakan karena strategi tersebut merupakan strategi yang paling umum dan sederhana bagi pemain yang tidak berpengalaman untuk digunakan. Aksi yang dapat dilakukan oleh pemain juga akan dibatasi dengan aksi *hit* dan *stand*. Kemenangan dari kepemilikan 5 kartu juga dihilangkan. Analisis juga dilakukan untuk permainan yang dilakukan hanya berdua, yaitu antara satu pemain dan bandar.

Secara sederhana, *Basic Strategy* yang digunakan mengartikan bahwa pemain akan melakukan aksi *stand* jika nilai yang sudah dimiliki melebihi 16.

Nilai kolom tabel tersebut menandakan nilai kartu bandar yang diperlihatkan sementara nilai baris menandakan kartu atau jumlah kartu yang dimiliki pemain saat ini.

Umumnya pada permainan *blackjack* bandar menggunakan hingga 6 set kartu *bridge* yang terdiri atas 52 kartu lalu digabungkan, namun untuk penyederhanaan perhitungan, bandar diasumsikan memiliki set kartu yang sangat banyak sehingga pengambilan kartu tidak mengubah peluang kartu lain keluar saat pembagian kartu yaitu $\frac{1}{13}$. Selain itu, pembagian dimulai dengan pemain menerima 2 kartu terlebih dahulu sebelum bandar.

Dengan itu kemungkinan untuk mendapatkan 21 secara langsung adalah:

$$\frac{1}{13} \times \frac{4}{13} \times 2 = \frac{8}{169}$$

Dengan cara perhitungan seperti sebelumnya, berikut adalah tabel kemungkinan dari kombinasi kartu yang dapat diterima:

Tabel 5.1.1. Peluang kartu awal pada blackjack yang disederhanakan

Kartu (Nilai)	Peluang	Kartu (Nilai)	Peluang
21	8/169	16	11/169
A,9	2/169	15	12/169
A,8	2/169	14	13/169
A,7	2/169	13	14/169
A,6	2/169	12	15/169
A,5	2/169	11	8/169

A,4	2/169	10	7/169
A,3	2/169	9	6/169
A,2	2/169	8	5/169
A,A	1/169	7	4/169
20	16/169	6	3/169
19	8/169	5	2/169
18	9/169	4	1/169
17	10/169		

Setelah itu perlu diperhitungkan kemungkinan perubahan nilai kartu ketika pemain ataupun bandar melakukan penambahan kartu. Adapula tabelnya adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1.2. Peluang nilai kartu melebihi 21 ketika melakukan hit

Kartu (Nilai)	Peluang	Kartu (Nilai)	Peluang
21	13/13	16	8/13
A,9	0/13	15	7/13
A,8	0/13	14	6/13
A,7	0/13	13	5/13
A,6	0/13	12	4/13
A,5	0/13	11	0/13
A,4	0/13	10	0/13
A,3	0/13	9	0/13
A,2	0/13	8	0/13
A,A	0/13	7	0/13
20	12/13	6	0/13
19	11/13	5	0/13
18	10/13	4	0/13
17	9/13		

Karena tabel di atas, bandar dan pemain akan berhenti untuk menambah kartu saat nilai kartu sudah melebihi 16. Untuk penyederhanaan perhitungan, pemain dan bandar juga akan berhenti sekalipun pemain atau bandar memiliki kartu as satu atau lebih. Sehingga dapat dijadikan basis bahwa pemain dan bandar akan berhenti di nilai 17,18,19,20,21 atau melebihi 21.

Diperlukan perhitungan untuk peluang nilai akhir dari bandar. Perhitungan nilai tersebut cukup kompleks untuk dilakukan secara manual sehingga diperlukan program untuk menghitung peluang kartu akhir dari bandar. Dalam analisis ini digunakan sebuah program python dan *spreadsheet* yang dilampirkan pada lampiran 1 untuk menghitung hal tersebut.

Program menghasilkan tabel peluang dari kartu akhir dari bandar. Setelah itu perlu dilakukan perhitungan lagi untuk peluang kemenangan pemain.

Hasil perhitungan tertera pada tabel berikut:

Tabel 5.1.3. Peluang Hasil permainan blackjack untuk kartu pemain 21

Kartu (Nilai)	Menang	Kalah	Seri
21	0%	0%	100%
A,9	100%	0%	0%
A,8	100%	0%	0%
A,7	100%	0%	0%
A,6	100%	0%	0%
A,5	87.08%	0%	12.92%
A,4	86.54%	0%	13.46%
A,3	86%	0%	14%

A,2	85.45%	0%	14.55%
A,A	84.9%	0%	15.1%
20	100%	0%	0%
19	100%	0%	0%
18	100%	0%	0%
17	100%	0%	0%
16	92.31%	0%	7.69%
15	91.72%	0%	8.28%
14	91.08%	0%	8.92%
13	90.40%	0%	9.60%
12	89.66%	0%	10.34%
11	65.79%	0%	34.21%
10	88.86%	0%	11.14%
9	93.92%	0%	6.08%
8	93.06%	0%	6.94%
7	92.60%	0%	7.40%
6	90.29%	0%	9.71%
5	89.18%	0%	10.82%
4	88.88%	0%	11.12%

Hasil tersebut digabungkan dengan peluang munculnya kartu tersebut sebagai kartu awal dan didapatkan untuk kartu 21 peluang berakhirnya permainan dengan rumus seperti berikut:

$$Chance = \sum (Appear\% \times Outcome\%)$$

Perhitungan diulang untuk tiap nilai yang dapat dipegang oleh pemain ditambah dengan peluang pemain tersebut kalah karena melebihi 21, untuk nilai peluang yang dibutuhkan untuk perhitungan tersebut dapat digunakan hasil program yang sama karena peluang penambahan kartu bernilai sama baik untuk bandar, maupun untuk pemain.

Dari tabel peluang hasil permainan dapat diperoleh nilai peluang keseluruhan hasil permainan *blackjack* berdasarkan setiap kartu awal diperoleh pemain adalah seperti berikut:

Tabel 5.1.4. Peluang Hasil permainan blackjack untuk setiap kartu pemain

Kartu (Nilai)	Menang(21)	Menang	Kalah	Seri
21	88%	0%	0%	12%
A,9	0%	69.98%	12%	18.02%
A,8	0%	56.60%	30.06%	13.34%
A,7	0%	42.67%	43.38%	13.95%
A,6	0%	28.16%	57.33%	14.51%
A,5	11.37%	25.5%	53.86%	9.28%
A,4	11.84%	26.56%	51.93%	9.67%
A,3	12.32%	27.64%	49.98%	10.06%
A,2	12.80%	28.72%	48.02%	10.45%
A,A	13.29%	29.81%	46.06%	10.85%
20	0%	69.98%	12%	18.02%
19	0%	56.60%	30.06%	13.34%
18	0%	42.67%	43.38%	13.95%
17	0%	28.16%	57.33%	14.51%
16	6.77%	15.19%	72.52%	5.52%
15	7.29%	16.35%	70.40%	5.95%
14	7.85%	17.61%	68.13%	6.41%

13	8.45%	18.97%	65.68%	6.90%
12	9.10%	20.42%	63.04%	7.43%
11	30.11%	22.00%	37.12%	10.77%
10	9.80%	38.14%	39.89%	12.16%
9	5.35%	36.75%	49.91%	10.99%
8	6.11%	31.09%	52.13%	10.68%
7	6.52%	26.21%	56.65%	10.63%
6	8.56%	22.33%	60.82%	8.30%
5	9.53%	23.24%	58.85%	8.39%
4	9.79%	24.07%	57.43%	8.70%

Menggunakan rumus untuk peluang gabungan dapat diperoleh peluang untuk menang dengan *blackjack*, menang biasa, kalah, dan seri sebagai berikut:

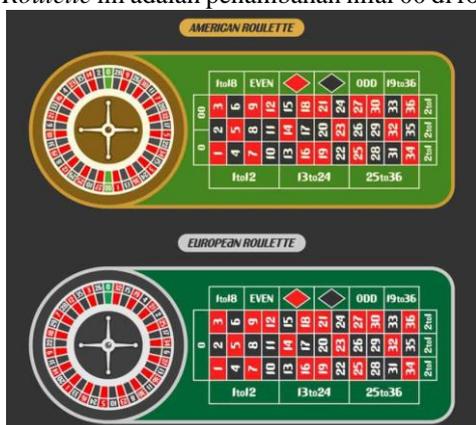
$$\begin{aligned} \text{Menang (21)} &= 10.57\% \\ \text{Menang} &= 30.21\% \\ \text{Kalah} &= 48.81\% \\ \text{Seri} &= 10.52\% \end{aligned}$$

Dengan demikian, diperoleh nilai keuntungan bandar untuk permainan *blackjack* yang disederhanakan, mengingat *Payout ratio* adalah 3-to-2 jika menang dengan *Blackjack*, 1-to-1 jika menang biasa, dan taruhan dikembalikan jika seri (0-to-1) adalah:

$$\begin{aligned} HA &= - \left(\left(\frac{3}{2} \left(\frac{10.57}{100} \right) + 1 \left(\frac{30.21}{100} \right) - \frac{48.81}{100} \right) \times 100\% \right) \\ HA &= - \left(\frac{-2.745}{100} \times 100\% \right) = 2.745\% \end{aligned}$$

5.2. Roulette

Pada umumnya meja *Roulette* terbagi menjadi dua jenis, yaitu *Roulette* Amerika dan *Roulette* Eropa. Yang membedakan kedua jenis meja *Roulette* ini adalah penambahan nilai 00 di roda putar.



Gambar 5.2.1. Meja dan roda *Roulette*

Sumber: <https://casinorange.com/how-to/difference-between-french-and-american-roulette>

Diakses pada 10 Desember 2022 Pukul 10:43 WIB

Dari roda putar roulette tersebut dapat dilihat semua kemungkinan tempat bola untuk berhenti yaitu 38 tempat yang

ditandai kode warna dan juga angka dari 0 dan 00 sampai 36 untuk *Roulette* Amerika dan 37 tempat yang ditandai kode warna dan juga angka dari 0 sampai 36 untuk *Roulette* Eropa.

Meja taruhan *Roulette* tersebut memperlihatkan cara untuk pemain menentukan taruhan dalam tiap kategori berbeda. Kategori berbeda tersebut akan menghasilkan *Payout Ratio* yang berbeda-beda juga^[5] sehingga pada analisis ini akan dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan cara pertaruhan dari pemain.

5.2.1. Bertaruh pada satu angka

Jika pemain bertaruh pada satu angka, *Payout Ratio* yang diberikan oleh bandar adalah 35-to-1. Dengan itu dapat diperhitungkan *House Advantage*.

Untuk *Roulette* Amerika:

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

Untuk *Roulette* Eropa dan Perancis:

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

5.2.2. Bertaruh pada dua angka

Jika pemain bertaruh pada dua angka, *Payout Ratio* yang diberikan oleh bandar adalah 17-to-1. Dengan itu dapat diperhitungkan *House Advantage*.

Untuk *Roulette* Amerika:

$$HA = - \left(\left(17 \left(\frac{2}{38} \right) - \frac{36}{38} \right) \times 100\% \right) = 5.263\%$$

Untuk *Roulette* Eropa dan Perancis:

$$HA = - \left(\left(17 \left(\frac{2}{37} \right) - \frac{35}{37} \right) \times 100\% \right) = 2.702\%$$

5.2.3. Bertaruh pada tiga angka

Jika pemain bertaruh pada tiga angka, *Payout Ratio* yang diberikan oleh bandar adalah 11-to-1. Dengan itu dapat diperhitungkan *House Advantage*.

Untuk *Roulette* Amerika:

$$HA = - \left(\left(11 \left(\frac{3}{38} \right) - \frac{35}{38} \right) \times 100\% \right) = 5.263\%$$

Untuk *Roulette* Eropa dan Perancis:

$$HA = - \left(\left(11 \left(\frac{3}{37} \right) - \frac{34}{37} \right) \times 100\% \right) = 2.702\%$$

5.2.4. Bertaruh pada empat angka

Jika pemain bertaruh pada empat angka, *Payout Ratio* yang diberikan oleh bandar adalah 8-to-1. Dengan itu dapat diperhitungkan *House Advantage*.

Untuk *Roulette* Amerika:

$$HA = - \left(\left(8 \left(\frac{4}{38} \right) - \frac{34}{38} \right) \times 100\% \right) = 5.263\%$$

Untuk *Roulette* Eropa dan Perancis:

$$HA = - \left(\left(8 \left(\frac{4}{37} \right) - \frac{33}{37} \right) \times 100\% \right) = 2.702\%$$

5.2.5. Bertaruh pada lima angka

Jika pemain bertaruh pada lima angka, *Payout Ratio* yang diberikan oleh bandar adalah 6-to-1. Dengan itu dapat diperhitungkan *House Advantage*.

Untuk *Roulette* Amerika:

$$HA = - \left(\left(6 \left(\frac{5}{38} \right) - \frac{33}{38} \right) \times 100\% \right) = 7.894\%$$

Untuk *Roulette* Eropa dan Perancis:

$$HA = - \left(\left(6 \left(\frac{5}{37} \right) - \frac{32}{37} \right) \times 100\% \right) = 5.405\%$$

5.2.6. Bertaruh pada enam angka

Jika pemain bertaruh pada enam angka, *Payout Ratio* yang diberikan oleh bandar adalah 5-to-1. Dengan itu dapat diperhitungkan *House Advantage*.

Untuk *Roulette* Amerika:

$$HA = - \left(\left(5 \left(\frac{6}{38} \right) - \frac{32}{38} \right) \times 100\% \right) = 5.263\%$$

Untuk *Roulette* Eropa dan Perancis:

$$HA = - \left(\left(5 \left(\frac{6}{37} \right) - \frac{31}{37} \right) \times 100\% \right) = 2.702\%$$

5.2.6. Bertaruh pada dua belas angka

Jika pemain bertaruh pada dua belas angka, *Payout Ratio* yang diberikan oleh bandar adalah 2-to-1. Dengan itu dapat diperhitungkan *House Advantage*.

Untuk *Roulette* Amerika:

$$HA = - \left(\left(2 \left(\frac{12}{38} \right) - \frac{26}{38} \right) \times 100\% \right) = 5.263\%$$

Untuk *Roulette* Eropa dan Perancis:

$$HA = - \left(\left(2 \left(\frac{12}{37} \right) - \frac{25}{37} \right) \times 100\% \right) = 2.702\%$$

5.2.6. Bertaruh pada set delapan belas angka

Jika pemain bertaruh pada delapan belas angka (dapat berbentuk ganjil, genap, atau warna. 0 dan 00 tidak termasuk set manapun), *Payout Ratio* yang diberikan oleh bandar adalah 1-to-1. Dengan itu dapat diperhitungkan *House Advantage*.

Untuk *Roulette* Amerika:

$$HA = - \left(\left(1 \left(\frac{18}{38} \right) - \frac{20}{38} \right) \times 100\% \right) = 5.263\%$$

Untuk *Roulette* Eropa:

$$HA = - \left(\left(1 \left(\frac{18}{37} \right) - \frac{19}{37} \right) \times 100\% \right) = 2.702\%$$

Disini terdapat perbedaan untuk *Roulette* Eropa dengan *Roulette* Perancis. Pada *Roulette* Perancis, jika bola mendarat ke

titik nol, maka bergantung kepada bandar dapat terjadi *La Partage*, bandar menerima setengah dari taruhan, atau *En Prison*, putaran diulang dengan taruhan tidak boleh diubah[6]. Jika terjadi *En Prison*, Saat putaran ulang *Payout Ratio* adalah 1-to-1 dan kemenangan hanya sekadar mengembalikan taruhan yang ditetapkan

Untuk *Roulette* Perancis *La Partage*:

$$HA = - \left(\left(1 \left(\frac{18}{37} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{1}{37} \right) - \frac{18}{37} \right) \times 100\% \right) = 1.351\%$$

Untuk *Roulette* Perancis *En Prison*:

$$HA = - \left(\left(1 \left(\frac{18}{37} \right) + \frac{1}{37} \left(-\frac{18}{36} \right) - \frac{18}{37} \right) \times 100\% \right) = 1.351\%$$

Secara keseluruhan jika diasumsikan semua kategori pertarungan dilakukan secara merata oleh setiap pemain, rata-rata *House Advantage* permainan roulette dapat diperoleh.

$$\overline{HA} = \frac{\sum HA}{N}$$

Untuk *Roulette* Amerika:

$$\overline{HA} = \frac{7 \times 5.263 + 7.894}{8} \% = 5.59\%$$

Untuk *Roulette* Eropa:

$$\overline{HA} = \frac{7 \times 2.702 + 5.405}{8} \% = 3.04\%$$

Untuk *Roulette* Perancis *La Partage*:

$$\overline{HA} = \frac{6 \times 2.702 + 7.894 + 1.351}{8} \% = 2.87\%$$

Untuk *Roulette* Perancis *En Prison*:

$$\overline{HA} = \frac{6 \times 2.702 + 7.894 + 1.351}{8} \% = 2.87\%$$

Maka jika digeneralisasi didapatkan *House Advantage* untuk permainan *Roulette* adalah:

$$\overline{HA} = \frac{5.59 + 3.04 + 2.87 + 2.87}{4} \% = 3.59\%$$

Selain nilai tersebut, hal lain yang dapat dianalisis adalah hubungan antara penambahan nol terhadap nilai *House Advantage*. Penambahan nilai nol berbanding lurus dengan nilai tersebut. Hal ini dibuktikan dengan tingginya nilai *House Advantage* di setiap kategori pertarungan pada *Roulette* Amerika dibandingkan *Roulette* Eropa dan Perancis. Ini berarti variasi *Roulette* yang menambahkan 000 atau simbol lainnya kepada roda putar akan meningkatkan keuntungan bagi bandar.

5.3. Mesin Slot

Berdasarkan referensi yang digunakan^[7] terdapat distribusi simbol sebagai berikut:

Tabel 5.3.1. Distribusi Simbol pada Mesin Slot Referensi

Simbol	Reel 1	Reel 2	Reel 3
--------	--------	--------	--------

Ceri	5	2	3
Jeruk	4	4	4
Bel	3	4	4
Globe	1	1	1
Prem	3	3	1
Lemon	3	5	6
Bar	1	1	1
Total	20	20	20

Dari table tersebut dapat dihitung ruang sampel yaitu semua kemungkinan yang dapat terjadi yaitu $20 \times 20 \times 20 = 8000$.

Berdasarkan referensi yang digunakan^[7] juga terdapat sebuah tabel yang berisikan pola tertentu untuk hadiah kemenangan pemain sebagai berikut dengan X berarti pada reel tersebut dapat berisikan simbol apapun:

Tabel 5.3.2. Distribusi hadiah pada mesin slot Referensi

Kombinasi Reel			Win
Globe	Globe	Globe	500
Bar	Bar	Bar	100
Prem	Prem	Prem	50
Bel	Bel	Bel	20
Jeruk	Jeruk	Jeruk	15
Ceri	Ceri	Ceri	10
Ceri	Ceri	X	5
Ceri	X	X	2

Berdasarkan informasi tersebut dan yang didapatkan dari table 5.3.1. dan 5.3.2., dapat diperhitungkan peluang pemain untuk menang dan dengan itu dapat diperhitungkan *House Advantage* dari permainan mesin slot.

Peluang untuk 3 globe

$$\frac{1}{20} \times \frac{1}{20} \times \frac{1}{20} = \frac{1}{8000}$$

Peluang untuk 3 Bar:

$$\frac{1}{20} \times \frac{1}{20} \times \frac{1}{20} = \frac{1}{8000}$$

Peluang untuk 3 Prem:

$$\frac{3}{20} \times \frac{3}{20} \times \frac{1}{20} = \frac{9}{8000}$$

Peluang untuk 3 Bel:

$$\frac{3}{20} \times \frac{4}{20} \times \frac{4}{20} = \frac{48}{8000}$$

Peluang untuk 3 Jeruk:

$$\frac{4}{20} \times \frac{4}{20} \times \frac{4}{20} = \frac{64}{8000}$$

Peluang untuk 3 Ceri:

$$\frac{5}{20} \times \frac{2}{20} \times \frac{3}{20} = \frac{30}{8000}$$

Peluang untuk 2 Ceri:

$$\frac{5}{20} \times \frac{2}{20} \times \frac{20-3}{20} = \frac{170}{8000}$$

Peluang untuk 1 Ceri:

$$\frac{5}{20} \times \frac{20-2}{20} \times \frac{20}{20} = \frac{1800}{8000}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan peluang untuk pemain kalah dalam bermain, yaitu jika pemain tidak mendapatkan apa-apa menggunakan sifat peluang (7) sebagai berikut:

$$P_{CoL} + \frac{1 + 1 + 9 + 48 + 64 + 30 + 170 + 1800}{8000} = 1$$

$$P_{CoL} = \frac{5877}{8000}$$

Perlu diketahui bahwa pada tabel 5.3.2, *Win* yang tertulis pada tabel adalah uang hasil jika menang. Sementara itu, uang yang dipertaruhkan selalu akan diserahkan pada bandar, sehingga untuk nilai *Payout Ratio* diperlukan pengurang sebesar 1 untuk mendapatkan nilai bersih, maka *Payout Ratio* dalam kasus ini adalah

$$Payout\ Ratio = Win - 1$$

Dengan demikian, dapat diperhitungkan *House Advantage* menggunakan persamaan (5) untuk permainan mesin slot referensi adalah sebagai berikut:

$$HA = - \left(\left(499 \left(\frac{1}{8000} \right) + 99 \left(\frac{1}{8000} \right) + 49 \left(\frac{9}{8000} \right) + 19 \left(\frac{48}{8000} \right) + 14 \left(\frac{64}{8000} \right) + 9 \left(\frac{30}{8000} \right) + 4 \left(\frac{170}{8000} \right) + 1 \left(\frac{1800}{8000} \right) - \frac{5877}{8000} \right) \times 100\% \right)$$

$$HA = - \left(\left(\frac{5597}{8000} - \frac{5877}{8000} \right) \times 100\% \right) = 3.5\%$$

5.4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan di bagian 5.1., 5.2., dan 5.3., jika diasumsikan semua permainan mendapatkan jumlah pemain yang sama dapat diperhitungkan keuntungan bandar secara keseluruhan jika hanya menyediakan tiga permainan di atas adalah sebagai berikut:

$$\overline{HA} = \frac{2.745 + 3.59 + 3.5}{3} \% = 3.28\%$$

VI. KESIMPULAN

Dari perhitungan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, terlihat bahwa bandar selalu mendapatkan keuntungan dari permainan. Hal ini dibuktikan dengan analisis yang dilakukan pada bab sebelumnya, tidak ada *House Advantage* bernilai negatif dipertaruhkan yang dianalisis manapun. Dengan demikian, dapat dibuktikan juga dengan kombinatorial dan peluang diskrit kebenaran istilah umum bahwa bandar selalu

menang. Adapula kemenangan rata-rata yang diperoleh bandar beragam bergantung oleh jenis permainan yang dipilih oleh pemain. Secara keseluruhan, berdasarkan ketiga permainan yang dianalisis, bandar mendapatkan keuntungan rata-rata 3.28% dari tiap taruhan yang ditetapkan oleh pemain. Keuntungan ini ditanggung oleh kerugian yang dialami oleh pemain mengingat *Expected Value* pada perumusan *House Advantage* merujuk pada perubahan nilai uang yang dimiliki oleh pemain setelah permainan selesai.

Kesimpulan lain yang dapat diambil adalah berdasarkan perhitungan *House Advantage* yang sudah dilakukan, berjudi permainan kasino bukanlah hal yang menguntungkan bagi para pemainnya sehingga harus dihindari sekiranya pemain tersebut mengincar keuntungan. Perlu diingat juga bahwa analisis yang telah dilakukan terhadap *blackjack* dilakukan menggunakan banyak penyederhanaan, sementara *roulette* dan Mesin Slot memiliki banyak variasi lain dalam tiap permainan sehingga keuntungan bandar pada nyatanya dapat lebih bervariasi dan berbeda dari hasil analisis yang telah dilakukan.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Tuhan yang Maha Esa karena telah memberikan kelancaran dalam pembuatan makalah berjudul “Analisis Keuntungan Bandar dalam Permainan Judi Kasino Menggunakan Kombinatorial”. Penulis juga ingin berterima kasih kepada Dr. Nur Ulva Maulidevi, S.T., M.Sc. selaku dosen dan pembimbing penulis dalam mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit tahun ajaran 2021/2022. Selain itu, penulis juga ingin berterima kasih kepada keluarga, teman-teman, serta pihak-pihak lain atas segala kontribusi yang menyebabkan makalah ini dapat terselesaikan. Semoga Tuhan yang Maha Esa memberikan balasan atas semua kebaikan dengan kebaikan yang lebih berlipat ganda.

REFERENSI

- [1] Potenza, M. N., Fiellin, D. A., Heninger, G. R., Rounsaville, B. J., & Mazure, C. M. (2002). Gambling. *Journal of General Internal Medicine*, 17(9), 721–732. <https://doi.org/10.1046/j.1525-1497.2002.10812.x>
- [2] Hasil Pencarian - Kbbi daring. (n.d.). Retrieved December 10, 2022, from <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/bandar>
- [3] Eadington, W. R. (1999). *The Economics of Casino Gambling*. *Journal of Economic Perspectives*, 13(3), 173–192.
- [4] UNLV Center for Gaming Research: *Casino Mathematics*. (n.d.). Retrieved December 10, 2022, from <https://gaming.library.unlv.edu/casinomath.html>
- [5] *A guide to understanding roulette odds*. Roulette Odds Guide 2022 – Understanding Roulette Payouts. (n.d.). Retrieved December 10, 2022, from <https://www.casino.org/roulette/odds/>
- [6] *En prison & la partage rules in Roulette*. UKGamblingSites.com | Best Websites For Sports; Casino Gambling. (2020, November 26). Retrieved December 10, 2022, from <https://www.ukgamblingsites.com/casino/games/roulette/en-prison-la-partage-rules-in-roulette/>
- [7] Shackelford, M. (2017, November 28). *The wizard's Fruit Slot*. Wizard Of Odds > Guide to Gambling Games & Online Casinos. Retrieved December 10, 2022, from <https://wizardofodds.com/games/slots/appendix/4/>
- [8] Munir, R. (2010). *Matematika Diskrit* (3rd ed.). Penerbit INFORMATIKA Bandung.
- [9] Stefanus. (2020). *Implementasi Pohon Keputusan dalam Basic Strategy Permainan Blackjack*. Retrieved December 10, 2022 from [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Makalah/Makalah-Matdis-2020%20\(98\).pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Makalah/Makalah-Matdis-2020%20(98).pdf)

- [10] Colin, J. (2022, June 2). *Blackjack strategy charts - how to play Perfect blackjack*. *Blackjack Apprenticeship*. Retrieved December 10, 2022, from <https://www.blackjackapprenticeship.com/blackjack-strategy-charts/>

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 2022



Muhamad Aji Wibisono
13521095

Lampiran 1 (Perhitungan *Blackjack*)

Kode Python

```
import pandas as pd
'''
Informasi umum

Baris berarti kondisi terakhir dari bandar
Baris 0 = bust
Baris 1 = stand di 17
Baris 2 = stand di 18
Baris 3 = stand di 19
Baris 4 = stand di 20
Baris 5 = stand di 21

Kolom berarti kartu yang dipegang saat ini oleh bandar
Kolom untuk tableNorm bandar tidak memegang kartu as dimulai dari 2 dan diteruskan (index 0 artinya nilai kartu adalah 2 dst)
Kolom untuk tableAce bandar memegang kartu As satu atau lebih dengan nilai tertentu (index 0 artinya nilai kartu adalah 12 dst)

Isi tabel adalah peluang kartu untuk berakhir di nilai perlambanan keenam baris tersebut
'''

#Setup berdasarkan fakta
tableNorm=[[0 for i in range(30)] for i in range(6)]
tableAce=[[0 for i in range(20)] for i in range(6)]

for j in range(21, 31):
    tableNorm[0][j-1] = 1
tableNorm[1][15] = 1
tableNorm[2][16] = 1
tableNorm[3][17] = 1
tableNorm[4][18] = 1
tableNorm[5][19] = 1

tableAce[1][5] = 1
tableAce[2][6] = 1
tableAce[3][7] = 1
tableAce[4][8] = 1
tableAce[5][9] = 1
tableAce[1][15] = 1
tableAce[2][16] = 1
tableAce[3][17] = 1
tableAce[4][18] = 1
tableAce[5][19] = 1

#Fungsi looping untuk sum
def sumval(table, startpointy, startpointx, N):
    sum = 0
    for i in range(N):
        sum += table[startpointy][startpointx + i]
    return sum

#Fungsi utama
for i in range(6):
    for j in range(14,9,-1):
        val = sumval(tableNorm, i, j+2, 8) + 4* tableNorm[i][j+10] + tableAce[i][j+1]
        tableNorm[i][j] = val/13
        if j >= 10:
            tableAce[i][j] = tableNorm[i][j]
for i in range(6):
    for j in range(4, -1, -1):
        val = sumval(tableAce, i, j+1, 9) + 4* tableAce[i][j+10]
        tableAce[i][j] = val/13
for i in range(6):
    for j in range(9,-1,-1):
        val = sumval(tableNorm, i, j+2, 8) + 4* tableNorm[i][j+10] + tableAce[i][j+1]
        tableNorm[i][j] = val/13
        if j >= 10:
            tableAce[i][j] = tableNorm[i][j]

df1 = pd.DataFrame(tableNorm)
df1.to_excel("Hard.xlsx")
df2 = pd.DataFrame(tableAce)
df2.to_excel("Soft.xlsx")
```

Hasil tablenorm

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
0	0.3536	0.3739	0.3945	0.4164	0.4232	0.2623	0.2447	0.2284	0.2121	0.2121	0.4827	0.5196	0.5539	0.5858	0.6154	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	0.1398	0.135	0.1305	0.1223	0.1654	0.3686	0.1286	0.12	0.1114	0.1114	0.1035	0.0361	0.0892	0.0828	0.0769	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.1343	0.1305	0.1259	0.1223	0.1063	0.1378	0.3593	0.12	0.1114	0.1114	0.1035	0.0361	0.0892	0.0828	0.0769	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.1297	0.1256	0.1214	0.1177	0.1063	0.0786	0.1286	0.3508	0.1114	0.1114	0.1035	0.0361	0.0892	0.0828	0.0769	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.124	0.1203	0.1165	0.1131	0.1017	0.0786	0.0694	0.12	0.3422	0.1114	0.1035	0.0361	0.0892	0.0828	0.0769	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.118	0.1147	0.1112	0.1082	0.0972	0.0741	0.0694	0.0608	0.1114	0.3422	0.1035	0.0361	0.0892	0.0828	0.0769	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Hasil tableAce

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	0.245	0.2725	0.3	0.3272	0.3541	0	0	0	0	0	0.4827	0.5196	0.5539	0.5858	0.6154	0	0	0	0	0
1	0.151	0.1455	0.14	0.1346	0.1292	1	0	0	0	0	0.1035	0.0361	0.0892	0.0828	0.0769	1	0	0	0	0
2	0.151	0.1455	0.14	0.1346	0.1292	0	1	0	0	0	0.1035	0.0361	0.0892	0.0828	0.0769	0	1	0	0	0
3	0.151	0.1455	0.14	0.1346	0.1292	0	0	1	0	0	0.1035	0.0361	0.0892	0.0828	0.0769	0	0	1	0	0
4	0.151	0.1455	0.14	0.1346	0.1292	0	0	0	1	0	0.1035	0.0361	0.0892	0.0828	0.0769	0	0	0	1	0
5	0.151	0.1455	0.14	0.1346	0.1292	0	0	0	0	1	0.1035	0.0361	0.0892	0.0828	0.0769	0	0	0	0	1

Link Spreadsheet (Kotretan, Rancu)

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1esg8XXfnc7i9Qxnw5JpSJE2PT5VBq-5/edit?usp=sharing&ouid=108487481429442416039&rtpof=true&sd=true>