



UNIVERSITAS GADJAH MADA  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
PRODI MAGISTER TEKNIK SIPIL

**Statistika Teknik**

# Pendahuluan

# Statistika

- Statistika/metode statistis
  - adalah metode pengolahan data yang didapat dari suatu operasi berulang-ulang.
- Operasi dilakukan melalui
  - observasi
  - pengukuran
  - eksperimen

# Pemakaian Statistika

- *Descriptive statistics*
- *Statistical inference*

# ***Descriptive Statistics, Statistical Inference***

## ■ Contoh

- Hasil wawancara terhadap responden yang dipilih secara acak dari sebuah wilayah, menunjukkan bahwa 15% responden merupakan pelanggan PDAM.
- Kemudian dilakukan kampanye pemakaian air PDAM kepada penduduk wilayah tersebut.
- Hasil wawancara terhadap responden yang dilakukan beberapa waktu kemudian setelah kampanye tersebut menunjukkan bahwa 21% responden merupakan pelanggan PDAM.

# *Descriptive Statistics, Statistical Inference*

## ■ Pertanyaan

- Apakah kita benar dalam menganggap bahwa kenaikan jumlah pelanggan dari 15% pada kelompok responden pertama menjadi 21% pada kelompok responden kedua adalah akibat kampanye pemakaian air PDAM?
- Apabila kita meragukan bahwa kampanye tersebut telah meningkatkan jumlah pelanggan, bagaimanakah dengan data hasil wawancara tersebut?
- Bagaimana dengan data dari penduduk yang tidak diwawancarai?

# ***Descriptive Statistics, Statistical Inference***

- Descriptive statistics
  - Angka 15% dipakai untuk menunjukkan bagian dari penduduk pada responden pertama yang memakai air PDAM.
  - Dalam hal ini, angka 15% tersebut merangkum dengan ringkas, padat, dan jelas fakta yang tak diperlihatkan bahwa dari 140 responden, 21 adalah pemakai air PDAM.
  - Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa
    - descriptive statistics adalah pemakaian angka untuk merangkum informasi yang diketahui mengenai suatu keadaan.

# ***Descriptive Statistics, Statistical Inference***

- Statistical inference
  - Apabila kita memakai hasil wawancara tadi untuk mengatakan bahwa sekitar 15% penduduk wilayah tersebut adalah pemakai air PDAM, maka
  - kita memakai angka untuk menyimpulkan suatu hal mengenai populasi, yang lebih besar daripada responden (sampel), yang kita sendiri tidak memiliki informasi yang lengkap tentang populasi tersebut.
  - Dengan demikian dapat dikatakan bahwa
    - statistical inference adalah pemakaian angka untuk mengatakan suatu informasi mengenai populasi, yang pada umumnya lebih besar daripada sampel darimana data diperoleh.

# Contoh Pemakaian Statistika

## ■ Contoh #1

- Sebutkan beberapa contoh pemakaian statistik yang Saudara kenal.
- Diskusikan
  - *descriptive statistics,*
  - *statistical inference.*



# Contoh Pemakaian Statistika

## ■ Contoh #2

- Misal dijumpai suatu penyakit dimana  $\frac{3}{4}$  penderitanya sembuh dalam 3 bulan tanpa pengobatan.
- Kemudian seorang dokter menyatakan bahwa dia telah menemukan obat penyembuh penyakit tersebut.
- Obat tersebut diberikan kepada 100 penderita.
- Kalaupun obat tersebut tak berfungsi, kita tetap dapat memperkirakan bahwa 75 penderita akan sembuh.

# Contoh Pemakaian Statistika

- Contoh penyakit vs obat
  - Salah satu permasalahan dalam inferensi statistik dalam contoh di atas adalah:
    - berapa jumlah penderita yang harus sembuh sebelum kita menerima bahwa obat penemuan dokter tersebut benar-benar menyembuhkan penyakit tersebut.
    - Tentu saja, apabila ke-100 penderita tersebut sembuh, maka kita akan dengan sangat antusias menerima bahwa obat tersebut benar-benar menyembuhkan.
    - Namun, apabila jumlah penderita yang sembuh adalah 95, atau 90, atau 85, apakah kita bisa menerima klaim tersebut?

# Contoh Pemakaian Statistika

- Jadi?
  - Tugas memutuskan atau menjawab pertanyaan tersebut merupakan satu hal penting bagi seorang statistikawan.
- Diskusi
  - Dapatkah kita mengatakan dengan yakin bahwa obat tersebut benar-benar manjur?
  - Bahkan andaikata ke-100 penderita tersebut sembuh, masih ada kemungkinan (walaupun kecil) bahwa ke-100 penderita tersebut memang sembuh dengan sendirinya, tanpa ada kontribusi dari obat.
    - Ada kemungkinan bahwa ke-100 penderita memang memiliki kekebalan terhadap penyakit tersebut.

# Contoh Pemakaian Statistika

## ■ Peringatan

- Adalah penting untuk diperhatikan dalam pengambilan sampel (penderita, dalam hal ini):
  - bahwa sampel dipilih tanpa bias,
  - bahwa sampel benar-benar mencerminkan situasi populasi yang kita ingin ketahui perilakunya (dalam hal ini: para penderita penyakit tersebut).

# Statistika di Bidang Keairan

- Modeling
  - Permasalahan keairan (hidraulika, dan khususnya hidrologi) umumnya dikaji dan dicari solusinya melalui pemakaian suatu model.

# Statistika di Bidang Keairan

- Jenis model
  - Persamaan empirik
  - Model fisik
  - Model matematik (persamaan matematik, statistik, dan empirik)

# Statistika di Bidang Keairan

- Model hidraulika dan (khususnya) hidrologi dapat dibedakan menjadi
  - Model deterministik
  - Model parametrik
  - Model stokastik

# Model Hidrologi

- Model deterministik
  - Pasti
  - Memakai persamaan yang didasarkan pada proses fisik
  - Tidak membutuhkan data eksperimen untuk menerapkannya
  - Model diterapkan berulang-ulang dengan input yang sama selalu memberikan output yang sama
- Model stokastik
  - Tidak pasti, perkiraan, probabilitas
  - Parameter model ditetapkan (diperkirakan) berdasarkan data pengamatan atau pengukuran
  - Model diterapkan berulang-ulang dengan input yang sama dapat memberikan output yang berbeda



# Model Hidrologi

- Model parametrik
  - Parameter model ditetapkan sekali, kemudian dipakai terus selama data pengamatan (yang dipakai untuk menetapkan parameter model tsb) tidak berubah

# Model & Data

- Penetapan/perhitungan parameter model harus didasarkan pada data pengamatan/pengukuran
  - Kualitas model (valid dan dapat diterapkan) bergantung pada kualitas data yang dipakai untuk menetapkan parameter model.



Sebaik-baik kualitas model, tidak akan melebihi kualitas data yang dipakai.

# Data

- Contoh data
  - Hidrologi (misal pengukuran di stasiun meteorologi)
    - curah hujan
    - penguapan
    - resapan

# Data

- Contoh data
  - Hidraulika (misal eksperimen di lab)
    - kecepatan aliran
    - tekanan
    - volume sedimen

# Data: Homogen dan Representatif

- Data untuk menetapkan parameter model harus memenuhi syarat:
  - homogen, dan
  - representatif

# Data

- Contoh data
  - Danau dan pantai (misal pengukuran di laut)
    - kecepatan aliran
    - kecepatan angin
    - tinggi, arah, periode gelombang

# Data: Homogen dan Representatif

- Penyebab data tidak homogen
  - stasiun pengukuran berpindah
  - aliran (sungai) berpindah
  - pembangunan struktur baru (*dam, reservoir*)
  - perbaikan alur sungai
  - perubahan land-use

# Data: Homogen dan Representatif

- Penyebab data tidak representatif
  - data diambil hanya pada musim tertentu
  - jumlah data tidak cukup banyak (seri data pendek)



# Sampel dan Populasi

- Apakah sampel itu?
  - Sampel adalah kumpulan objek (data) yang diambil dari kumpulan yang lebih besar dari objek tersebut.
  - Kumpulan yang lebih besar tersebut, apabila mengandung semua objek yang mungkin (*all objects possible*), disebut populasi.

# Sampel dan Populasi

- Apakah sampel itu?
  - Berdasarkan sampel, kita dapat menarik kesimpulan mengenai populasi darimana sampel tersebut diperoleh.
  - Statistik adalah salah satu alat yang memungkinkan kita dapat menarik kesimpulan yang valid mengenai populasi berdasarkan informasi yang terkandung di dalam sampel.

# Random Sample

- Sampel random (acak)
  - Apabila setiap elemen populasi memiliki probabilitas (peluang) yang sama untuk terambil kedalam sampel, atau
  - Sampel yang dipilih dengan cara sedemikian hingga sampel lain yang diambil dari populasi yang sama akan memiliki karakteristik yang sama.

# Kesalahan Data

- Kesalahan data
  - Kesalahan pengukuran
  - Kesalahan transmisi data
  - Kesalahan pengolahan data
- Sifat kesalahan data
  - Kesalahan sistematis
  - Kesalahan random

# Kesalahan Sampel

- Kesalahan sampel (*sampling errors*)
  - Tidak sama arti dengan kesalahan data, namun lebih menunjukkan pada variabilitas sampel atau ketidak-pastian sampel.
  - Kesalahan sampel merupakan sifat yang melekat pada sampel random.

# Kesalahan Sampel

- Kesalahan sampel (*sampling errors*)
  - Suatu sampel random memiliki karakteristik/sifat statistik yang mirip dengan yang dimiliki populasinya dan akan sama dengan yang dimiliki populasinya hanya apabila ukuran sampel sangat besar (atau sampel mencakup seluruh populasi).
  - Contoh, dua sampel yang diambil dari satu populasi yang sama, maka karakteristik statistik kedua sampel akan mirip, namun akan sama hanya apabila ukuran kedua sampel sangat besar.

### Transpor Sedimen Suspensi di Sungai XYZ

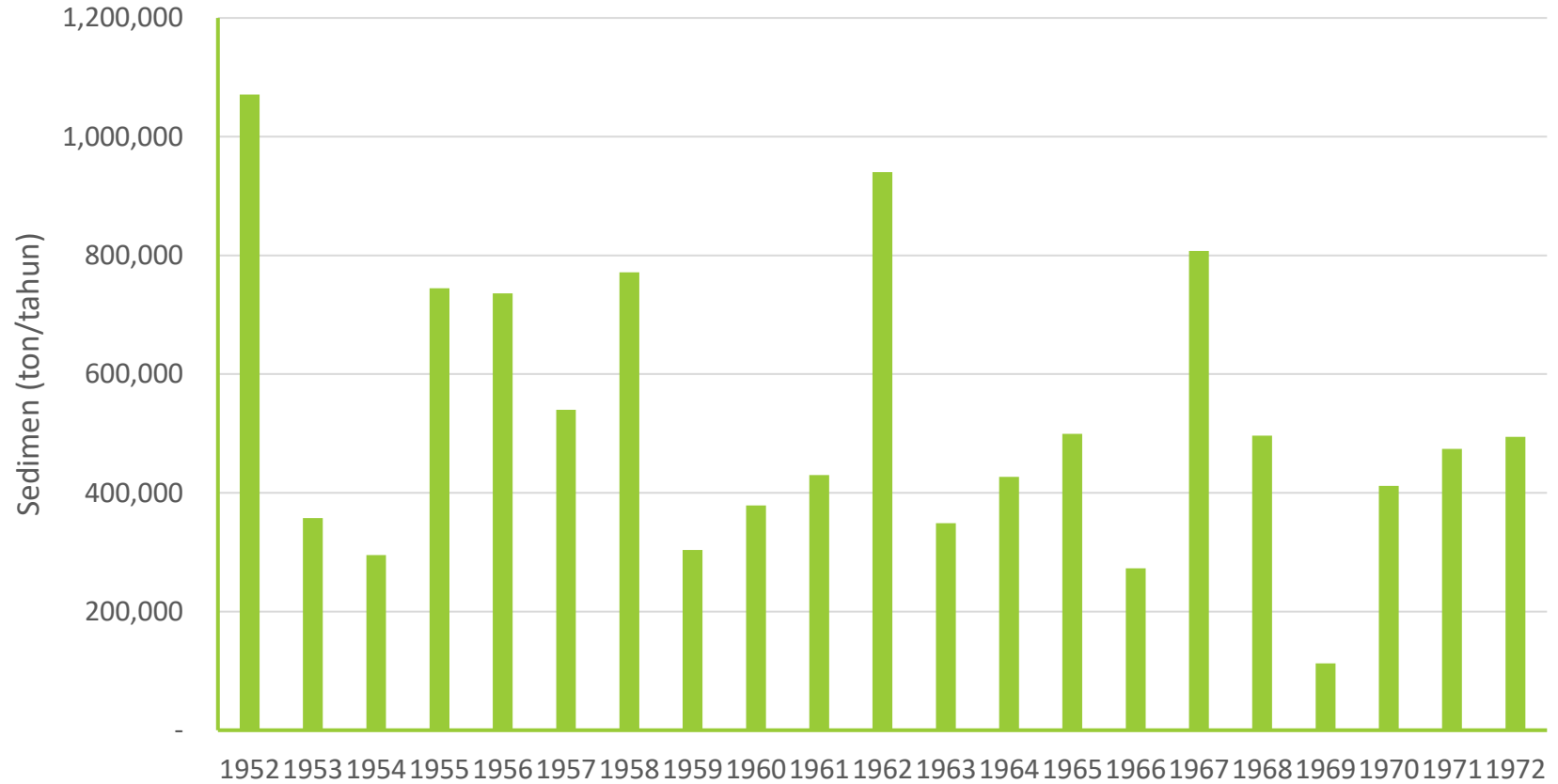
| Tahun | Sed. susp.<br>(ton) | Sed. susp. rata-rata<br>(ton) |
|-------|---------------------|-------------------------------|
| 1952  | 1,070,886           |                               |
| 1953  | 357,517             |                               |
| 1954  | 295,187             | 640,827                       |
| 1955  | 744,412             |                               |
| 1956  | 736,131             |                               |
| 1957  | 539,645             |                               |
| 1958  | 771,530             |                               |
| 1959  | 303,815             | 484,739                       |
| 1960  | 378,891             |                               |
| 1961  | 429,815             |                               |
| 1962  | 940,227             | 519,611                       |
| 1963  | 348,653             |                               |
| 1964  | 426,989             | 497,604                       |
| 1965  | 499,532             |                               |
| 1966  | 272,618             |                               |
| 1967  | 807,457             |                               |
| 1968  | 496,158             |                               |
| 1969  | 112,737             | 460,392                       |
| 1970  | 411,824             |                               |
| 1971  | 473,785             |                               |
| 1972  | 494,030             |                               |

# Kesalahan Data vs Kesalahan Sampel

- Contoh ilustrasi
  - data transpor sedimen suspensi suatu sungai
  - satuan ton → ton/tahun
  - tahun 1952 – 1972



## Transpor Sedimen Suspensi di Sungai XYZ



# Kesalahan Data vs Kesalahan Sampel

## ■ *Systematic errors*

- sampling dilakukan hanya saat kedalaman aliran melampaui nilai tertentu yang sudah ditetapkan sebelumnya,
- shg. tidak dilakukan pada saat *low flow*,
- padahal konsentrasi sedimen pada saat low flow biasanya lebih kecil daripada saat debit besar,
- dengan demikian, terjadi *built in error*.

# Kesalahan Data vs Kesalahan Sampel

- *Measurement errors*
  - peralatan tersumbat,
  - penempatan peralatan (misal Delft Bottle) yang tidak sejajar aliran,
  - transpor sedimen dasar (*bed load*) ikut terambil,
  - dll.

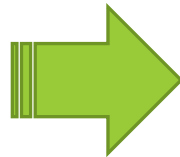
# Kesalahan Data vs Kesalahan Sampel

- *Data transmittal and processing errors*
  - kesalahan pada saat menuliskan data dari formulir survey ke file data,
  - salah tulis, salah ketik,
  - dll.

# Kesalahan Data vs Kesalahan Sampel

## ■ Sampling errors

- Anggap bahwa tidak terjadi kesalahan data (tak ada systematic, measurement, transmittal or processing errors).
- Sedimen suspensi rata-rata tahunan dalam lima tahun berurutan:
  - 640.827 ton
  - 484.739 ton
  - 497.604 ton
  - 460.392 ton



BEDA

# Kesalahan Data vs Kesalahan Sampel

## ■ *Sampling errors*

- Walau tanpa kesalahan data, diperoleh 4 nilai berbeda.
- Setiap nilai tidak mengandung kesalahan data, namun keempatnya menunjukkan nilai berbeda.
- Kesalahan ini (*sampling errors*) diakibatkan oleh adanya variabilitas fenomena (transpor sedimen) yang di-sampling.

# Kesalahan Data vs Kesalahan Sampel

- Meminimumkan *sampling errors*
  - Menambah jumlah sampel

# Kala Ulang

- Kala ulang (*return period*) hidrologis
  - Antar-waktu rata-rata antar terjadinya peristiwa (hidrologis) dengan besaran tertentu yang disamai atau dilampaui.
    - Contoh: debit 25-tahunan adalah debit yang disamai atau dilampaui rata-rata sekali dalam 25 tahun **selama kurun waktu yang cukup (sangat) panjang.**



# Kala Ulang

- Kala ulang ( $T$ ) dan probabilitas suatu peristiwa terlampaui ( $p$ )
  - Jika suatu peristiwa, yang memiliki besaran tertentu, terlampaui terjadi rata-rata sekali dalam kurun waktu 25 tahun, maka probabilitas peristiwa tersebut terjadi dalam satu tahun adalah  $1/25 = 0,04$  atau 4%.

$$T = \frac{1}{p}$$

Terima kasih