

1 Pengantar Statistika Deskriptif

Tujuan pembelajaran: mampu memberikan penafsiran yang tepat serta menggunakan berbagai ukuran statistik untuk memahami dan menganalisis fenomena ketidakpastian dalam data sampel.

1.1 Variabilitas dan Visualisasi Data

Misalkan diberikan data sebagai berikut!

Nilai	Squid Game 1	Squid Game 2	Squid Game 3
10	5173	5169	4374
9	3936	4046	963
8	2792	10663	1471
7	1430	21076	1906
6	552	19837	2429
5	236	9669	3387
4	118	3933	3715
3	73	1720	3993
2	54	880	4612
1	124	859	8557

Jika diminta untuk mendeskripsikan bagaimana perbedaan natur 'ketidakpastian' dari hasil polling masing-masing film, bagaimana menjelaskannya? Jadi, kira-kira pada umumnya orang memberi nilai berapa untuk masing-masing film tersebut? Untuk menjelaskannya, silahkan eksplorasi link berikut:

<https://colab.research.google.com/drive/1KDEGgYP8T-mnNuq8spRJVFJ3v9zU1EAS?usp=sharing>.

1.2 Statistik atau Statistika?

- Statistik (*statistic*) adalah suatu besaran _____ yang mewakili suatu _____ untuk memberikan gambaran secara ringkas mengenai populasi tersebut.
- Statistika (*statistics*) adalah ilmu yang mempelajari tentang _____.

1.3 Ukuran Pusat Data

Definisi. Diberikan suatu data berukuran N dan secara terurut naik x_1, x_2, \dots, x_N .

(a) Rata-rata dari data tersebut didefinisikan sebagai

$$\bar{x} = \frac{1}{N}(x_1 + x_2 + \dots + x_N) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i.$$

(b) Median dari data tersebut didefinisikan sebagai nilai yang berada di 'tengah' data, yakni

$$M_e = \begin{cases} x_{\frac{N+1}{2}}, & N \text{ ganjil}, \\ \frac{1}{2}(x_{\frac{N}{2}} + x_{\frac{N}{2}+1}), & N \text{ genap}. \end{cases}$$

(c) Modus dari data tersebut didefinisikan sebagai nilai yang paling sering muncul.

Bagaimana cara mencari rata-rata, median, dan modus dari tabel film di atas?

1.4 Ukuran Variasi Data

Rata-rata, orang memberi nilai 8,6 untuk film Squid Game 1. Artinya, pada umumnya orang memberi skor di sekitar angka tersebut. Seberapa mungkin ada orang yang memberikan penilaian yang 'abnormal', yakni memberi skor yang cukup 'jauh' dari 8,6? Di sinilah, kita memerlukan ukuran variasi atau penyebaran. Misalkan Alisa memberi skor $x_A = 7$ dan Bobi memberi skor $x_B = 9$.

- Hitung simpangan kuadrat $(x_A - \bar{x})^2$.
- Hitung simpangan kuadrat $(x_B - \bar{x})^2$.
- Manakah yang memberi skor yang lebih 'normal' relatif terhadap keseluruhan data?

Definisi. Diberikan suatu data berukuran N dan secara terurut naik x_1, x_2, \dots, x_N .

- (a) Variansi dari data tersebut didefinisikan sebagai

$$S^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2.$$

- (b) Standar Deviasi dari data tersebut didefinisikan sebagai

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}.$$

Statistik ukuran variansi menyatakan tingkat _____ dari sebuah data.

Mengapa kita tidak mendefinisikan variansi menggunakan $\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$?

1.5 Ukuran Lokasi dan Boxplot

Definisi. Misalkan suatu data berukuran N dan secara terurut naik x_1, x_2, \dots, x_N .

- Kuartil 1 dinotasikan sebagai Q_1 adalah nilai data ke _____ dari data terurut naik.
- Kuartil 2 dinotasikan sebagai Q_2 adalah nilai data ke _____ dari data terurut naik.
- Kuartil 3 dinotasikan sebagai Q_3 adalah nilai data ke _____ dari data terurut naik.

Definisi. Suatu data x_i disebut _____ jika

$$x_i < Q_1 - \frac{3}{2} \cdot IQR \quad \text{atau} \quad x_i > Q_3 + \frac{3}{2} \cdot IQR,$$

dengan $IQR = Q_3 - Q_1$ yang disebut sebagai nilai _____.

Untuk memvisualisasikan ukuran lokasi dalam data, kita dapat menggunakan _____.

1.6 Checkpoint

- Dalam mata kuliah MATH1042, diketahui rata-rata nilai akhir mahasiswanya adalah 65. Robby memiliki nilai akhir sebesar 71. Berapa besar 'simpangan' nilai Robby dari nilai rata-rata?
(a) 6 (b) -6 (c) 36 (d) -36 (e) 71
- Dua buah termometer diuji untuk mengukur benda yang diketahui secara absolut memiliki suhu sebesar 38° . Pengukuran dilakukan sama-sama sebanyak 100 kali untuk setiap termometer. Rata-rata hasil pengukuran kedua termometer sama-sama sebesar 38° . Standar deviasi dari pengukuran termometer pertama adalah 0,05 dan termometer kedua adalah 0,03. Manakah antara kedua termometer yang memiliki kualitas yang lebih bagus?
(a) Termometer pertama (c) Keduanya sama bagusnya
(b) Termometer kedua (d) Tidak cukup untuk menyimpulkan
- Berikut ini merupakan statistik dari nilai akhir mata kuliah MATH1061 dan MATH1062. Diketahui semua mahasiswa yang mengambil mata kuliah MATH1061 juga mengambil MATH1062.

Statistik	MATH1061	MATH1062
Rata-rata	80,43	73,07
Standar Deviasi	2,79	25,18

Catatan.

- Syarat mendapat nilai A, nilai akhir di atas 91.
- Syarat untuk kelulusan, nilai akhir di atas 41.

Secara 'kasar', manakah kesimpulan yang tepat?

- (a) Banyak mahasiswa peraih nilai A dari MATH1062 lebih banyak dari MATH1061.
(b) Tidak ada mahasiswa yang tidak lulus baik pada MATH1062 maupun MATH1061.
- Dilakukan suatu penelitian mengenai dampak merokok terhadap pola tidur dilakukan. Ukuran yang diamati pada tabel berikut adalah waktu, dalam menit, yang dibutuhkan untuk tertidur.

Perokok	Bukan Perokok
69,3	28,6
56,0	25,1
22,1	26,4
47,6	34,9
53,2	29,8
48,1	28,4
52,7	38,5
34,4	30,2
60,2	30,6
43,8	31,8
23,2	41,6
13,8	21,1
	36,0
	37,9
	13,9

- (a) Tentukan rata-rata sampel untuk kelompok perokok dan bukan perokok.
(b) Hitunglah simpangan baku sampel untuk kelompok perokok dan bukan perokok.
(c) Apakah terdapat data pencilan untuk setiap kelompok? Gambarkan juga boxplotnya!
(d) Berikan komentar mengenai dampak merokok terhadap waktu tidur dari data tersebut.

5. Emisi hidrokarbon mempunyai dampak yang berbahaya bagi manusia. Oleh karena itu, penting bagi kita untuk melakukan analisis terhadap emisi hidrokarbon yang dihasilkan produk. Emisi hidrokarbon (dalam ppm) yang dihasilkan oleh mobil-mobil yang diproduksi tahun 1980 dan 1990 hendak dibandingkan. Untuk itu, diambil secara acak 16 mobil dari masing-masing tahun tersebut, dan emisi hidrokarbon dari mobil-mobil tersebut tercatat sebagai berikut.

Tahun 1980										
141	359	247	940	882	494	306	210	105	880	
200	223	188	940	241	190	300	435	241	380	
Tahun 1990										
140	160	20	20	223	60	20	95	360	70	
220	400	217	58	235	380	200	175	85	65	

(a) Lengkapi tabel statistik berikut untuk tahun 1980 dan 1990!

Statistik	Tahun 1980	Tahun 1990
Modus		
Rata-rata		
Standar Deviasi		
Minimum		
Kuartil bawah		
Kuartil tengah		
Kuartil atas		
Maksimum		

- (b) Periksalah keberadaan pencilan dalam kedua data di atas.
(c) Gambarkan *boxplot* untuk masing-masing data.
(d) Berikan komentar Anda atas hasil yang diperoleh.
6. Diberikan data terurut $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots, x_{100}$ mempunyai rata-rata 417 dan mediannya 313, tunjukkan bahwa rata-rata dan median dari data di bawah ini adalah $\bar{x} = 0,5$ dan $M_e = 1$.

$$(4x_1 - 1), (4x_2 - 2), (4x_3 - 4), (4x_4 - 7), (4x_5 - 11), (4x_6 - 16), \dots, (4x_{100} - 49651)$$

7. Dari hasil survei MATH1042 yang terdiri dari 40 peserta mata kuliah dan 16 diantaranya wanita.
- Rataan tinggi badan mahasiswa wanita 160 dengan simpangan baku 2,5.
 - Rataan tinggi badan mahasiswa pria 165 dengan simpangan baku 8.

Tunjukkan bahwa simpangan baku keseluruhan peserta kuliah adalah $\sqrt{46,9}$!

2 Ruang Sampel, Kejadian, dan Peluang Dasar

Tujuan pembelajaran: mampu mengidentifikasi ruang sampel, kejadian acak, serta menerapkan aturan-aturan peluang dengan tepat dalam berbagai konteks yang relevan dan sesuai.

2.1 Mengukur Ketidakpastian

Definisi. Beberapa konsep yang berkaitan dengan fenomena ketidakpastian:

- Ruang sampel dari suatu fenomena ketidakpastian adalah _____ dari semua _____. Setiap elemen dari ruang sampel disebut _____.
- Kejadian (*random event*) adalah sebuah _____ dari ruang sampel. Dalam pengertian informal, himpunan semua keluaran yang terkait dengan fenomena tertentu yang 'menarik' untuk diukur peluangnya.

Definisi. Misalkan Ω adalah ruang sampel dan A adalah sebuah kejadian. _____ dari kejadian A , dinotasikan sebagai $\mathbb{P}(A)$, merupakan suatu mekanisme penilaian yang mengukur seberapa mungkin kejadian A terjadi. Peluang ini memenuhi sifat-sifat berikut:

1. $0 \leq \mathbb{P}(A) \leq 1$,
2. $\mathbb{P}(\emptyset) = 0$,
3. $\mathbb{P}(\Omega) = 1$,
4. $\mathbb{P}(A \cup B) = \mathbb{P}(A) + \mathbb{P}(B)$ dengan $A \cap B = \emptyset$.

Teorema. Misalkan Ω suatu ruang sampel dan A suatu kejadian. Jika setiap titik sampel di Ω memiliki tingkat kemungkinan yang sama untuk terjadi (*equally likely*), maka $\mathbb{P}(A) = \frac{|A|}{|\Omega|}$.

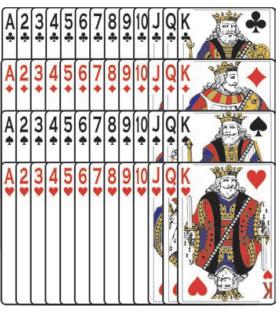
2.2 Mencacah Ruang Sampel

Kita definisikan notasi faktorial sebagai $n! = n \cdot (n - 1) \cdot \dots \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$ dan $0! = 1$ (mengapa?).

Teknik Pencacahan	Karakteristik Dari Urutan	Contoh ($n = 4, r = 2$)	Formula
r -permutasi tak berulang dari n objek			$\frac{n!}{(n - r)!}$
r -permutasi berulang dari n objek			n^r
r -kombinasi tak berulang dari n objek			$\binom{n}{r} = \frac{n!}{r!(n - r)!}$
r -kombinasi berulang dari n objek			$\binom{n + r - 1}{r}$

2.3 Checkpoint

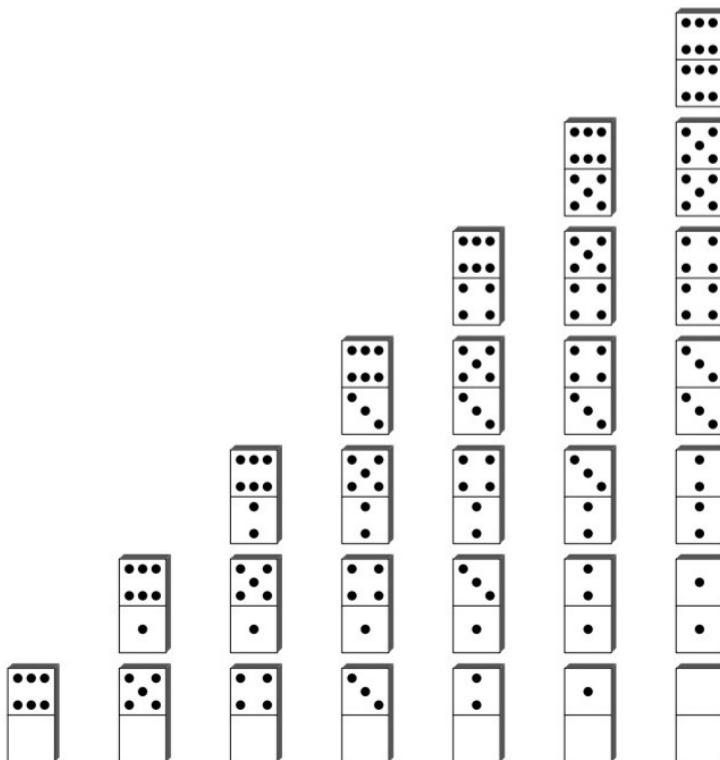
1. Lengkapi tabel berikut dengan mendaftarkan semua elemen ruang sampelnya!

Fenomena Ketidakpastian	Ruang Sampel Ω	Banyak Titik Sampel $ \Omega $
    		

Dengan pemahaman ruang sampel untuk objek-objek di atas, tentukan peluang dari

- terambilnya kartu yang bergambar orang,
- terambilnya kartu dengan warna merah dan angka genap,
- munculnya sisi yang sama pada delapan koin,
- munculnya kedua mata dadu genap pada kasus pelemparan dua dadu.

2. Sebuah domino diambil secara acak dari set domino.



- (a) Berapa peluang terambil domino dengan mata angka kembar?
- (b) Misalkan dalam permainan domino, pertama kita ambil sebuah domino dengan isi  . Lalu, kita mengambil sebuah domino lagi secara acak. Kondisi seperti apa agar permainan berlanjut? Berapa peluang dengan domino tersebut, kita dapat melanjutkan permainan?
3. Budi akan melakukan tiga kali pelemparan koin.
- (a) Berapa peluang memperoleh sisi koin yang selalu sama dalam tiga kali pelemparan?
- (b) Berapa peluang memperoleh sisi koin yang tidak selalu sama dalam tiga kali pelemparan?
4. Di lemari pakaian Laura, ada empat baju warna merah dan tiga baju warna biru. Juga, terdapat dua bawahan hitam dan empat bawahan putih. Selain itu, Laura memiliki empat sepatu coklat dan dua sepatu hitam. Jika setiap baju, bawahan, dan sepatu sama seringnya dipakai oleh Laura, berapakah peluang Laura menggunakan baju merah, bawahan hitam, dan sepatu hitam?
5. (a) Dalam sebuah percobaan, dua buah dadu enam sisi dilempar secara bersamaan. Kedua dadu tersebut memiliki warna berbeda untuk membedakannya, yaitu dadu merah dan dadu biru. Berapa peluang bahwa angka pada dadu merah adalah dua kali lipat dari angka yang muncul pada dadu biru setelah kedua dadu dilempar secara bersamaan?
- (b) Dari dua puluh transistor, diketahui terdapat tiga di antaranya yang rusak. Jika dari dua puluh transistor tersebut diambil dua buah, berapa peluang bahwa semuanya tidak rusak?
- (c) Pengambilan dua item dari *gatcha vending machine* berisi seratus item, terdiri dari 50 item merah dan 50 item biru. Berapa peluang item yang diambil keduanya merah?

6. Pilihlah teknik pencacahan yang tepat!

- Sebuah *password* berbentuk string dengan panjang delapan karakter akan dibangkitkan secara acak seragam, dimana setiap karakternya dapat diambil dari karakter alfanumerik *lowercase* (karakter huruf *lowercase* atau angka). Hitunglah ukuran ruang sampelnya dan peluang bahwa *password* yang dibangkitkan tidak memuat karakter numerik!
- Sebuah tim pengurus kelas terdiri dari seorang ketua kelas, wakil ketua kelas, sekretaris, dan bendahara. Dari kelas berisi 20 mahasiswa, akan dibuat sebuah tim pengurus kelas secara acak seragam. Hitunglah ukuran ruang sampelnya. Aldo adalah salah satu peserta kelas tersebut. Berapa peluang Aldo terpilih sebagai bagian dari tim pengurus kelas?
- Sebuah toko kue memiliki tiga varian kue: *blackforest*, *cheese cake*, dan kue lapis. Rudi akan membeli tiga buah kue dari toko tersebut untuk menjadi oleh-oleh. Ia dapat memilih varian yang sama dalam tiga kue yang ia akan beli. Karena Rudi bingung untuk memilih, ia memutuskan untuk mengambil pilihan secara acak seragam. Hitunglah ukuran ruang sampel. Berapa peluang tiga pilihan acak kue Rudi semuanya adalah kue lapis?
- Sebuah kantong berisi tiga bola merah dan empat bola biru. Dari kantong tersebut, dua bola akan diambil secara acak seragam. Hitunglah ukuran ruang sampelnya. Kemudian, tentukan berapa peluang bahwa kedua bola yang terpilih adalah bola merah.

3 Beberapa Aturan dan Konsep Peluang

Tujuan pembelajaran: mampu menggunakan aturan penjumlahan, konsep peluang bersyarat, dan aturan perkalian untuk menghitung peluang dengan benar dalam berbagai konteks yang relevan.

3.1 Aturan Penjumlahan

Kejadian	Aturan Peluang	Operasi Himpunan	Operasi Logika
Saling lepas (<i>disjoint</i>)			
Saling bebas (<i>independent</i>)			

Definisi. Kejadian A dan B disebut _____, jika $A \cap B = \emptyset$.

Teorema. Misalkan A dan B kejadian yang tidak harus saling lepas, maka

$$\mathbb{P}(A \cup B) = \mathbb{P}(A) + \mathbb{P}(B) - \mathbb{P}(A \cap B).$$

- Misalkan A dan B kejadian _____, maka $\mathbb{P}(A \cup B) = \mathbb{P}(A) + \mathbb{P}(B)$. Inilah aturan penjumlahan dengan kejadian $A \cup B$ berarti kejadian A terjadi atau B terjadi.
- Misalkan A adalah kejadian dengan ruang sampel Ω yang memenuhi $A \cup \bar{A} = \Omega$ dan $A \cap \bar{A} = \emptyset$. Maka, peluang kejadian _____ adalah $\mathbb{P}(\bar{A}) = 1 - \mathbb{P}(A)$.

3.2 Peluang Bersyarat

Kita akan melihat fenomena "beda komunitas, beda peluang" melalui data COVID-19 di California.

Banyak Penderita	3.578.727
Total Populasi	39.512.223

Artinya, $\mathbb{P}(\text{seseorang terkena COVID-19}) = 9,06\%$. Lebih jauh, kita memiliki data yang lebih detail.

	White	Black	Hispanic	Asian	Total
Banyak penderita	930.469	644.171	858.894	1.145.193	3.575.727
% dari populasi total	35%	8%	30%	27%	100%
Populasi	1.382.928	3.160.978	11.853.667	10.668.300	39.512.223

Kelompok mana yang paling beresiko menderita COVID-19 di California?

Definisi. Misalkan A dan B suatu kejadian. Peluang _____ didefinisikan sebagai

$$\mathbb{P}(A | B) = \frac{\mathbb{P}(A \cap B)}{\mathbb{P}(B)},$$

dengan $A \cap B$ menyatakan kejadian A dan B sekaligus terjadi. Secara informal, kita simpulkan bahwa $\mathbb{P}(A | B)$ merepresentasikan pemindahan ruang sampel dari semesta Ω menjadi B .

3.3 Aturan Perkalian

Peluang terjadinya kecelakaan pada sebuah Roller Coaster adalah 0,01%, atau 1 di antara 10.000 kali operasi wahana. Roller Coaster tersebut telah beroperasi sebanyak 9.999 kali dengan aman, tanpa kecelakaan. Kini, Anda berada di antrian terdepan untuk menaiki wahana tersebut, dan diketahuigiliran Anda merupakan perjalanan ke-10.000. Apakah Anda tetap ingin naik Roller Coaster tersebut?

Definisi. Misalkan A dan B suatu kejadian, maka A dan B _____, jika

$$\mathbb{P}(A|B) = \mathbb{P}(A) \quad \text{dan} \quad \mathbb{P}(B|A) = \mathbb{P}(B).$$

Dengan kata lain, peluang A terjadi tidak dipengaruhi oleh kejadian B , begitu sebaliknya.

Teorema. Misalkan A dan B merupakan kejadian yang saling bebas, maka $\mathbb{P}(A \cap B) = \mathbb{P}(A) \cdot \mathbb{P}(B)$.

3.4 Checkpoint

- Sebuah dadu akan dilempar Ali dengan mendefinisikan kejadian-kejadian berikut.

- B_0 kejadian dadu menghasilkan sisi dengan bilangan prima,
- B_1 kejadian dadu menghasilkan sisi dengan bilangan kuadrat,
- B_2 kejadian dadu menghasilkan sisi dengan bilangan genap.

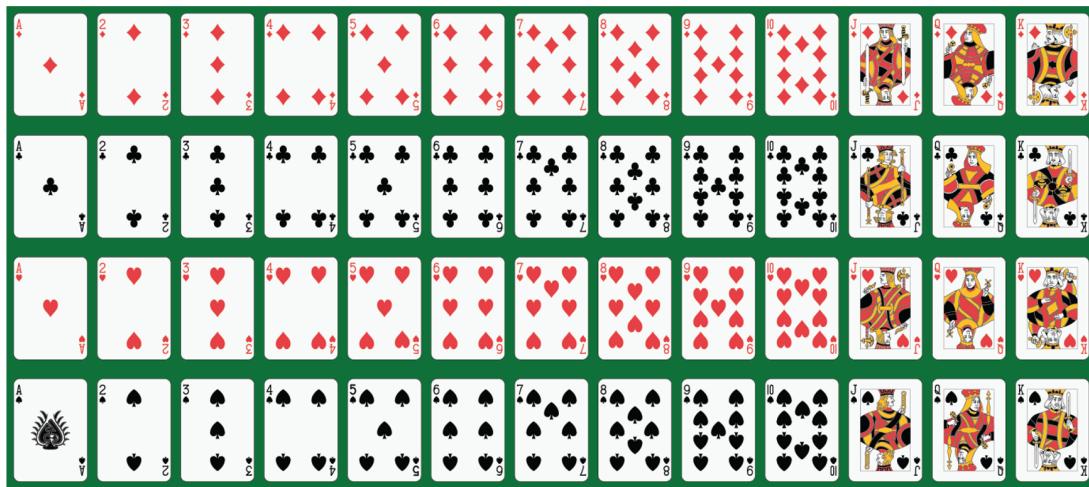
Gunakan informasi di atas untuk menyelesaikan soal-soal di bawah ini.

- Manakah di antara kejadian-kejadian tersebut yang saling lepas?
- Berapakah peluang sebuah dadu menghasilkan bilangan prima atau bilangan kuadrat?
- Kemudian, Ali ditambahkan satu dadu lagi sehingga dua dadu dilempar secara bersamaan.
- Berapakah peluang bahwa jumlah kedua mata dadu merupakan bilangan kuadrat?

2. Temukan hal yang aneh dari kalimat berita ramalan cuaca berikut.

"Diperkirakan besok hujan dengan peluang 40% dan tidak hujan dengan peluang 50%."

3. (a) Sebuah kartu diambil acak dari set kartu remi.



Berapa peluang terpilih kartu As atau kartu sekop?

- (b) Dari dua puluh transistor, diketahui terdapat tiga di antaranya yang rusak. Jika dari semua transistor tersebut diambil dua buah, berapa peluang ada transistor rusak yang diambil?
4. Perhatikan data pada tabel penderita COVID-19 di California berikut!

	White	Black	Hispanic	Asian	Total
Banyak penderita	930.469	644.171	858.894	1.145.193	3.575.727
% dari populasi total	35%	8%	30%	27%	100%
Populasi	1.382.928	3.160.978	11.853.667	10.668.300	39.512.223

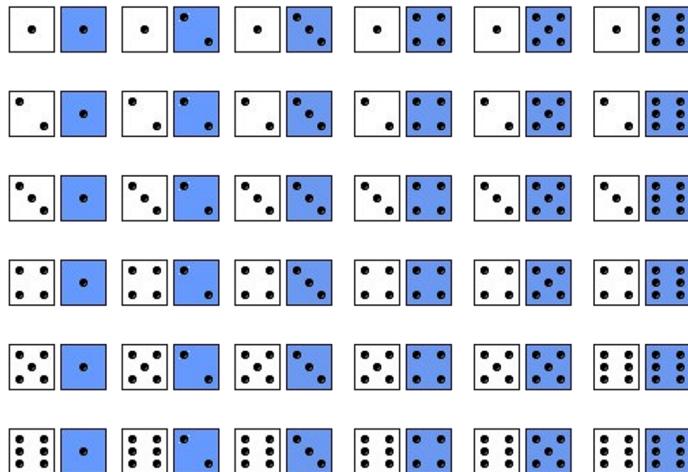
Apakah orang White lebih beresiko menderita COVID-19 daripada orang Hispanic? Jelaskan.

5. Sebuah konter permainan melempar dadu memberikan hadiah berupa Teddy Bear bagi pemain dengan aturan sebagai berikut. Setiap pengunjung melempar dua buah dadu secara acak. Jika jumlah kedua mata dadu yang diperoleh 12, maka pengunjung menang dan bisa mendapat Teddy Bear. Aurel melempar dua dadu tersebut dan tidak sengaja menjatuhkan dadu ke arah kerumunan sehingga ia tidak bisa melihat hasilnya. Namun demikian, salah satu kerumunan berteriak, " Wah, kedua dadu muncul angka genap!" Jika Anda jadi Aurel, apakah Anda akan merasa lebih percaya diri untuk mendapatkan Teddy bear atau tidak? Berikan alasannya.
6. Film produksi Hollywood mewakili 74% dari seluruh film yang beredar sepanjang sejarah. Secara umum, peluang sebuah film menerima skor IMDB di atas 7 adalah 14% saja. Diketahui pula bahwa 11% dari seluruh film yang beredar sepanjang sejarah adalah produksi Hollywood yang berskor IMDB lebih dari 7. Dengan informasi tersebut, analisalah hal-hal berikut:
- i. Jika sebuah film Hollywood diambil secara acak, berapakah peluang film yang dipilih mempunyai skor IMDB di atas 7?
 - ii. Jika sebuah film punya skor IMDB di atas 7 diambil secara acak, berapa peluang film tersebut produksi Hollywood?

Pilihan Jawaban.

- (a) $\frac{11}{74}$ (b) $\frac{14}{74}$ (c) $\frac{11}{14}$ (d) $\frac{11}{100}$ (e) $\frac{74}{100}$

7. Seseorang melempar dadu dua kali. Pelemparan pertama menghasilkan sisi 2.



- (a) Misalkan A adalah kejadian dadu pertama menunjukkan sisi 2 dan B adalah kejadian dadu kedua menunjukkan sisi 2. Apakah kejadian A dan B merupakan kejadian saling bebas?
- (b) Berapa peluang bahwa dadu pada pelemparan kedua juga menunjukkan sisi 2?
- (c) Jika hasil pelemparan pertama tidak diketahui atau tidak diberikan informasi tentangnya, berapa peluang pelemparan kedua akan menghasilkan sisi 2 pada dadu yang dilempar?
8. Dari dua kotak di bawah ini, masing-masing diambil sebuah bola secara acak dan saling bebas.

- Kotak 1: Bola merah sebanyak 3 buah dan bola biru sebanyak 4 buah.
- Kotak 2: Bola merah sebanyak 4 buah dan bola biru sebanyak 1 buah.

Berapa peluang keduanya terambil bola merah?

9. Leni memiliki dua token *lucky draw* yang bisa dimainkan di dua buah mesin *roulette* berbeda. Setiap mesin akan memberikan *grand prize* dengan peluang 5% dan 2% secara berturut-turut. Berapa peluang Leni tidak mendapatkan *grand prize* pada kedua mesin tersebut?
10. Kita asumsikan harga minyak pada suatu negara dipengaruhi oleh investasi terhadap bidang infrastruktur yang dilakukan oleh negara tersebut. Jika di negara tersebut terjadi peningkatan investasi di bidang infrastruktur pada tahun depan, peluang harga minyak akan meningkat adalah 0,9. Jika tidak terjadi peningkatan investasi di bidang infrastruktur pada tahun depan, peluang harga minyak akan meningkat adalah 0,4. Dari beberapa informasi didapatkan bahwa peluang investasi di bidang infrastruktur akan meningkat pada tahun depan adalah 0,6.
- (a) Misalkan M kejadian harga minyak meningkat pada tahun depan dan I kejadian terjadi peningkatan investasi di bidang infrastruktur pada tahun depan, jelaskan mengapa berlaku

$$P(M) = P(M \cap \bar{I}) + P(M \cap I).$$

- (b) Tentukan peluang peningkatan harga minyak pada tahun depan.
- (c) Tentukan besar peluang terdapat peningkatan investasi di bidang infrastruktur pada tahun depan dengan syarat harga minyak pada tahun depan mengalami peningkatan.