MSIM4312
Edisi 1

MODUL 08

Pengujian Hipotesis

Ir. Paulus Insap Santosa, M.Sc., Ph.D., IPU

Daftar Isi

Pendahuluan

Pengujian hipotesis merupakan satu tahap penting dalam tahapan penelitian. Pengujian hipotesis digunakan untuk membuktikan diterima tidaknya hipotesis yang diajukan. Pengujian hipotesis didasarkan pada data yang sudah dikumpulkan sebelumnya dari sampel yang dipilih secara acak dengan strategi tertentu.

Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, sebaiknya data yang diperoleh dari sampel diorganisir sedemikian rupa untuk menata data tersebut dan menentukan prosedur statistika yang akan digunakan untuk melakukan uji hipotesis. Selain itu juga untuk melihat ada tidaknya data yang perlu ditangani secara khusus, misalnya data yang dikategorikan sebagai *outlier*. *Outlier* untuk prosedur statistika tertentu dapat menimbulkan salah persepsi bagi peneliti jika mereka tidak hati-hati.

Modul 8 mengajak Anda untuk mempelajari tiga hal, yaitu distribusi data, statistika deskriptif, dan statistika inferensial. Distribusi data dan statistika deskriptif lebih banyak digunakan untuk memahami data yang diperoleh dari sampel. Pada bagian distribusi data akan dijelaskan distribusi skor atau distribusi frekuensi dan distribusi normal. Pada bagian statistika deskriptif akan dijelaskan pusat kecenderungan atau *central tendency* (rerata, nilai tengah, dan nilai yang paling sering muncul), simpang baku, dan nilai standar. Statistika inferensial lebih banyak digunakan untuk uji hipotesis. Pada bagian statistika inferensial akan dijelaskan uji hipotesis menggunakan uji Z dan uji t. Secara khusus, setelah menyelesaikan Modul 8 Anda diharapkan mampu:

1. menjelaskan beberapa jenis distribusi data, khususnya distribusi skor atau distribusi frekuensi dan distribusi normal;
2. menjelaskan karakteristik distribusi normal;
3. menjelaskan beberapa parameter untuk menunjukkan pusat kecenderungan, simpang baku, dan nilai standar;
4. menjelaskan perbedaan simpang baku kecil dan besar pada distribusi normal;
5. menggunakan nilai standar untuk menjelaskan karakteristik dua atau lebih distribusi yang berbeda simpang bakunya;
6. menjelaskan perbedaan antara statistika deskriptif dan statistika inferensial;
7. menjelaskan kesalahan pengambilan keputusan pada uji hipotesis;
8. menggunakan kurva distribusi Z dan distribusi t untuk uji hipotesis.

Kegiatan Belajar 1

Distribusi Data

Modul 7 menjelaskan beberapa cara untuk mengumpulkan data. Untuk data kuantitatif secara khusus dijelaskan melalui survei. Sebelum data dianalisis lebih lanjut menggunakan sembarang prosedur statistika, perhatikan data yang Anda miliki dan pertimbangkan cara mengorganisir yang produktif. Gunakanlah pikiran yang terbuka dan carilah semacam pola yang mungkin ada dalam data yang Anda miliki.

A. DISTRIBUSI SKOR

Data yang Anda peroleh dari sebuah survei, terutama yang respondennya cukup banyak seringkali mempunyai pola tertentu yang bisa dibaca ketika Anda menyusun data tersebut dengan cara tertentu. Mari kita amati contoh sederhana sebagai berikut. Misalkan ada 15 mahasiswa dari dua kelas, kelas A dan kelas B, yang mengikuti tes TOEFL yang mendapatkan skor seperti terlihat pada Tabel 8.1.

Tabel 8.1
Perbandingan Skor TOEFL dari Dua Kelas

Kelas A		Kelas B	
No. Mhs.	Skor	No. Mhs.	Skor
1.	427	1.	480
2.	447	2.	467
3.	443	3.	470
4.	450	4.	477
5.	440	5.	460
6.	437	6.	463
7.	430	7.	473
8.	423		

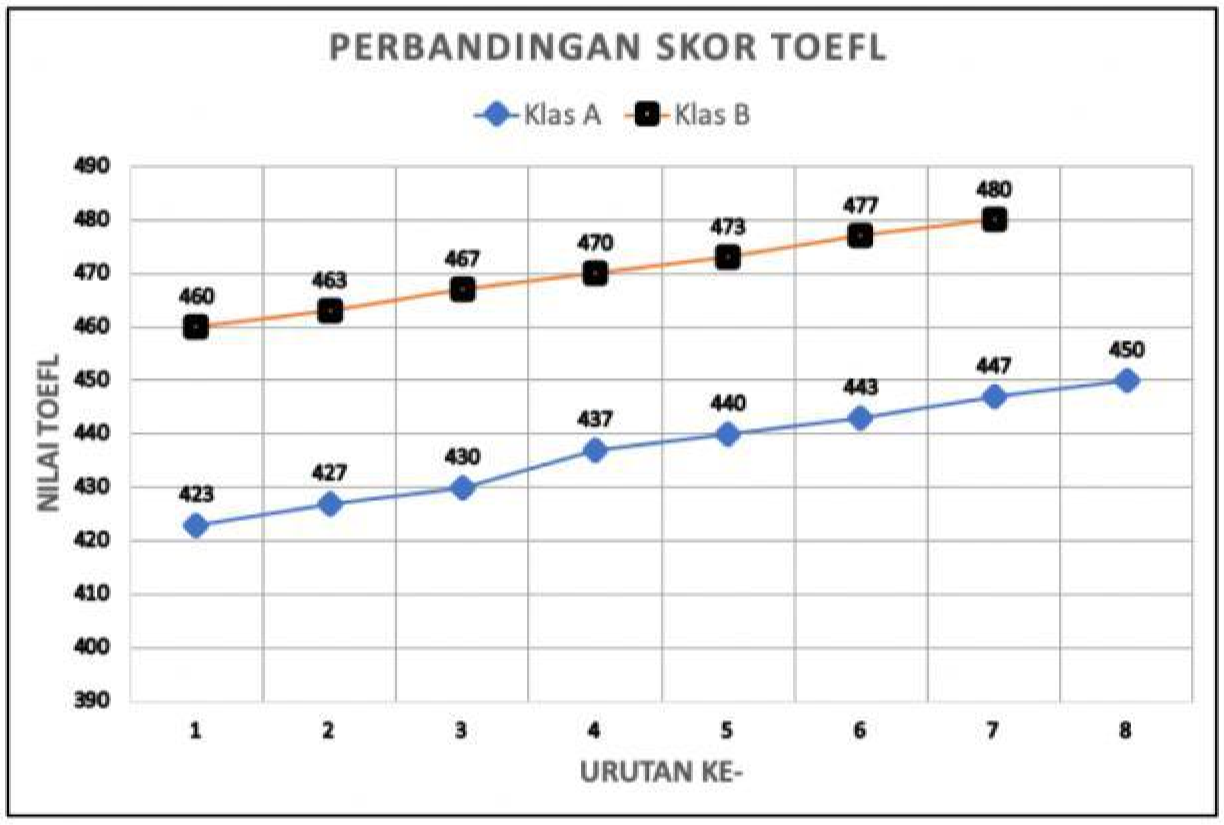
Apa yang bisa Anda cermati dari Tabel 8.1? Anda mungkin melihat bahwa skor TOEFL tertinggi diperoleh mahasiswa no. 1 di kelas B dan skor terendah diperoleh mahasiswa no. 8 di kelas A. Informasi lain yang dapat diperoleh dari Tabel 8.1 adalah bahwa skor terendah dari kelas B masih lebih tinggi dibanding dengan nilai tertinggi dari kelas A.

Tabel 8.1 mungkin hanya sebatas menunjukkan skor tertinggi dan terendah. Apakah Tabel 8.1 masih berisi informasi lain yang dapat diambil? Untuk menjawab hal ini, sekarang kita susun Tabel 8.1 menjadi Tabel 8.2 dengan mengurutkan skor TOEFL di dua kelas tersebut secara urut naik.

Tabel 8.2
Perbandingan Skor TOEFL dari Dua Kelas Diurutkan secara Urut Naik

Kelas A		Kelas B	
Urutan ke-	Skor	Urutan ke-	Skor
1.	423	1.	460
2.	427	2.	463
3.	430	3.	467
4.	437	4.	470
5.	440	5.	473
6.	443	6.	477
7.	447	7.	480
8.	450		

Jika kemudian kita memvisualisasikan data di atas dengan diagram garis, maka kita bisa mendapatkan perbandingan skor TOEFL dari dua kelas seperti terlihat pada Gambar 8.1



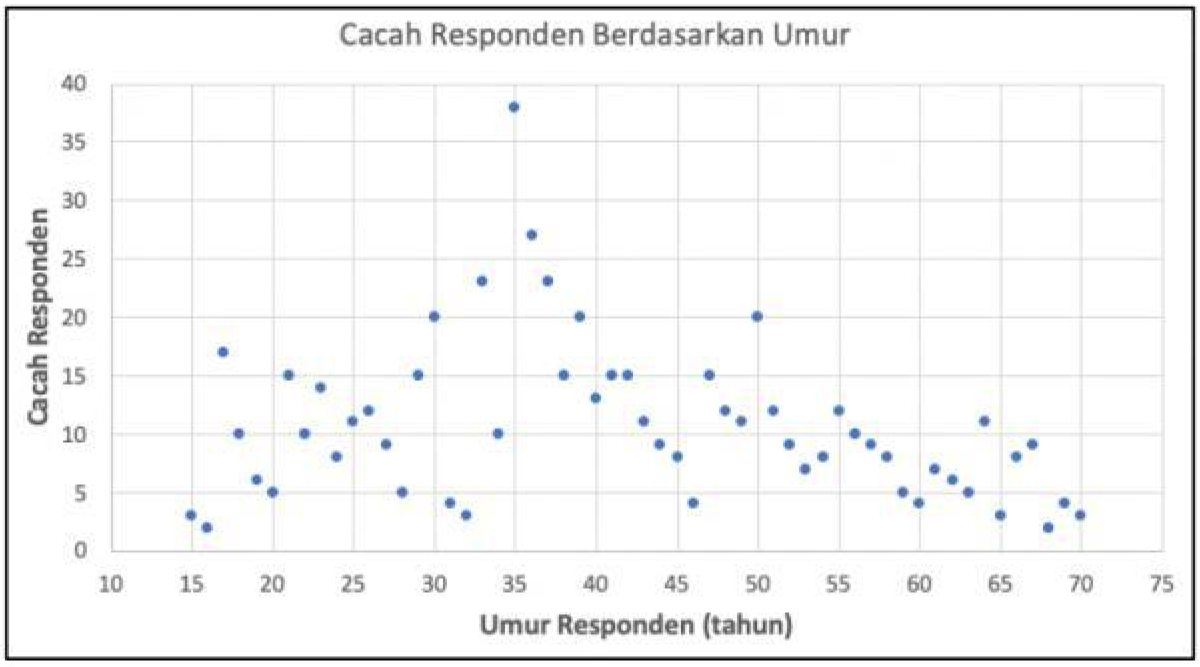
Gambar 8.1
Perbandingan Skor TOEFL dari Dua Kelas

Gambar 8.1 menunjukkan bahwa ketika skor TOEFL dari dua kelas divisualisasikan atau di*plot* dengan menggunakan diagram garis atau *line chart*, kita bisa mendapatkan tambahan informasi bahwa skor TOEFL dari kedua kelas menghasilkan garis yang paralel. Hal ini terjadi karena selisih skor antara satu urutan dengan urutan lain hampir sama.

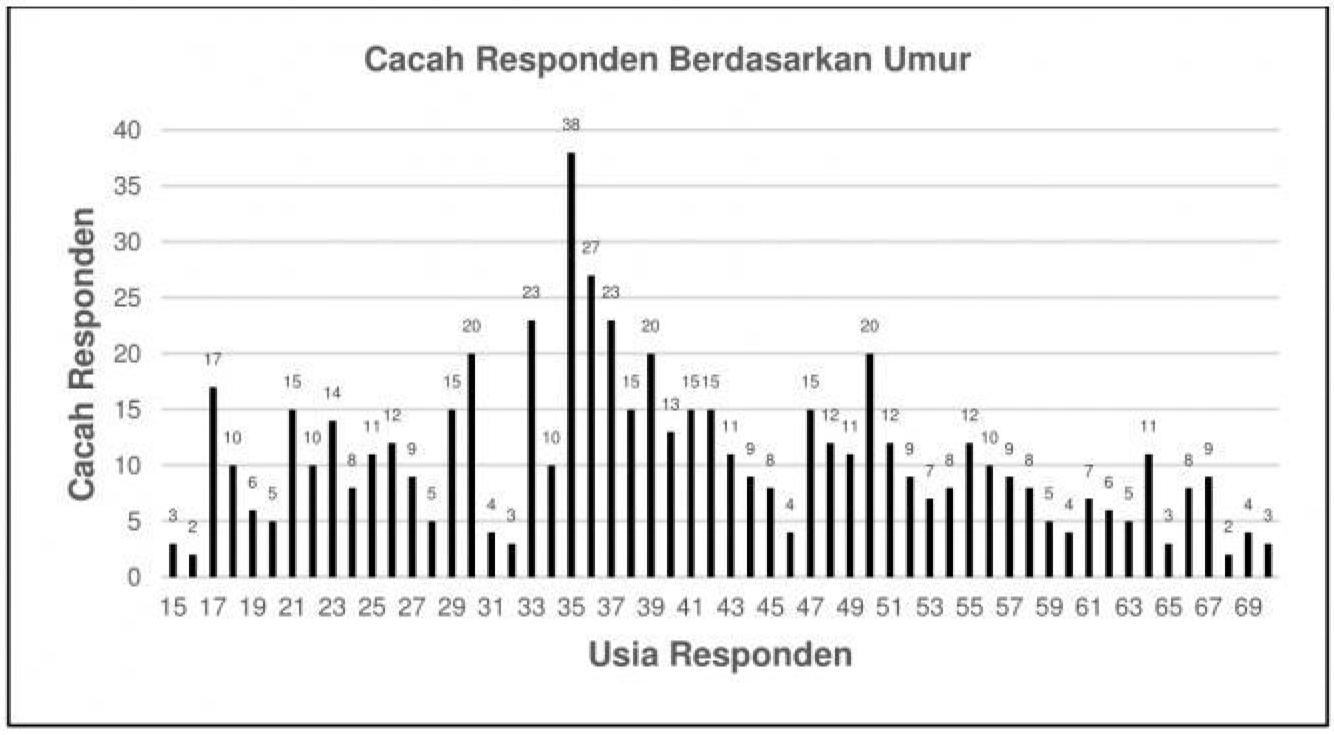
Gambar 8.1 yang memvisualisasikan skor TOEFL dari sejumlah mahasiswa di dua kelas menunjukkan bahwa setiap mahasiswa mempunyai satu posisi di dalam diagram tersebut. Diagram yang menunjukkan posisi dua atau lebih titik atau data disebut dengan distribusi skor. Gambar 8.1 menunjukkan dua buah distribusi skor TOEFL untuk Klas A dan Klas B.

Contoh lain dari distribusi skor dibuat berdasarkan skenario berikut ini. Salah satu pertanyaan yang diajukan dalam sebuah survei adalah meminta responden menyebutkan umurnya, meskipun bersifat sukarela. Sebagai contoh, ada 600 responden yang dengan sukarela menyebutkan umurnya, yakni antara 15 tahun sampai dengan 70 tahun. Distribusi skor dari cacah responden berdasarkan umur disajikan pada Gambar 8.2. Gambar ini disebut dengan *scatter plot*.

Scatter plot yang ditunjukkan pada Gambar 8.2 mungkin tidak menunjukkan pola tertentu dari data yang Anda miliki, tetapi *scatter plot* merupakan salah satu cara untuk memperlihatkan distribusi skor. Gambar tersebut mungkin tidak memberikan informasi yang jelas, sehingga kemudian Anda mengubahnya menjadi diagram batang (*bar chart*) seperti terlihat pada Gambar 8.3.



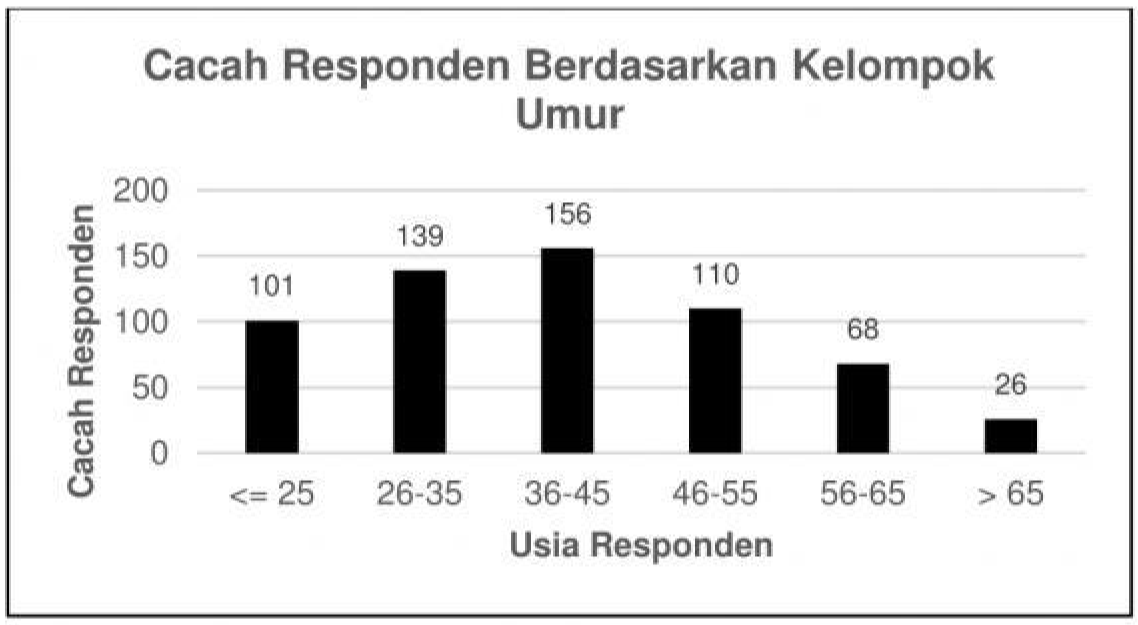
Gambar 8.2
Contoh *Scatter Plot*



Gambar 8.3
Cacah Responden Berdasarkan Umur

Gambar 8.3 meskipun menunjukkan distribusi skor cacah responden berdasarkan umur, tetapi karena terlalu rinci justru akan menyulitkan peneliti untuk mendapatkan informasi penting yang dia butuhkan karena tidak menunjukkan adanya pola yang jelas. Untuk memperbaiki keadaan ini, data responden bisa dikelompokkan menurut kelompok umur tertentu, misalnya kurang dari 25 tahun, antara 26 tahun – 35 tahun, dan seterusnya sampai lebih besar dari 65 tahun.

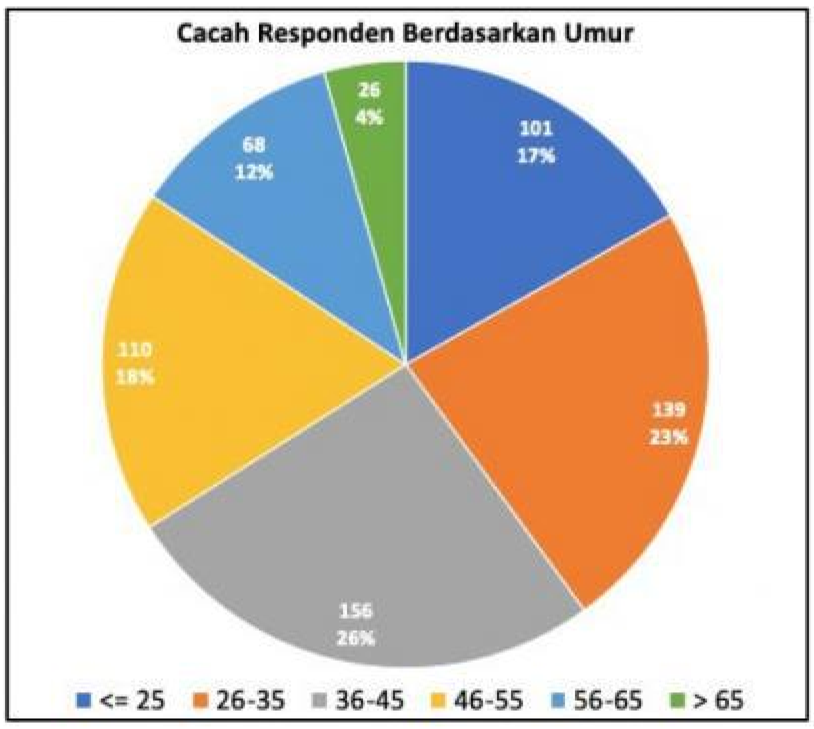
Dengan pengelompokan seperti ini diperoleh distribusi skor seperti terlihat pada Gambar 8.4. Dari Gambar 8.4, peneliti dapat memperoleh informasi penting, salah satunya adalah bahwa cacah responden paling banyak adalah pada kisaran umur antara 36 tahun sampai 45 tahun, yakni sebanyak 156 responden. Anda juga bisa melihat bahwa Gambar 8.4 mirip dengan sebuah lonceng.



Gambar 8.4
Distribusi Skor Cacah Responden Berdasarkan Kelompok Umur

Jika ada pertanyaan: apa beda antara Gambar 8.1 dengan Gambar 8.3 atau Gambar 8.4? Gambar 8.1 menggunakan diagram garis. Angka ”460” atau ”423” menunjukkan skor TOEFL yang diperoleh seorang mahasiswa. Hal ini berbeda dengan angka yang terdapat pada Gambar 8.3 atau Gambar 8.4. Dari Gambar 8.3, jika Anda ditanya berapa cacah responden yang berusia 33 tahun? Dengan cepat Anda bisa menjawab 23 orang. Dengan cara yang sama, dari Gambar 8.4, jika Anda ditanya berapa cacah responden yang usianya antara 46 tahun sampai 55 tahun? Anda juga bisa menjawab dengan cepat, yakni 110 orang. Baik angka ”23” maupun ”110” sebenarnya juga menunjukkan frekuensi. Angka ”23” menunjukkan frekuensi atau banyaknya responden yang menjawab ”33 tahun”. Demikian juga angka ”110” menunjukkan frekuensi atau banyaknya responden yang menjawab ”antara 46 tahun sampai 55 tahun”. Contoh distribusi skor seperti Gambar 8.3 dan Gambar 8.4 juga sering disebut dengan **distribusi frekuensi**.

Distribusi frekuensi juga bisa divisualisasikan menggunakan *pie chart*. Jenis diagram ini terutama digunakan untuk menunjukkan persentase dari setiap titik data terhadap keseluruhan data. Gambar 8.5 menunjukkan penggunaan *pie chart* untuk menunjukkan persentase cacah responden setiap kelompok umur.



Gambar 8.5
Contoh *Pie Chart*

B. DISTRIBUSI NORMAL

Para ahli telah mengusulkan bahwa berbagai karakteristik populasi yang hidup (manusia atau grup tertentu dari manusia, jenis pepohonan tertentu, jenis hewan tertentu) sering menunjukkan suatu pola distribusi tertentu yang disebut dengan distribusi normal atau kurva normal. Distribusi normal mempunyai bentuk yang khas, yakni menyerupai sebuah lonceng seperti terlihat pada Gambar 8.6.

Gambar 8.6
Kurva Distribusi Normal yang Mirip dengan Sebuah Lonceng

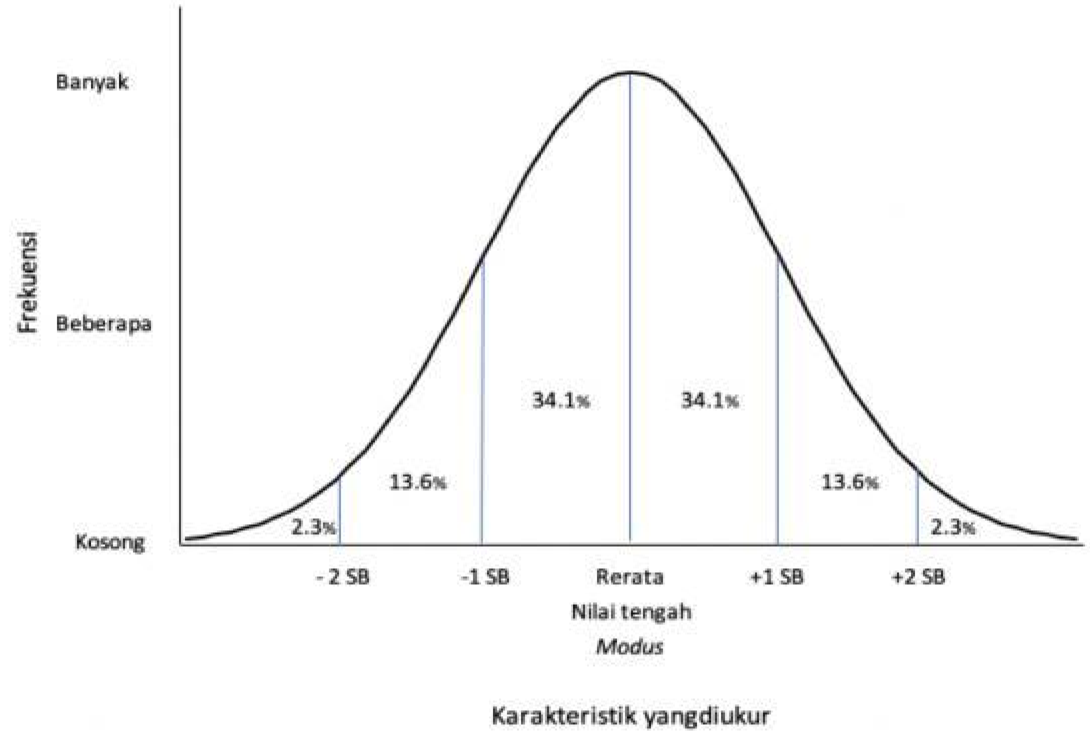
Seperti terlihat pada Gambar 8.6, distribusi normal mempunyai beberapa karakteristik sebagai berikut.

1. Kurva simetris secara vertikal. Separuh bagian merupakan cerminan dari separuh bagian yang lain. Sumbu X menunjukkan karakteristik populasi atau obyek (bisa manusia atau obyek-obyek lain) yang diukur dan sumbu Y menunjukkan frekuensinya.
2. Mempunyai titik tertinggi di tengah kurva. Karakteristik obyek yang diwakili suatu ukuran tertentu memiliki frekuensi tertinggi berada di tengah kurva; sementara data yang mewakili karakteristik obyek yang lain frekuensinya selalu lebih kecil yakni titik-titik yang berada di sepanjang kurva distribusi normal tersebut.
3. Tiga ukuran pusat kecenderungan, yakni rerata, nilai tengah, dan nilai yang paling sering muncul, mempunyai nilai yang sama. Ukuran pusat kecenderungan akan dijelaskan lebih terinci pada Kegiatan Belajar 2.
4. Dua ujung dari kurva semakin mendekati sumbu X tetapi tidak pernah menyentuhnya. Sehingga kurva distribusi normal disebut dengan kurva asimtotik.
5. Persentase populasi yang dapat diprediksi terletak pada bagian tertentu dari kurva distribusi normal. Jika kita membagi kurva sesuai dengan simpang bakunya (juga dijelaskan pada Kegiatan Belajar 2), persentase tertentu dari populasi akan terletak di setiap bagian kurva seperti ditunjukkan pada Gambar 8.7. secara lebih spesifik:
    a. sekitar 34.1% dari populasi terletak di antara rerata dan satu kali simpang baku di bawah rerata (atau rerata minus satu kali simpang baku), dan 34.1% lainnya terletak di antara rerata dan satu kali simpang baku di atas rerata (atau rerata plus satu kali simpang baku);
    b. sekitar 13.6% dari populasi terletak di antara rerata minus satu kali simpang baku sampai rerata minus dua kali simpang baku, dan sekitar

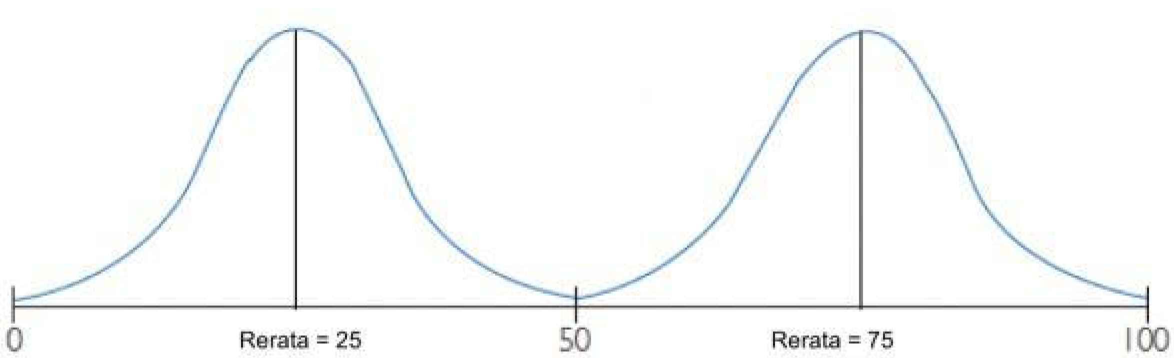
13.6% dari populasi terletak di antara rerata plus satu kali simpang baku sampai rerata plus dua kali simpang baku;

c. sekitar 2.3% dari populasi terletak di sebelah kiri (atau lebih kecil) dari rerata minus dua kali simpang baku, dan sekitar 2.3% dari populasi terletak di sebelah kanan (atau lebih besar) rerata plus dua kali simpang baku.

Dalam kaitannya dengan nilai rerata dan simpang baku, ada satu situasi ketika dua buah atau lebih kurva distribusi normal nilai reratanya berbeda tetapi simpang bakunya sama. Untuk situasi seperti ini, dua buah atau lebih kurva distribusi normal tersebut mempunyai bentuk yang sama, hanya posisi mendatarnya akan berbeda. Contoh dua kurva distribusi normal yang nilai reratanya berbeda tetapi simpang bakunya sama terlihat pada Gambar 8.8.



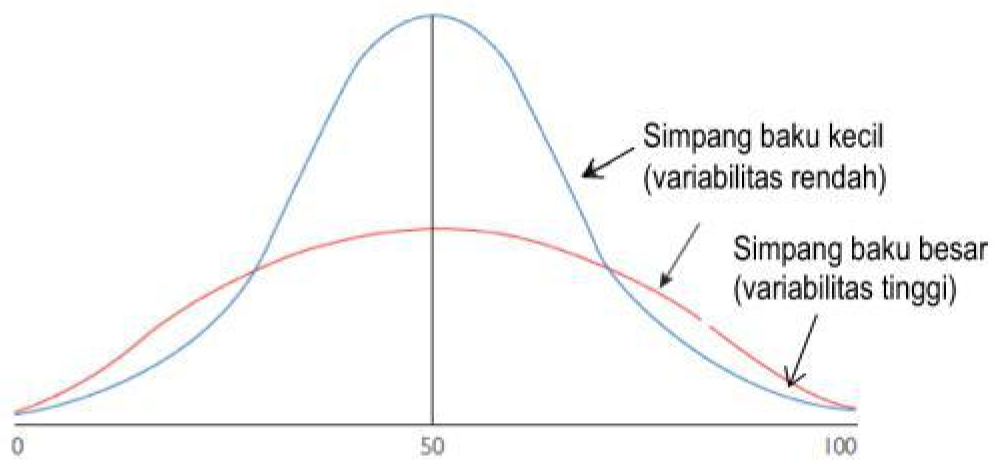
Gambar 8.7
Persentase Beberapa Distribusi Normal Menurut Nilai Simpang Baku (SB)



Gambar 8.8
Dua Distribusi Normal dengan Simpang Baku Sama dan Rerata Berbeda

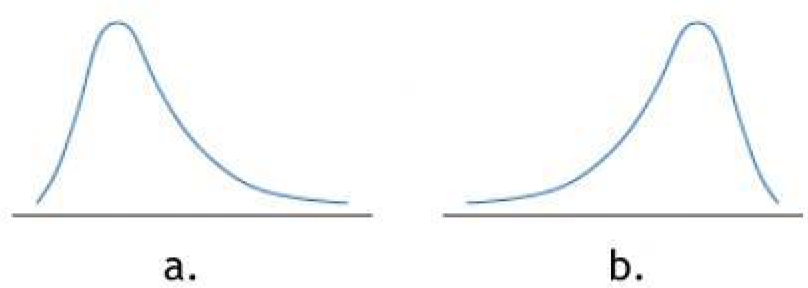
Situasi yang berbeda akan muncul ketika dua buah atau lebih kurva distribusi normal nilai reratanya sama tetapi simpang baku atau variabilitasnya berbeda. Distribusi normal yang mempunyai simpang baku lebih kecil akan terlihat lebih tinggi dan kurus, sementara untuk distribusi normal yang mempunyai simpang baku lebih besar akan terlihat lebih pendek dan gemuk. Hal ini terlihat pada Gambar 8.9.

Kita dapat memikirkan ribuan situasi untuk menemukan bahwa alam sering berperilaku dengan cara tertentu yang konsisten dengan distribusi normal. Kurva distribusinya konstan dan selalu berbentuk lonceng. Dalam situasi apapun, nilai-nilai di dalam kurva tersebut bervariasi, seperti pada Gambar 8.9, yakni tinggi dan kurus (simpang baku kecil) atau gemuk dan pendek (simpang baku besar).



Gambar 8.9
Dua Distribusi Normal dengan Rerata Sama dan Simpang Baku Berbeda

Dalam keadaan tertentu, sebuah distribusi tidak memenuhi persyaratan distribusi normal. Sebagai contoh, Gambar 8.10 menunjukkan contoh distribusi yang tidak memenuhi persyaratan distribusi normal. Kurva seperti pada Gambar 8.10 mempunyai kemiringan atau *skewness* ke arah tertentu. Jika titik puncaknya terletak di sebelah kiri titik tengah, distribusinya disebut miring ke arah positif (Gambar 8.10a). Jika titik puncaknya terletak di sebelah kanan titik tengah, distribusinya disebut miring ke arah negatif (Gambar 8.10b).



Gambar 8.10
Contoh Distribusi Skor yang Miring

C. PEMILIHAN PROSEDUR STATISTIKA

Prosedur statistika tertentu yang harus Anda pilih untuk menganalisis data tergantung dari sifat data yang Anda miliki, yang salah satunya adalah mencerminkan distribusi normal. Beberapa prosedur statistika, yang dikenal sebagai statistika parametrik, didasarkan pada asumsi tertentu tentang sifat populasi yang dimaksud. Dua asumsi yang paling umum digunakan adalah sebagai berikut.

1. Data mempunyai aras interval atau rasio.
2. Data memenuhi karakteristik distribusi normal, yaitu memiliki titik tertinggi yang ada di tengah distribusi dan memenuhi tingkat kemiringan, nilai *skewness* dan *kurtosis*, tidak melebihi batas tertentu.

Ketika salah satu dari asumsi di atas dilanggar, hasil yang diperoleh dari penggunaan statistika parametrik bisa cacat.

Prosedur statistika lain, disebut statistika nonparametrik, tidak didasarkan pada asumsi di atas. Sebagai contoh, untuk menangani data pada aras ordinal, lebih sesuai digunakan prosedur statistika nonparametrik. Contoh lain penggunaan statistika nonparametrik adalah ketika distribusi dari populasi melebihi batas kemiringan ke arah tertentu.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1) Jelaskan yang dimaksud dengan distribusi normal!
2) Apa beda antara dua distribusi normal yang mempunyai rerata sama tetapi berbeda simpang bakunya?
3) Sebutkan alasan mengapa peneliti perlu mengorganisir data dengan cara tertentu! Kapan sebaiknya diagram garis (*line chart*) digunakan?

Petunjuk Jawaban Latihan

1) Distribusi normal adalah sebuah kurva yang menggambarkan item data dan frekuensinya masing-masing. Salah satu karakteristik yang penting dari distribusi normal adalah bahwa nilai rerata, nilai tengah, dan nilai yang paling sering muncul dalam distribusi tersebut mempunyai nilai yang sama.
2) Dari dua buah distribusi normal yang mempunyai rerata yang sama, salah satunya yang mempunyai simpang baku kecil bentuk distribusinya lebih kurus dan lebih tinggi dibandingkan dengan yang lain.
3) Peneliti perlu mengorganisir data yang dikumpulkannya lewat metode tertentu untuk melihat pola-pola tertentu yang akan berguna ketika dilakukan analisis lebih lanjut. Diagram garis digunakan untuk menunjukkan adanya kecenderungan (*trend*) yang tersirat dalam data yang divisualisasikan.

Rangkuman

1. Data yang diperoleh dari proses pengumpulan data sebaiknya diorganisir dengan cara tertentu untuk melihat adanya pola tertentu yang muncul dari data yang diorganisir tersebut. Cara yang paling sederhana adalah menggunakan tabel, namun cara ini menjadi tidak praktis ketika data yang tersedia sangat banyak.
2. Pengorganisian data menggunakan grafik akan menghasilkan kurva yang disebut dengan distribusi skor. Dalam situasi tertentu, distribusi skor juga merupakan distribusi frekuensi. Beberapa bentuk grafik yang sering digunakan antara lain diagram titik atau *scatter diagram* atau *scatter plot*, diagram garis atau *line chart*, diagram roti atau *pie chart*, dan diagram batang atau *bar chart*.
3. Distribusi normal adalah suatu distribusi yang mempunyai karateristik: (a) simetri secara horizontal terhadap titik tengah distribusi, (b) nilai rerata, nilai tengah, dan nilai yang paling sering muncul adalah sama, (c) mempunyai titik tertinggi di tengah kurva, dan (d) dua ujung dari kurva semakin mendekati sumbu X tetapi tidak pernah menyentuhnya.
4. Beberapa distribusi normal dapat dibandingkan untuk mendapatkan informasi yang lebih lengkap. Dua buah atau lebih distribusi normal bisa mempunyai rerata yang berbeda tetapi simpang bakunya sama. Sebaliknya, dua buah atau lebih distribusi normal juga bisa mempunyai rerata yang sama dengan simpang baku yang berbeda. Dua buah atau lebih distribusi normal yang mempunyai rerata yang sama tetapi simpang bakunya lebih kecil dari yang lain, kurvanya akan terlihat lebih tinggi dan kurus. Sebaliknya yang mempunyai simpang baku besar, kurvanya akan terlihat lebih pendek dan gemuk.
5. Pemilihan prosedur statistika perlu memperhatikan distribusi dari data. Untuk data yang mendekati distribusi normal dengan kemiringan sampai batas tertentu dan data berada pada aras interval atau rasio, prosedur statistika yang sesuai adalah prosedur statistika parametrik. Sebaliknya, jika tidak memenuhi persyaratan tersebut, perlu menggunakan prosedur statistika nonparametik.

Tes Formatif 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1) Salah satu karakteristik dari distribusi normal adalah ....
   A. simetris secara vertikal
   B. simetris secara horisontal
   C. miring ke kiri
   D. miring ke kanan

2) Dari sebuah kurva yang memenuhi distribusi normal, luas area mulai dari rerata sampai dengan rerata – 2 SB (dua kali simpang baku) adalah ....
   A. 2,3%
   B. 13,6%
   C. 34,1%
   D. 47,7%

3) Berkaitan dengan nilai rerata, nilai tengah, dan nilai yang paling sering muncul (*modus*), bagaimana ketiga nilai ini muncul pada sebuah kurva yang memenuhi distribusi normal?
   A. nilai tengah dan nilai yang paling sering muncul adalah sama
   B. rerata, nilai tengah, dan nilai yang paling sering muncul adalah sama
   C. rerata dan nilai yang paling sering muncul adalah sama
   D. rerata dan nilai tengah adalah sama

4) Jenis diagram yang paling cocok untuk menunjukkan kecenderungan data adalah ....
   A. diagram garis (*line chart*)
   B. diagram roti (*pie chart*)
   C. diagram titik (*scatter plot*)
   D. jawaban A, B, dan C salah

5) Distribusi skor juga sering disebut dengan ....
   A. distribusi normal
   B. distribusi data
   C. distribusi frekuensi
   D. jaringan distribusi

6) Prosedur statistika parametrik lebih sesuai untuk data yang mempunyai aras ....
   A. interval atau rasio
   B. ordinal atau interval
   C. nominal atau ordinal
   D. rasio atau nominal

7) Jenis diagram yang paling cocok untuk menunjukkan persentase dari beberapa peubah (*variabel*) adalah ....
   A. diagram garis (*line chart*)
   B. diagram roti (*pie chart*)

C. diagram titik (*scatter plot*)
D. jawaban A, B, dan C salah

8) Prosedur statistika yang cocok untuk mengolah data yang mempunyai kemiringan negatif adalah ....
A. prosedur statistika parametrik
B. distribusi frekuensi
C. simpang baku
D. prosedur statistika nonparametrik

9) Sebuah distribusi skor disebut miring ke arah kanan apabila ....
A. titik puncaknya berada di sebelah kanan titik tengah
B. titik puncaknya berada di sebelah kiri titik tengah
C. titik puncak dan titik tengah berimpit
D. jawaban A, B, dan C salah

10) Sebuah distribusi normal A yang nilai simpang bakunya 1 dibanding dengan distribusi normal B yang nilai simpang bakunya 5, maka ....
A. kurva A lebih rendah dan lebih kurus dbanding kurva B
B. kurva A lebih tinggi dan lebih gemuk dibanding kurva B
C. kurva A lebih tinggi dan lebih kurus dibanding kurva B
D. kurva A lebih rendah dan lebih gemuk dibanding kurva B

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100$$

Arti tingkat penguasaan

<70%	70% - 79%	80% - 89%	90% - 100%
kurang	cukup	baik	baik sekali

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kegiatan Belajar 2

Statistika Deskriptif

Langkah awal untuk melakukan analisis data secara keseluruhan adalah memahami data yang diperoleh dari proses pengumpulan data. Langkah awal ini terangkum dalam istilah yang disebut dengan statistika deskriptif. Secara lebih spesifik, statistika deskriptif adalah statistika yang digunakan untuk membuat ringkasan dari data yang diperoleh untuk mendapatkan informasi terkait fitur-fitur tertentu dari data yang ada. Dalam statistika deskriptif fokusnya adalah pada data, bukan pada peubah.

Statistika deskriptif akan memberikan informasi yang diperlukan kepada peneliti atau pembaca laporan penelitian tentang kesan pertama yang akurat tentang ”datanya seperti apa”. Beberapa statistika deskriptif yang sering ingin dilihat oleh peneliti adalah pusat kecenderungan atau *central tendency*, ukuran variabilitas data, dan perbandingan nilai standar. Ketiga hal ini dijelaskan sebagai berikut.

A. UKURAN PUSAT KECENDERUNGAN

Pusat kecenderungan adalah data dengan nilai tertentu yang menjadi ”pusat” dari data lain. Dalam statistika, hal ini disebut dengan istilah ukuran pusat kecenderungan yakni teknik yang digunakan untuk menentukan pusat kecenderungan tersebut. Ada tiga ukuran pusat kecenderungan yang sering digunakan, yakni rerata (*mean*), nilai tengah (*median*), dan nilai yang paling sering muncul (*modus*). Untuk ketiga ukuran pusat kecenderungan ini, nilai tengah mengharuskan kita untuk mengurutkan datanya secara urut naik (*ascending*).

Untuk memahami ketiga ukuran pusat kecenderungan, kita menggunakan skenario berikut ini. Misalkan Petruk setiap hari selama tiga minggu berturut-turut melakukan olahraga ringan jalan kaki. Pada setiap kesempatan jalan, dia mencatat lama dia berjalan yang diungkapkan dalam satuan menit. Data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

31 32 35 36 32 31 31 32 32 35 35 36 36 32 34 34 32 32 31 30 32

Ketika data di atas diurutkan secara urut naik, maka diperoleh urutan sebagai berikut:

30 30 31 31 31 31 32 32 32 32 32 32 32 34 34 35 35 35 36 36 36

1. Rerata

Rerata adalah sebuah nilai tunggal di mana nilai tersebut seolah-olah ”membagi” kumpulan data secara sama rata, yakni separuh data nilainya lebih kecil dari rerata dan separuh data yang lain nilainya lebih besar dari rerata tersebut. Secara sederhana, rerata dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (8.1):

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \ldots + x_{N-1} + x_N}{N} \qquad (8.1)$$

dengan $\bar{x}$ = nilai rerata

$x_1, x_2, x_3, \ldots. x_N$: nilai data ke-1, ke-2, ke-3 sampai dengan ke-N

N = cacah data

Persamaan di atas terkadang ditulis dengan notasi yang sedikit berbeda, yakni:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N} \qquad (8.2)$$

Rerata juga bisa dihitung dengan menggunakan Microsoft Excel dengan menggunakan fungsi `average()`. Sebagai contoh, `average(A1..A10)` artinya Anda menghitung rerata data yang ditulis mulai sel A1 sampai dengan sel A10. Dengan menggunakan persamaan (8.1) atau persamaan (8.2) atau fungsi `average()`, rerata lama berjalan Petruk pada contoh di atas adalah 32,81 menit.

Nilai rerata adalah ukuran pusat kecenderungan yang paling sering dilaporkan oleh peneliti. Satu hal yang harus dicatat adalah bahwa nilai rerata paling cocok untuk aras data interval dan rasio karena kedua aras data ini sudah memperhatikan interval yang sama pada skala tertentu.

2. Nilai Tengah

Nilai tengah adalah nilai yang berada persis di tengah-tengah deretan data setelah semua data diurutkan secara urut naik. Untuk cacah data yang bernilai ganjil, maka nilai tengah adalah data yang persis di tengah-tengah urutan. Pada contoh data hasil pencatatan lama berjalan Petruk selama 21 hari, karena cacah data atau N adalah 21, maka nilai tengah ada pada urutan ke-11, yaitu 32. Dengan demikian, nilai tengah dari hasil pencatatan lama berjalan Petruk adalah 32.

Dari contoh di atas terlihat bahwa jika cacah datanya bernilai ganjil, maka dengan mudah diperoleh nilai mediannya. Untuk cacah data genap, maka setelah data diurutkan secara urut naik, diambil dua nilai data yang ada di tengah, kemudian dibagi dua. Hasilnya adalah nilai median. Sebagai contoh, jika diketahui datanya adalah:

45 45 46 47 48 48 48 49

Dalam contoh di atas, cacah datanya adalah genap yaitu 8. Dengan demikian, nilai mediannya adalah nilai data pada urutan ke-4 ditambah dengan nilai data pada urutan ke-5 kemudian dibagi 2. Hasilnya adalah nilai median. Untuk contoh di atas, nilai mediannya adalah 47,5, yang diperoleh dari:

$$\frac{47+48}{2}=47,5$$

Nilai median juga dapat dihitung dengan menggunakan fungsi `median()` pada Microsoft Excel. Misalkan ada 20 buah data dan ditulis pada sel A1 sampai dengan sel A20, maka perintahnya adalah:

`median(A1..A20)` untuk menghitung nilai mediannya

Nilai tengah lebih cocok digunakan untuk data yang mempunyai aras ordinal. Nilai tengah juga sering digunakan oleh peneliti ketika datanya berat sebelah. Sebagai contoh, jika ada sekumpulan data sebagai berikut.

6 7 9 9 12 12 12 14 23 25 155

Rerata dari sekumpulan data di atas adalah 25,82 yang kurang menggambarkan di dekat data mana kebanyakan data berkumpul. Di sisi lain, nilai tengahnya adalah 12 yang tidak terpengaruh dengan nilai data yang sangat ekstrim, yaitu 155. Data yang sangat ekstrim seperti ini sering disebut dengan *outlier*.

3. Nilai yang Paling Sering Muncul

Nilai yang paling sering muncul atau modus adalah sebuah nilai tunggal dari data yang paling sering muncul di dalam sekumpulan data yang diketahui. Pada contoh data berikut ini:

6 7 9 9 12 12 12 14 23 25 155

nilai yang paling sering muncul adalah 12 sebanyak 3 kali. Pada data tentang catatan waktu jalan kaki Petruk, nilai yang paling sering muncul adalah 32 sebanyak 7 kali.

Sebagai salah satu ukuran pusat kecenderungan, modus mempunyai manfaat terbatas. Manfaat yang terbatas ini salah satu sebabnya adalah nilai modus tidak selalu muncul di tengah distribusi. Sebab yang lain adalah nilai yang paling sering muncul berbeda dari satu sampel ke sampel yang lain. Meskipun demikan, jika Anda mempunyai data pada aras nominal, modus satu-satunya ukuran pusat kecenderungan yang paling cocok.

B. UKURAN VARIABILITAS DATA

Pusat kecenderungan yang terdiri atas rerata, nilai tengah, dan modus berfokus pada informasi terbaik yang bisa diambil dari data yang sudah dikumpulkan. Selain sisi baik data, peneliti juga perlu mengetahui sisi buruknya sehingga dia bisa melakukan langkah yang diperlukan. Semakin data berkumpul di sekitar pusat kecenderungan, kemungkinan membuat prediksi yang tepat menjadi lebih tinggi. Dengan demikian, selain pusat kecenderungan, informasi tentang ketersebaran data juga penting diketahui. Data yang mempunyai ketersebaran data besar semakin kurang berarti untuk dipergunakan mencari nilai rerata secara keseluruhan.

1. Nilai Kisaran

Cara paling sederhana untuk menunjukkan adanya variabilitas data adalah dengan menggunakan kisaran atau *range*. Kisaran didefinisikan sebagai:

$$Kisaran = Nilai\,Tertinggi - Nilai\,Terendah \tag{8.3}$$

Sebagai contoh, dari catatan waktu jalan kaki Petruk, bisa dilihat bahwa nilai terendah adalah 30 dan nilai tertinggi adalah 36. Dengan demikian, kisarannya adalah 36 – 30 = 6.

Kisaran sangat mudah dihitung, tetapi kemanfaatannya untuk menunjukkan adanya variabilitas sangat terbatas. Hal ini diperparah jika nilai terendah dan/atau nilai tertingginya sangat jauh berbeda yaitu yang dikenal sebagai *outlier.* Sebagai contoh, misalnya dari 10 kepala keluarga masing-masing mempunyai anak 1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 10. Memang benar ada keluarga yang mempunyai anak 10 orang, tetapi jumlahnya tidaklah banyak. Sehingga ketika kita mengatakan bahwa kisaran jumlah anak dari suatu keluarga adalah 9 anak (dari 10 – 1), maka informasi ini bisa menyesatkan. Informasi tentang variabilitas akan lebih tepat jika kita mengatakan bahwa ”tujuh puluh persen dari kepala keluarga mempunyai 2 sampai 4 anak”.

Kisaran cocok digunakan untuk data pada aras ordinal, interval, dan rasio. Untuk aras nominal, lebih tepat apabila menggunakan frekuensi atau persentase dari setiap nilai data yang ada.

2. Simpang Rerata

Dalam situasi tertentu kita mungkin ingin tahu seberapa jauh nilai setiap data dari nilai reratanya. Hal ini bisa digunakan untuk menunjukkan ukuran variabilitas yang lain yang disebut simpang rerata (*average deviation*). Simpang rerata adalah nilai tunggal yang diperoleh dari penjumlahan antara nilai mutlak atau absolut dari selisih nilai setiap data dengan rerata. Hasil penjumlahan ini kemudian dibagi dengan cacah data. Simpang rerata disajikan pada persamaan (8.4).

$$SR = \frac{\sum_{i=1}^{N} |x_i - \overline{x}|}{N-1} \tag{8.4}$$

dengan SR : nilai simpang rerata

x_i : nilai data ke-i

$\overline{x}$: nilai rerata

N : cacah data

| .. | : nilai mutlak atau absolut

Perhatikan contoh berikut. Diketahui tinggi badan dari lima orang mahasiswa adalah 177 cm, 178 cm, 178 cm, 180 cm, dan 182 cm. Dari hasil pengukuran ini diperoleh hasil rerata tinggi badan $\bar{x}$ = 179 cm. Cacah data yakni N = 5. Nilai simpang rerata adalah 2, diperoleh dari perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} SR &= \frac{|177-179|+|178-179|+|178-179|+|180-179|+|182-179|}{5-1} \\ &= \frac{2+1+1+1+3}{4} = \frac{8}{4} = 2 \end{aligned}$$

Simpang rerata mudah untuk dipahami dan dapat diterima ketika tidak diperlukan lagi analisis lebih lanjut. Di sisi lain, peneliti lebih suka menggunakan ukuran simpang baku (*standard deviation*) dan/atau varians. Ukuran simpang baku dijelaskan berikut ini.

3. Simpang Baku

Kelemahan dari simpang rerata adalah apabila kita lupa menggunakan tanda absolut, yakni hanya menggunakan $x_i - \overline{x}$. Untuk semua nilai x_i yang lebih kecil dari $\overline{x}$, selisihnya akan negatif. Sebaliknya, untuk semua nilai x_i yang lebih besar dari $\overline{x}$, selisihnya akan positif. Jika nilai negatif dan positif dijumlahkan, hasilnya bisa nol. Hal ini akan memberikan informasi yang salah.

Simpang baku merupakan ukuran variabilitas yang lebih banyak digunakan dibandingkan dengan simpang rerata. Secara umum, untuk menghitung simpang baku caranya sama dengan menghitung simpang rerata. Satu perbedaannya adalah, jika simpang rerata menggunakan nilai mutlak dari selisih data ke-i dan nilai reratanya, pada simpang rerata menggunakan kuadrat dari selisih tersebut. Hal ini dilakukan untuk selalu memperoleh nilai positif karena ketika selisih data ke-i dan nilai reratanya dikalikan dirinya sendiri, hasilnya akan selalu positif. Simpang baku dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (8.5).

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(x_i - \overline{x}\right)^2}{N-1}} \tag{8.5}$$

dengan s : nilai simpang rerata untuk sampel, atau σ untuk populasi
x_i : nilai data ke-i
$\bar{x}$: nilai rerata
N : cacah data

Dengan menggunakan contoh data pada penghitungan simpang rerata, maka simpang bakunya adalah:

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{(177-179)^2 + (178-179)^2 + (178-179)^2 + (180-179)^2 + (182-179)^2}{5-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(-2)^2 + (-1)^2 + (-1)^2 + (1)^2 + (3)^2}{4}} = \sqrt{\frac{4+1+1+1+9}{4}} \\ &= 2 \end{aligned}$$

Jika Anda memperhatikan contoh pada penghitungan simpang rerata dan simpang baku, hasilnya adalah sama. Tetapi tidak selalu demikian, artinya ada banyak kemungkinan bahwa nilai simpang rerata berbeda dengan simpang baku.

Beberapa prosedur statistika selain menggunakan simpang baku juga menggunakan, atau digantikan dengan, varians. Varians adalah kuadrat dari simpang baku. Varians untuk sampel tersaji pada persamaan (8.6).

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(x_i - \overline{x}\right)^2}{N-1} \tag{8.6}$$

Simpang baku cocok diterapkan untuk data yang berada pada aras interval dan rasio. Selain itu, simpang baku juga paling cocok digunakan untuk data yang mempunyai distribusi normal.

Seperti halnya simpang baku, varians cocok untuk diterapkan pada data yang berada pada aras interval dan rasio serta mempunyai distribusi normal. Selain itu, varians biasanya digunakan pada analisis inferensial, misalnya ketika membandingkan beberapa rerata dari beberapa kumpulan data yang berbeda yakni melalui analisis varians.

C. NILAI STANDAR

Seringkali kita dihadapkan pada beberapa kelompok data yang masing-masing mempunyai distribusinya sendiri. Untuk memahami informasi yang berasal dari distribusi yang berbeda, diperlukan suatu metode untuk membandingkan distribusi yang berbeda tersebut, yakni nilai atau skor standar.

Nilai-nilai standar adalah nilai-nilai yang mempunyai titik acuan yang sama dan simpang baku yang sama. Nilai standar yang paling banyak digunakan adalah nilai standar yang disebut nilai z. Nilai standar dinyatakan dalam persamaan (8.7).

$$z = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \tag{8.7}$$

dengan z : nilai standar
x_i : nilai data ke-i
$\bar{x}$: nilai rerata
s : simpang baku dari distribusi yang x_i menjadi anggotanya

Misalnya ada 10 mahasiswa yang mengikuti kuiz pemrograman yang cacah soalnya sebanyak 25 buah. Tabel 8.3 menunjukkan cacah jawaban yang benar, disebut dengan nilai mentah, dari setiap mahasiswa lengkap dengan nilai standarnya. Seperti dinyatakan dalam persamaan (8.7), untuk menghitung nilai standar terlebih dahulu harus dihitung nilai rerata dan simpang bakunya.

Tabel 8.3
Contoh Nilai Mentah dan Nilai Standar

	$\bar{x} = 19,8$ dan $s = 2,53$		
No. Mhs.	Skor mentah	$x_i - \bar{x}$	Skor standar
1.	20	0,2	0,08
2.	21	1,2	0,47
3.	15	-4,8	-1,90
4.	18	-1,8	-0,71
5.	22	2,2	0,87
6.	17	-2,8	-1,11
7.	19	-0,8	-0,32
8.	22	2,2	0,87
9.	21	1,2	0,47
10.	23	3,2	1,26

Tabel 8.3 menunjukkan skor mentah, yang dalam hal ini adalah jumlah jawaban benar, dan skor standarnya. Dari Tabel 8.3 dapat dilihat bahwa jika skor mentah lebih besar dari rerata, maka skor standarnya positif, demikian pula sebaliknya. Sebagai contoh, mahasiswa no. 2, skor mentahnya 21, yang berarti di atas reratanya, nilai skor standarnya adalah 0,47. Sebaliknya, mahasiswa no. 7, skor mentahnya 19, yang berarti di bawah rerata, sehingga skor standarnya negatif.

Tabel 8.3 juga memberi informasi bahwa untuk skor mentah yang nilainya sama dengan rerata ditambah satu kali simpang baku, dalam contoh ini 19,8 + 2,53 = 22,33, maka skor standarnya di atas 1. Sebagai contoh, mahasiswa no. 10 yang skor mentahnya 23. Karena 23 > 22,33, maka skor standarnya 1,26. Sebaliknya, untuk skor mentah yang nilainya sama dengan rerata dikurangi dengan 1 kali simpang baku, dalam contoh ini 19,8 – 2,53 = 17,27, maka skor standarnya di bawah –1. Sebagai contoh, mahasiswa no. 3 yang skor mentahnya 15. Karena 15 < 17,27, maka nilai skor standarnya –1,9.

Skor standar z terutama digunakan untuk membandingkan beberapa nilai yang berasal dari distribusi yang berbeda. Hal ini diilustrasikan sebagai berikut. Dimisalkan Petruk adalah siswa SMA kelas 12-A dan Bagong adalah siswa SMA kelas 12-B pada sekolah yang sama. Hasil tes Biologi dari kedua siswa ini terangkum dalam Tabel 8.4. Pertanyaannya adalah siapakah yang nilai tesnya sesungguhnya lebih tinggi, Petruk atau Bagong?

Tabel 8.4
Perbandingan Nilai Tes Biologi antara Petruk dan Bagong

Siswa	Skor mentah	Rerata kelas	Simpang baku	Skor z
Petruk	83	80	3	1
Bagong	83	80	6	0.5

Tabel 8.4 tidak menunjukkan siapakah yang sesungguhnya nilai tesnya lebih tinggi antara Petruk dan Bagong, karena keduanya mempunyai skor mentah dan rerata kelas yang sama. Tetapi jika kedua nilai ini distandardisasi, akan diperoleh nilai standar untuk Petruk dan Bagong. Karena Petruk mempunyai nilai standarnya lebih tinggi dibandingkan dengan nilai standar Bagong, maka sesungguhnya nilai tes Biologi yang diperoleh Petruk lebih tinggi dibandingkan dengan nilai yang diperoleh Bagong. Hal ini bisa dipahami dari nilai simpang baku, yaitu nilai simpang baku yang lebih kecil menunjukkan bahwa nilai tes dari siswa lain di kelas 12-A lebih berkumpul di sekitar nilai rerata dibanding di kelas 12-B.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1) Jelaskan apa yang dimaksud pusat kecenderungan dan jelaskan tiga ukuran yang digunakan untuk mengukur pusat kecenderungan!
2) Untuk membandingkan data yang berasal dari distribusi yang berbeda, penggunaan skor mentah tidak cukup. Berikan penjelasan tentang hal ini!
3) Dari 10 data berikut ini, hitunglah kisaran, simpang baku, dan nilai tengahnya!
   5, 7, 3, 4, 5, 6, 7, 2, 5, 3.

Petunjuk Jawaban Latihan

1) Pusat kecenderungan adalah nilai data yang data lainnya berkumpul di sekitar nilai data tersebut. Ada tiga ukuran untuk menunjukkan pusat kecenderungan, yaitu rerata atau *mean* atau *average*, nilai tengah atau *median*, dan modus.
2) Membandingkan data yang berasal dari distribusi berbeda tidak cukup hanya menggunakan skor mentah. Distribusi yang berbeda, meskipun reratanya sama, kemungkinan besar simpang bakunya berbeda. Untuk distribusi data dengan simpang baku yang kecil, data akan berkumpul di sekitar nilai reratanya (ketersebaran data lebih sempit). Untuk distribusi data dengan simpang baku yang besar, ketersebaran data lebih besar. Dengan demikian, sebelum skornya dibandingkan, akan lebih baik apabila skor mentahnya dikonversi dulu menjadi skor standar, misalnya dengan menggunakan skor z.
3) Data yang diketahui adalah:

   5, 7, 3, 4, 5, 6, 7, 2, 5, 3

   Kisaran adalah selisih nilai tertinggi dengan nilai terendah. Nilai tertinggi adalah 7 dan nilai terendah adalah adalah 2. Dengan demikian:

   $$Kisaran = 7 - 2 = 5$$

   Simpang baku dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (8.5). Dari data yang diketahui, maka

   $$Cacah\ data = N = 10$$

   $$Rerata = \bar{x} = \frac{2+3+3+4+5+5+5+6+7+7}{10} = \frac{47}{10} = 4,7$$

   Simpang baku =

   $$s = \sqrt{\frac{(2-4,7)^2 + (3-4,7)^2 + (3-4,7)^2 + (4-4,7)^2 + \ldots + (7-4,7)^2 + (7-4,7)^2}{10-1}}$$
   $$= 1,70$$

   Catatan:
   (tanda … artinya ada beberapa suku yang tidak ditulis, tetapi dalam perhitungan sebenarnya, beberapa suku tersebut harus ditulis)

Nilai tengah dapat diperoleh dari data yang sudah diurutkan, yakni 2, 3, 3, 4, 5, 5, 5, 6, 7, 7. Karena cacah datanya 10, maka nilai tengah adalah rerata antara data ke-5 dan ke-6, yaitu $\frac{(5 + 5)}{2} = 5$.

Dengan demikian, secara keseluruhan:
Kisaran = 5
Simpang baku = 1,7
Nilai tengah = 5

Rangkuman

1. Statistika deskriptif adalah salah satu prosedur statistika yang digunakan untuk menganalisis data. Statistika deskriptif berfokus pada data yang diperoleh dari hasil pengumpulan data. Tujuan utama dari statistika deskriptif adalah untuk memperoleh informasi terkait fitur-fitur tertentu dari data yang ada. Fitur-fitur tersebut misalnya rerata, simpang baku, dan nilai standar.
2. Salah satu statistika deskriptif yang sering digunakan untuk memahami data adalah pusat kecenderungan atau *central tendency*. Ukuran pusat kecenderungan bisa dilihat dari rerata, nilai tengah, dan nilai yang paling sering muncul. Ketiga ukuran ini dijelaskan sebagai berikut:
   a) Rerata atau *mean* atau *average* adalah sebuah nilai tunggal yang seolah-olah membagi sekumpulan data menjadi data yang nilainya lebih kecil dari rerata di satu sisi, dan di sisi lain nilainya lebih besar dari rerata.
   b) Nilai tengah atau *median* adalah nilai tunggal yang letaknya persis di tengah-tengah sekumpulan data yang diketahui ketika sekumpulan data tersebut sudah diurutkan secara urut naik. Jika cacah data ganjil, maka nilai tengah adalah nilai dari data yang letaknya persis di tengah-tengah sekumpulan data tersebut. Jika cacah data genap, maka nilai tengah adalah rerata dari dua nilai data yang berada di tengah-tengah sekumpulan data tersebut.
   c) Nilai yang sering muncul atau modus adalah nilai data yang paling sering muncul di sekumpulan data yang diketahui.
3. Selain pusat kecenderungan, statistika deskriptif lain yang sering digunakan adalah variabilitas. Secara sederhana, variabilitas didefinisikan seberapa jauh setiap nilai data yang ada ketika dibandingkan dengan reratanya. Semakin besar variabilitasnya, ketersebaran data semakin lebar. Dengan kata lain, selisih rerata dengan nilai data yang ada semakin besar. Demikian pula sebaliknya. Variabilitas data bisa diketahui dari ukuran kisaran, simpang rerata, dan simpang baku atau variansnya. Simpang rerata jarang sekali digunakan, karena adanya resiko kesalahan tidak digunakannya nilai absolut sehingga selisih rerata dengan nilai data yang negatif dan positif bisa saling meniadakan.
4. Skor mentah yang diperoleh dari satu tes, misalnya tes Matematika, tidak selalu bisa menunjukkan bahwa skor yang satu lebih tinggi dibanding dengan yang lain

ketika membandingkan dua atau lebih kumpulan data yang disebut dengan distribusi data. Untuk mengatasi hal ini, digunakanlah skor standar yang salah satunya adalah skor *z*. Salah satu syarat penggunaan skor *z* adalah bahwa pada semua kumpulan data yang akan dibandingkan, nilai reratanya harus sama.

5. Pada penggunaan skor standar, jika nilai rerata ditambah dengan satu kali nilai simpang baku lebih besar dari skor mentahnya, maka skor standar pasti di atas 1. Sebagai contoh, jika rerata = 12, simpang baku adalah 2, dan skor mentah adalah 12, maka rerata + satu kali simpang baku = 12 + 2 = 14. Nilai ini lebih besar dari skor mentah, sehingga skor standar untuk skor mentah 12 pasti lebih besar dari 1.

Tes Formatif 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1) Nilai kisaran tidak cocok untuk data yang mempunyai aras ....
   A. rasio
   B. interval
   C. ordinal
   D. nominal

2) Diketahui simpang baku = 1,5, skor mentah = 12, dan rerata = 18, maka skor standar *z* nya adalah ….
   A. 4
   B. –4
   C. 2
   D. –2

3) Jika nilai varians = 16, maka simpang bakunya adalah ….
   A. 16
   B. 8
   C. 4
   D. 2

4) Dari kumpulan data: 3, 5, 4, 3, 5, 6, 4, 4, 6, 3, 4. Kisaran, simpang baku, dan variansnya adalah ….
   A. 3, 0,94, 0,89
   B. 0,94, 0,89, 3
   C. 0,89, 3, 0,94
   D. 3, 0,89, 0,94

5) Dengan menggunakan data pada soal nomor 4), nilai yang paling sering muncul, rerata, dan nilai tengah adalah ….
   A. 4, 4,2, 4
   B. 4, 4, 4,2
   C. 4,2, 4, 4
   D. jawaban A, B, dan C salah

6) Dari sekumpulan data, diketahui skor mentah adalah 5, rerata adalah 6, dan skor standar $z = -0{,}5$, maka simpang bakunya adalah ….
   A. 1
   B. 4
   C. 2
   D. 3

7) Semar dan Gareng bersekolah di SMA yang sama, tetapi berbeda kelas. Semar berada di Kelas 12-C dan Gareng di Kelas 12-D. Kedua kelas ini selesai melaksanakan tes Fisika yang nilai maksimalnya 100. Di Kelas 12-C, rerata = 85, simpang baku = 5, dan Semar memperoleh nilai 90. Di Kelas 12-D, rerata = 85, simpang baku = 2,5, dan Gareng memperoleh nilai 90. Antara Semar dan Gareng, yang sesungguhnya memperoleh nilai yang lebih baik adalah ….
   A. Semar
   B. Gareng
   C. Nilai Semar sama dengan nilai Gareng
   D. jawaban A, B, dan C salah

8) Dari kumpulan data: 5, 3, 2, 4, 3, 2, 5, 4, nilai tengahnya adalah ….
   A. 3
   B. 4
   C. 2
   D. 3,5

9) Jika skor simpang baku = 2,5, maka skor variansnya adalah ….
   A. 2,5
   B. 6,25
   C. 5
   D. 1,25

10) Dari data berikut ini: 31 32 35 36 32 31 31 32 32 35 35 36 36 32, simpang bakunya (sampai dua angka di belakang titik desimal) adalah ….
   A. 1,98
   B. 2,00
   C. 2,05
   D. 2,15

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kegiatan Belajar 3

Statistika Inferensial

Pemahaman yang baik tentang distribusi normal, pusat kecenderungan, variabilitas, dan nilai standar membuat kita mampu untuk menjelaskan sampel dengan baik. Alat bantu ini juga merupakan dasar yang sangat baik untuk membantu Anda membuat keputusan tentang seberapa akurat data yang Anda kumpulkan mencerminkan validitas hipotesis yang akan Anda uji. Setelah Anda mampu mendeskripsikan sampel data yang Anda peroleh, dijelaskan pada dua Kegiatan Belajar sebelumnya, langkah selanjutnya adalah belajar memahami penggunaan informasi deskriptif untuk menyimpulkan data dari sampel yang berukuran kecil ke populasi yang berukuran lebih besar tempat pertama kali sampel tersebut diambil. Istilah lain untuk hal ini adalah generalisasi.

Prosedur statistika untuk generalisasi disebut dengan statistika inferensial. Secara singkat, statistika inferensial mempunyai dua fungsi utama, yaitu:

1. untuk membuat estimasi populasi berdasarkan sampel acak;
2. untuk menguji hipotesis berbasis statistika.

Kegiatan Belajar 3 ini akan berfokus pada dua hal di atas.

A. ESTIMASI POPULASI BERDASARKAN SAMPEL ACAK

Dalam melakukan pengambilan data, dengan berbagai alasan, kita lebih sering menggunakan sampel untuk mempelajari populasi yang lebih besar tempat sampel tersebut diambil. Atas dasar sampel yang diambil, kita melakukan sejumlah prosedur statistika untuk mempelajari sampel tersebut. Berbagai prosedur statistika ini dapat digunakan untuk memberitahu seberapa dekat sampel terhadap keseluruhan populasi. Sebagai contoh, kita sering mengestimasi sejumlah parameter populasi yang berkaitan dengan pusat kecenderungan (misalnya rerata populasi atau μ), variabilitas (simpang baku populasi atau σ), dan proporsi atau probabilitas (P). Pada sampel yang berasal dari populasi tersebut kita juga bisa menghitung rerata sampel atau $\bar{x}$, simpang baku sampel atau s, dan probabilitas sampel atau p. Hal ini menunjukkan sejumlah prosedur statistika yang biasanya diterapkan pada sampel sering digunakan untuk mengestimasi parameter yang sama pada populasi yang sebagian anggotanya dipilih untuk dijadikan sampel.

Contoh sederhana berikut ini menggambarkan ide estimasi seperti dijelaskan di atas. Arjuna adalah seorang manajer produksi dari sebuah pabrik yang memproduksi botol minuman atau *tumbler* lengkap dengan tutupnya. Akhir-akhir ini ada komplain dari pengguna botol minuman tersebut, ada yang mengatakan tutup botolnya kekecilan sehingga terkadang susah dibuka dan ada yang mengatakan kebesaran sehingga kadang-kadang lepas sendiri. Arjuna kemudian memutuskan untuk mengambil sejumlah sampel secara acak untuk mengestimasi jumlah botol minuman yang sudah diperjualbelikan di toko-toko yang mengalami salah satu dari dua kemungkinan di atas. Dari sampel ini, Arjuna ingin mengetahui tiga hal.

1. Berapa rerata diameter botol minuman dan tutupnya?
2. Seberapa luas diameter botol minuman dan tutupnya bervariasi?
3. Berapa proporsi atau probabilitas botol minuman dan tutupnya yang mengalami cacat seperti di atas sudah beredar di toko-toko?

Contoh di atas menunjukkan contoh estimasi populasi dari sampel ketika Arjuna harus menjawab tiga pertanyaan di atas berdasarkan prosedur statistika yang diterapkan pada sampel. Dari sampel yang diambil, Arjuna dapat memperkirakan rerata dan variabilitas diameter botol minuman dan tutupnya dan probabilitas atau proporsi botol minuman dan tutupnya yang mengalami cacat sudah telah beredar di toko-toko. Nilai-nilai ini diwakili oleh simbol μ, σ, dan P.

Estimasi statistik parameter populasi didasarkan pada asumsi bahwa **sampelnya dipilih secara acak dan mewakili keseluruhan populasi**. Hanya ketika kita memiliki sampel acak yang representatif, kita bisa membuat estimasi yang masuk akal tentang seberapa dekat hasil prosedur statistika memperkirakan beberapa parameter populasi. Jika sampel tidak dipilih secara acak, sehingga tidak representatif mewakili populasi, karena pemilihannya mengandung bias, maka hasil prosedur statistika kita merupakan cerminan yang buruk dari populasi yang dari padanya sampel diambil.

Contoh lain untuk estimasi populasi berdasarkan sampel disajikan berikut ini. Kita ingin mengestimasi rerata berat badan anak perempuan berusia 10 tahun di seluruh Pulau Jawa. Keinginan seperti ini tidak mungkin kita laksanakan dengan cara melakukan penimbangan badan untuk seluruh populasi. Dengan demikian, kita akan melakukan penimbangan badan anak perempuan berusia 10 tahun secara acak, misalnya sebanyak 500 anak.

Sampel acak dari populasi – kata **acak** di sini sangat penting – diperkirakan mempunyai karakteristik yang sama dengan populasi yang dari padanya mereka dipilih. Kita berharap bahwa rerata berat badan dari sampel sama dengan rerata berat badan populasi. Tetapi perlu disadari bahwa kata "sama" tidak berarti persis sama, tetapi mendekati dengan selisih tertentu. Ketika kita mengambil 500 sampel kedua, reratanya bisa berbeda dengan rerata sampel pertama, meskipun perbedaannya tidak banyak.

Kelompok sampel yang berbeda, meskipun diambil secara acak dari populasi yang sama, hampir bisa dipastikan mereka akan menghasilkan parameter estimasi, misalnya rerata, yang sedikit berbeda dengan keseluruhan populasi. Perbedaan antara rerata populasi dan rerata sampel disebut dengan kesalahan estimasi. Karena kita tidak tahu rerata populasi yang sebenarnya, kita juga tidak tahu seberapa besar kesalahan dalam estimasi kita. Dari *Central Limit Theorem*, kita mengetahui tiga hal.

1. Rerata yang kita peroleh dari jumlah tak terbatas sampel acak akan membentuk distribusi normal.
2. Rerata dari distribusi rerata sampel ini sama dengan rerata populasi yang dari padanya sampel diambil (μ). Dengan kata lain, rerata populasi sama dengan rerata semua rerata sampel.
3. Simpang baku dari distribusi rerata sampel berkaitan langsung dengan simpang baku dari peubah yang telah diukur - peubah yang semua reratanya sudah kita hitung - untuk keseluruhan populasi.

B. PENGUJIAN HIPOTESIS

Fungsi kedua dari statistika inferensial adalah untuk melakukan uji hipotesis. Istilah hipotesis, meskipun sudah Anda pelajari pada Modul 5, mungkin masih membingungkan karena dalam berbagai pustaka mereka mempunyai dua arti. Arti yang pertama adalah hipotesis penelitian (*research hypothesis*); arti kedua adalah hipotesis statistik (*statistical hypothesis*).

Istilah hipotesis yang banyak dijelaskan sebelumnya lebih merujuk ke pengertian hipotesis penelitian. Dalam membentuk hipotesis penelitian, seorang peneliti berspekulasi tentang penyelesaian masalah penelitian atau salah satu submasalahnya. Hipotesis penelitian adalah dugaan masuk akal, tebakan yang berdasar, prediksi yang didasarkan pada teori atau empiris. Satu-satunya tujuan hipotesis penelitian adalah memberikan kerangka kerja yang logis untuk memandu seorang peneliti saat merancang penelitian dan proses pengumpulan datanya.

Persoalannya menjadi lain ketika kita mendengar istilah "uji hipotesis". Dalam istilah ini, hipotesis yang dimaksud adalah hipotesis statistik yang diungkapkan sebagai hipotesis nol. Hipotesis nol diberi notasi H_0. Hipotesis nol mendalilkan bahwa setiap hasil teramati adalah semata-mata hasil dari sebuah kebetulan. Sebagai contoh, jika kita membandingkan rerata dari dua kelompok berbeda, hipotesis nol kita buat sedemikan rupa sehingga sesungguhnya kedua kelompok tersebut berasal dari populasi yang sama. Adanya perbedaan di antara dua kelompok tersebut - termasuk perbedaan rerata – merupakan suatu fakta bahwa dua (kelompok) sampel berbeda yang diambil dari populasi yang sama akan menghasilkan estimasi parameter populasi yang berbeda. Hal ini dijelaskan pada subbab 1.

1. Memahami Signifikansi Statistik

Pengambilan sampel tidak pernah bisa sempurna, karena Anda tidak dapat memilih sampel yang mempunyai karakteristik yang persis sama dengan populasi. Dalam proses pengambilan sampel selalu terjadi *sampling error*. Selanjutnya, karena hipotesis tidak mungkin diujikan secara langsung pada populasi, karena ukuran populasi yang sangat besar, sehingga tidak praktis, kesimpulan yang bisa diambil juga tidak sempurna. Kesimpulan mungkin mengatakan bahwa dua kelompok disimpulkan mempunyai karakteristik yang berbeda (karena data yang diperoleh dari sampel menunjukkan hal itu), padahal pada kenyataannya mereka adalah dua grup yang mempunyai karakteristik yang sama (merupakan kondisi yang sebenarnya dijumpai dalam populasi).

Perhatikan ilustrasi berikut ini. Seorang peneliti tertarik untuk membandingkan kinerja mahasiswa prodi Sistem Informasi yang mengikuti kuliah secara daring (disebut Kelompok A) dengan mereka yang mengikuti kuliah secara tradisional atau model klasik (disebut Kelompok B). Hipotesis nol menyebutkan bahwa kedua kelompok mempunyai kinerja yang sama berdasarkan beberapa ukuran pencapaian. Hipotesis penelitian menyebutkan bahwa kinerja Kelompok A lebih tinggi dibanding Kelompok B.

Tugas Anda adalah menunjukkan bahwa jika ada perbedaan kinerja dari kedua kelompok hanya disebabkan oleh efek dari penggunaan kuliah daring dan tidak ada faktor atau kombinasi faktor lainnya. Ada beberapa cara untuk mengontrol atau menghilangkan semua faktor lain yang bisa mempengaruhi hasilnya. Cara-cara ini di luar cakupan modul ini. Ketika Anda sudah menghilangkan semua pengaruh yang bisa mempengaruhi hasil akhirnya, apakah Anda benar-benar yakin dengan hasil yang akan Anda peroleh? Jawabannya tetap tidak, karena sampel yang Anda uji belum tentu sepenuhnya cocok dengan profil populasinya. Jika hal ini yang terjadi, barangkali kita perlu membuat sedikit ruang untuk suatu kesalahan untuk terjadi. Dalam hal-hal tertentu, kata ”kesalahan” sering berkonotasi ”kesempatan” atau ”kebetulan” (*chance*).

Dengan menyimpulkan bahwa perbedaan kinerja antara Kelompok A dan Kelompok B adalah karena adanya perbedaan perlakuan (kuliah daring versus kuliah klasik), Anda menerima resiko untuk berbuat sebuah kesalahan. Resiko berbuat kesalahan ini disebabkan karena Anda membuat kesimpulan berdasarkan sampel bukan populasi. Derajat risiko berbuat kesalahan inilah yang disebut dengan **signifikansi statistik** (*statistical significance*) di mana Anda bersedia untuk bekerja berdasarkan parameter tersebut.

Secara formal, signifikansi statistik didefinisikan sebagai derajat risiko yang Anda ambil untuk menolak hipotesis nol ketika sesungguhnya benar. Pada contoh sebelumnya, hipotesis nol adalah tidak ada kinerja antara dua kelompok (ingat bahwa hipotesis nol selalu berupa pernyataan ekualitas atau tidak ada perbedaan). Dari data yang diperoleh dari sampel ternyata kedua kelompok ini mempunyai kinerja yang berbeda. Dalam kenyataannya, barangkali memang tidak ada perbedaan. Ketika Anda menolak hipotesis nol yang Anda tetapkan sendiri, Anda melakukan sebuah kesalahan. Risiko yang Anda ambil untuk membuat kesalahan seperti ini, atau aras signifikansi, disebut dengan kesalahan Tipe I.

Aras signifikansi, yang diberi notasi alpha atau α, berdasarkan konsensus mempunyai nilai 0,01 dan 0,05. Sebagai contoh, jika aras signifikansinya 0,01, hal ini berarti bahwa ketika Anda menguji hipotesis nol, ada kemungkinan sebesar 1% Anda akan menolak hipotesis nol (dan berkesimpulan bahwa ada perbedaan kinerja) meskipun dalam kenyataannya tidak ada perbedaan tersebut. Jika Anda menggunakan aras signifikansi 0,05, kemungkinan Anda akan menolak hipotesis nol adalah sebesar 5%. Catatan yang perlu diperhatikan adalah bahwa aras signifikansi berhubungan dengan setiap uji hipotesis nol yang terpisah. Dengan demikian, misalnya Anda menggunakan aras signifikansi 0,05, Anda tidak seharusnya menyebut bahwa ”dari 100 kali uji hipotesis, hanya lima kali berbuat kesalahan”.

Pada berbagai laporan penelitian, signifikansi statistik biasanya disajikan dengan notasi $p < 0{,}05$ yang dibaca sebagai ”probabilitas untuk mendapatkan hasil tersebut kurang dari 0,05”. Dalam laporan penelitian atau artikel jurnal, hal ini sering ditulis dengan ”signifikan pada aras 0,05”.

Ada jenis kesalahan lain yang bisa Anda perbuat. Kesalahan Tipe II terjadi ketika Anda menerima hipotesis nol yang salah. Sebagai contoh, seandainya memang ada perbedaan dari populasi yang diwakili oleh kelompok sampel, tetapi Anda keliru menyimpulkannya sebagai tidak ada perbedaan.

Idealnya, Anda ingin meminimalkan kesalahan Tipe I dan Tipe II, tetapi hal ini tidak mudah untuk dilakukan. Kesalahan Tipe I sepenuhnya bisa Anda kendalikan, yakni dengan mengatur aras signifikansinya menurut penilaian Anda. Tetapi tidak demikian halnya dengan kesalahan Tipe II. Kesalahan Tipe II tidak bisa Anda kendalikan secara langsung karena berkaitan dengan salah satunya adalah ukuran sampel. Kesalahan tipe II sangat sensitif terhadap ukuran sampel. Dengan semakin membesarnya ukuran sampel, kesalahan Tipe II berkurang. Dengan kata lain, sampel yang mempunyai karakteristik semakin mendekati karakteristik populasinya dicapai dengan menambah ukuran sampel, kemungkinan Anda melakukan kesalahan Tipe II akan berkurang. Tabel 8.5 merangkum kedua tipe kesalahan ini.

Tabel 8.5
Kesalahan Tipe I dan Tipe II

Jika Anda ...	Ketika hipotesis nol ...	Anda berbuat ...
Menolak hipotesis nol	Benar (tidak ada perbedaan)	Kesalahan Tipe I
Menolak hipotesis nol	Salah (ada perbedaan)	Keputusan benar
Menerima hipotesis nol	Salah (ada perbedaan)	Kesalahan Tipe II
Menerima hipotesis nol	Benar (tidak ada perbedaan)	Keputusan benar

Tabel 8.5 mungkin cukup membingungkan. Perhatikan ilustrasi berikut ini. Satu hari Anda pergi ke dokter karena Anda merasa sedikit demam. Oleh dokter, kemudian Anda diperiksa, dan menurut diagnosa dokter sesungguhnya Anda sehat. Anda hanya kelelahan, kalau mesin diistilahkan sebagai *over-heated*. Hipotesisnya adalah "Anda sakit" dan hasil uji hipotesis adalah diagnosa dokter atau yang dikatakan dokter tentang Anda. Ilustrasi sederhana ini digambarkan pada Tabel 8.6.

Tabel 8.6
Ilustrasi Tipe Kesalahan

		Kondisi Anda yang sebenarnya	
		Sakit	Sehat
Yang dikatakan dokter	Sakit	Anda sakit, dokter mengkonfirmasinya. Keputusan BENAR.	Anda hanya mengkhawatirkan sesuatu. **Kesalahan Tipe I**
	Sehat	Anda sakit, dokter salah menilai kesehatan Anda. **Kesalahan Tipe II**	Anda sehat, dokter mengkonfirmasinya. Keputusan BENAR

2. Uji Signifikansi

Statistika inferensial digunakan untuk mengambil keputusan tentang sebuah populasi berdasarkan data yang diperoleh dari sampel. Salah satu uji yang paling penting dalam statistika inferensial adalah **uji signifikansi statistik**. Uji ini dapat diterapkan pada berbagai situasi tergantung dari rumusan masalah dan hipotesis nolnya.

Contoh situasi yang memerlukan uji signifikansi adalah ketika Anda ingin mengetahui ada tidaknya perbedaan pada dua rerata yang diketahui. Sebagai contoh, dari dua kelas yang sudah selesai mengikuti tes Fisika masing-masing mempunyai nilai rerata kelas. Contoh lain adalah ketika kita ingin melihat ada tidaknya pengaruh satu peubah terhadap peubah yang lain. Sebagai contoh, peneliti mungkin tertarik untuk melihat pengaruh lama mahasiswa menggunakan perangkat bergerak terhadap kinerja akademik mahasiswa. Pada kedua contoh di atas diperlukan uji signifikansi dengan pendekatan yang berbeda. Pendekatan untuk melakukan uji signifikansi bisa berbeda, tetapi uji signifikansi selalu menggunakan hipotesis nol sebagai titik awalnya. Dua pendekatan yang sering dilakukan adalah dengan menggunakan uji skor z dan uji skor t. Kedua pendekatan ini diilustrasikan dalam contoh berikut ini.

a. Contoh Penggunaan Uji Z

Uji Z digunakan untuk menguji apakah rerata dari sebuah populasi nilainya sama dengan, lebih kecil, atau lebih besar dari satu nilai tertentu. Perhatikan contoh berikut ini. Diketahui data yang diperoleh dari sampel adalah 21, 37, 33, 47, 28, 16, 29, 37, 41, 20. Dengan aras signifikansi $\alpha = 0{,}10$, apakah cukup bukti bahwa reratanya adalah 25?

Untuk membuktikan reratanya 25, dalam hal ini adalah rerata populasi, kita menggunakan uji Z yang skor Z nya dapat dihitung dengan persamaan (8.8). Skor Z di sini berbeda dengan nilai standar yang diberi notasi z.

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \tag{8.8}$$

dengan Z : skor Z untuk diuji
$\bar{x}$: nilai rerata sampel
μ : nilai rerata populasi
σ : simpang baku populasi
n : cacah sampel

Untuk menjawab soal di atas, kita mulai dengan menyusun hipotesisnya:

$H_0 : \mu = 25$
$H_a : \mu \neq 25$

Dari data yang diketahui dan dihitung, diperoleh informasi bahwa:

$\alpha = 0.10$ (diketahui)
$n = 10$ (cacah sampel, diketahui)
$\sigma = 10$ (dihitung dengan menggunakan persamaan 8.5)

$$\bar{x} = \frac{21 + 37 + 33 + 47 + 28 + 16 + 29 + 37 + 41 + 20}{10} = 30,9$$

Dengan menggunakan persamaan (8.8) kita akan menghitung nilai Z yang dalam hal ini disebut dengan Z:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} = \frac{30,9 - 25}{10 / \sqrt{10}} = \frac{5,9}{3,16} = 1,87$$

Dari nilai Z di atas, selanjutnya kita akan menentukan nilai p atau nilai probabilitas untuk dibandingkan dengan nilai α. Karena H_a merupakan sebuah pertidaksamaan ($\mu \neq 25$) yang berarti ada kemungkinan nilai μ bisa lebih besar dari 25 atau nilai μ bisa lebih kecil dari 25. Dengan demikian diperlukan *two-tailed test* untuk menentukan nilai p, yaitu

p = luas daerah dari distribusi Z[1] di sebelah kiri $Z = -1,87$ ditambah luas daerah dari distribusi Z di sebelah kanan $Z = 1,87$
= $2 \times$ luas daerah dari distribusi Z di sebelah kanan $Z = 1,87$.
= $2 \times (1 - 0,9693) = 2 \times 0,0307 = 0,0614$

[1] Contoh tabel distribusi Z dapat dilihat di https://www.math.arizona.edu/~rsims/ma464/standardnormaltable.pdf

Nilai p yang diperoleh lewat perhitungan di atas dibandingkan dengan nilai α. Dari informasi yang diketahui nilai $\alpha = 0.10$. Dengan demikian nilai $\alpha > p$. Dengan kesimpulan ini, maka hipotesis nol kita tolak. Dengan kata lain, kita menyimpulkan bahwa dari sampel yang diperoleh, tidak cukup bukti bahwa reratanya adalah 25.

b. Contoh Penggunaan Uji t

Salah satu penggunaan uji t atau *t-test* adalah untuk menguji signifikansi perbedaan rerata dari dua buah kelompok populasi yang berbeda. Uji seperti ini disebut dengan *independent t-test* karena menguji dua kelompok yang saling asing. Contoh sederhana dari *independent t-test* disajikan berikut ini.

Dari dua prodi Sistem Informasi di perguruan tinggi yang berbeda diketahui bahwa di PSI1 rerata waktu belajar mandiri mahasiswa dalam satu bulan 155 jam dan di PSI2 reratanya 150 jam. Dengan aras signifikansi 5% akan dibuktikan bahwa rerata waktu belajar mandiri kedua prodi adalah sama.

Seperti halnya pada uji Z, pertama kali kita menyusun hipotesis nol dan alternatifnya, yaitu:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ bisa juga ditulis sebagai H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$

$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$ bisa juga ditulis sebagai H_a: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

dengan μ_1: rerata waktu belajar mandiri per bulan mahasiswa prodi PSI1

μ_2: rerata waktu belajar mandiri per bulan mahasiswa prodi PSI2

Dari perhitungan lebih lanjut terhadap data yang lebih lengkap dengan menggunakan paket aplikasi tertentu, misalnya SPSS (*Statistical Package for Social Science*), diperoleh hasil bahwa nilai t nya adalah 2,3. Karena nilai t ini diperoleh dari data yang ada, maka nilai ini disebut dengan nilai t_{hitung}. Nilai t_{hitung} ini kemudian dibandingkan dengan nilai t rujukan, yang disebut dengan nilai t_{tabel}. Nilai t_{tabel} diperoleh dari distribusi t yang juga disebut dengan *student-t table*[2]. Jika diperoleh hasil bahwa $t_{hitung} >= t_{tabel}$, maka hipotesis nol ditolak. Sebaliknya, jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka hipotesis nol diterima. Sebagai contoh, jika nilai $t_{tabel} = 1,990$. Dari nilai ini bisa diketahui bahwa $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka hipotesis nol ditolak. Dengan kata lain, ada perbedaan rerata waktu belajar mandiri per bulan dari mahasiswa di PSI1 dan PSI2.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1) Dalam estimasi parameter populasi apa pengaruh sampel terhadap hasil estimasinya? Berikan penjelasan Anda!

[2] Contoh tabel distribusi t dapat dilihat di https://www.sjsu.edu/faculty/gerstman/StatPrimer/t-table.pdf

2) Jelaskan yang dimaksud kesalahan pengambilan keputusan pada uji hipotesis dan jelaskan cara mengurangi kesalahan tersebut!
3) Sebuah pabrik lampu pijar membuat klaim bahwa umur lampu pijar buatannya adalah 1.000 jam. Untuk membuktikan klaim ini, seorang laboran melakukan uji terhadap 200 buah lampu pijar buatan pabrik tersebut, dan menemukan bahwa rerata umur lampu pijar adalah 990 jam dengan simpang baku 50 jam. Dengan menggunakan aras signifikansi 1%, buktikan bahwa klaim dari pabrik tersebut benar!

Petunjuk Jawaban Latihan

1) Untuk dapat mengestimasi parameter populasi agar hasil estimasinya sedekat mungkin dengan keadaan sebenarnya, sampel yang digunakan harus dipilih secara acak dan juga representatif mewakili populasi tersebut. Representatif artinya sampel yang dipilih harus mempunyai karakteristik yang semakin mendekati karakteristik populasi.
2) Kesalahan pengambilan keputusan pada uji hipotesis adalah kesalahan memutuskan diterima tidaknya hipotesis nol dibandingkan dengan keadaan sebenarnya. Ada dua tipe kesalahan, yakni Tipe I dan Tipe II. Kesalahan Tipe I adalah ketika peneliti menolak hipotesis nol padahal dalam kenyataannya hipotesis tersebut benar. Kesalahan Tipe I dapat dikurangi dengan memperkecil aras signifikansi. Kesalahan Tipe II adalah ketika peneliti menerima hipotesis nol padahal dalam kenyataannya hipotesis tersebut salah. Kesalahan Tipe II dapat dikurangi dengan menambah jumlah sampel.
3) Dari soal diketahui sebagai berikut:

   Klaim pabrik, umur lampu pijar 1.000 jam, $\mu = 1.000$ jam.
   Sampel yang diuji 200 buah, $n = 200$ buah.
   Umur lampu pijar hasil uji sampel 990 jam, $\bar{x} = 990$ jam
   Simpang baku, $\sigma = 50$ jam
   Aras signifikansi $\alpha = 0{,}01$

   Hipotesisnya:
   H_0: $\mu = 1.000$ bisa juga ditulis sebagai H_0: $\mu - 1.000 = 0$
   H_a: $\mu \neq 1.000$ bisa juga ditulis sebagai H_a: $\mu - 1.000 \neq 0$

   Dengan persamaan (8.8) dihitung skor Z dan diperoleh:
   $Z = -2{,}83$

Probabilitas p dihitung dengan menggunakan *two-tailed test*

p = luas daerah dari distribusi Z[3] di sebelah kiri $Z = -2,83$ ditambah luas daerah dari distribusi Z di sebelah kanan $Z = 2,83$

= $2 \times$ luas daerah dari distribusi Z di sebelah kanan $Z = 2,83$

= $2 \times (1 - 0,9977) = 2 \times 0,0023 = 0,0046$

Nilai $p = 0,0046$ kemudian dibandingkan dengan nilai $\alpha = 0,01$, yaitu $p < \alpha$. Sehingga disimpulkan bahwa klaim dari pabrikan lampu pijar tidak benar, artinya, umur lampu pijar buatannya tidak 1.000 jam.

Rangkuman

1. Statistika inferensial mempunyai dua fungsi utama yaitu untuk estimasi parameter populasi dan uji hipotesis. Estimasi parameter populasi adalah melakukan estimasi atas sejumlah parameter populasi berdasarkan hasil prosedur statistika yang diterapkan pada sampel yang diambil secara acak dan representatif (mewakili populasi). Paramater populasi yang seringkali diestimasi adalah rerata populasi (μ), simpang baku populasi (σ), dan proporsi atau probabilitas populasi (P). Ketiga parameter populasi ini diestimasi berdasarkan rerata sampel ($\bar{x}$), simpang baku sampel (s), dan proporsi atau probabilitas sampel (p). Uji hipotesis adalah kegiatan untuk menguji hipotesis statistik (hipotesis nol) menggunakan prosedur statistika tertentu.
2. Ada dua kelompok hipotesis, yakni hipotesis penelitian dan hipotesis statistik. Hipotesis penelitian berkaitan dengan permasalahan yang akan diselesaikan oleh peneliti. Hipotesis statistik sesungguhnya adalah hipotesis nol yang akan diuji setelah data yang dibutuhkan terkumpul.
3. Ada dua tipe kesalahan penentuan uji hipotesis. Kesalahan Tipe I terjadi ketika peneliti menolak hipotesis nol sementara dalam kenyataannya benar. Kesalahan Tipe II terjadi ketika peneliti menerima hipotesis nol sementara dalam kenyataannya salah. Kesalahan Tipe I bisa diperkecil dengan memperkecil aras signifikansi, misalnya dari 5% menjadi 1%. Kesalahan Tipe II bisa diperkecil dengan memperbesar ukuran sampel.
4. Dua dari sejumlah prosedur statistika yang sering digunakan dalam statistika inferensial adalah uji Z dan uji t. Salah satu kegunaan uji Z adalah untuk menguji rerata dari satu peubah terhadap satu nilai tertentu. Angka acuan untuk uji Z adalah tabel distribusi Z. Salah satu kegunaan uji t adalah untuk menguji rerata dari dua kelompok sampel. Angka acuan untuk uji t adalah tabel distribusi t yang juga sering disebut dengan *student-t table*.

[3] Contoh tabel distribusi Z dapat dilihat di https://www.math.arizona.edu/~rsims/ma464/standardnormaltable.pdf

Tes Formatif 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1) Titik awal dari pengujian signifikansi adalah ....
   A. hipotesis nol
   B. hipotesis alternatif
   C. populasi
   D. sampel

2) Pada pembandingan rerata dari dua kelompok berbeda, jika nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka dapat disimpulkan bahwa ....
   A. hipotesis nol ditolak
   B. hipotesis nol diterima
   C. hipotesis alternatif diterima
   D. tidak bisa disimpulkan

3) Hasil prosedur statistika yang diterapkan pada sampel agar bisa digunakan untuk estimasi populasi, maka sampel yang diambil harus ….
   A. banyak
   B. dipilih secara acak
   C. dipilih secara acak dan representatif mewakili populasi
   D. dipilih dengan cara yang mudah

4) Istilah "uji hipotesis" sebenarnya merujuk pada ….
   A. sampel
   B. populasi
   C. hipotesis penelitian
   D. hipotesis statistis

5) Ada dua tipe kesalahan saat mengambil keputusan untuk menentukan diterima tidaknya hipotesis nol. Kesalahan Tipe II dapat diperkecil dengan cara ….
   A. mengganti populasi
   B. mengganti sampel
   C. menambah jumlah sampel
   D. mengurangi jumlah sampel

6) Perbedaan antara rerata populasi dan rerata sampel disebut dengan ....
   A. kesalahan perhitungan
   B. kesalahan estimasi
   C. kesalahan dugaan
   D. kesalahan *sampling*

7) Cara penulisan hipotesis "rerata tinggi badan mahasiswa semester 1 Prodi Sistem Informasi sama dengan 175 cm" yang benar adalah ….
   A. H_0: μ - 175 = 0
   B. H_a: μ = 175 cm
   C. H_0: $\mu \neq$ 180 cm
   D. cara penulisan jawaban A, B, dan C salah

8) Kesalahan Tipe I dapat diperkecil dengan ….
   A. memperbesar aras signifikansi
   B. memperkecil aras signifikansi
   C. memperbesar ukuran sampel
   D. memperkecil ukuran sampel

9) Rerata yang diperoleh dari jumlah tak terbatas sampel acak akan membentuk ....
   A. distribusi *z*
   B. distribusi frekuensi
   C. distribusi skor
   D. distribusi normal

10) Rerata berat badan siswa Kelas A adalah 65 kg dan Kelas B adalah 66 kg. Dengan menggunakan aras signifikansi 5% ternyata kedua rerata ini dinyatakan berbeda. Untuk kedua rerata ini dinyatakan sama, maka aras signifikansinya sebaiknya diubah menjadi ….
   A. 1%
   B. 2%
   C. 10%
   D. tidak mungkin mengubah aras signifikansi

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100$$

Arti tingkat penguasaan

<70%	70% - 79%	80% - 89%	90% - 100%
kurang	cukup	baik	baik sekali

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

1) B
2) D
3) B
4) A
5) C
6) A
7) B
8) D
9) B
10) C

Tes Formatif 2

1) D
2) B
3) C
4) A
5) A
6) C
7) B
8) D
9) B
10) C

Tes Formatif 3

1) A
2) B
3) C
4) D
5) C
6) B
7) A
8) B
9) D
10) C

Daftar Pustaka

Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. (2012). *Educational research: Competencies for analysis and application* (10th edition). Pearson, Upper Saddle River, NJ.

Leedy, P. D., & Ormord, J. E. (2015). *Practical research, planning, and design* (11th edition). England: Global Edition, Pearson Education Limited.

NIST/SEMATECH e-Handbook of statistical methods, http://www.itl.nist.gov /div898/handbook/, diakses 10 April 2020.

Salkind, N. J. (2018). *Exploring research* (9th edition). England: Global Edition, Pearson Education Limited.

Trochim, W. M. K., & Donelly, J. P. (2006). *The research method knowledge base* (3rd edition). Ohio, USA: Atomic Dog Publishing.