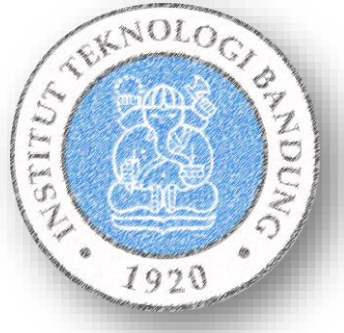
Visualisasi Data (tool: Python)

Tim Penyusun Materi Pengenalan Teknologi Informasi
Institut Teknologi Bandung

Objektif



- Mahasiswa memahami latar belakang dan pentingnya visualisasi data
- Mahasiswa memahami prinsip-prinsip dasar visualisasi data, dan mampu mengembangkan visualisasi data yang tepat
- Mahasiswa dapat menggunakan grafik yang disediakan Python library untuk keperluan visualisasi data

Pentingya *Insight*

Richard Hamming (1962):
"The purpose of computing is **insight** not numbers"

Insight: wawanan/pengertian/pengetahuan yang mendalam

Chris North:
Data-transfer via Vision vs Ears = 100MB/s : (<100b/s)

Statistik tidak cukup?

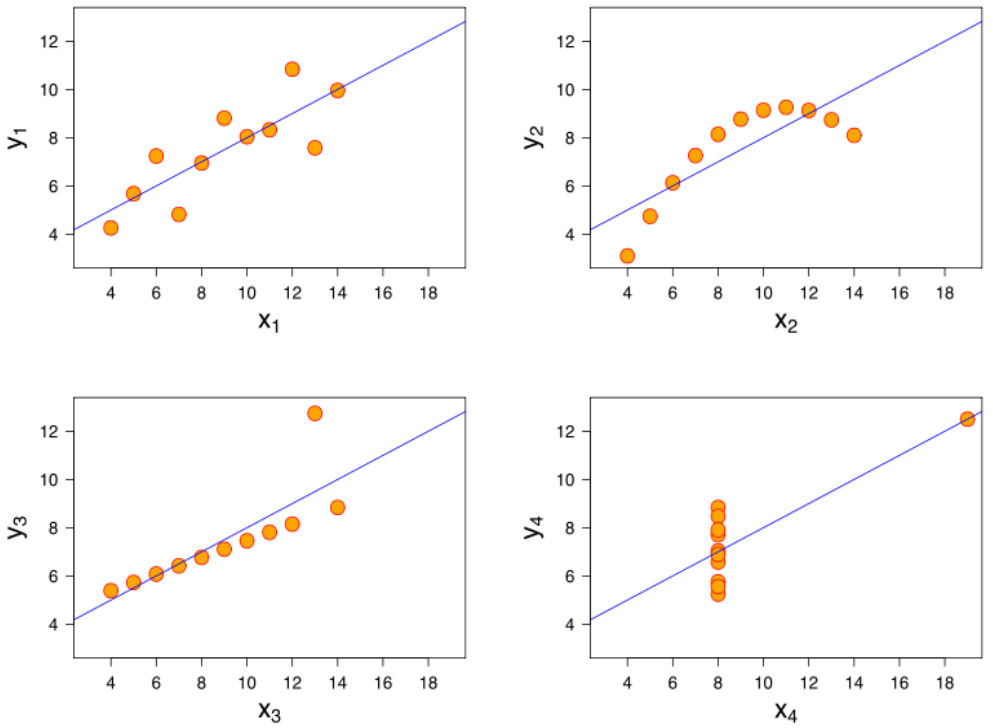
Anscombe's Quartet: Raw Data

	1		2		3		4	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
	10.0	8.04	10.0	9.14	10.0	7.46	8.0	6.58
	8.0	6.95	8.0	8.14	8.0	6.77	8.0	5.76
	13.0	7.58	13.0	8.74	13.0	12.74	8.0	7.71
	9.0	8.81	9.0	8.77	9.0	7.11	8.0	8.84
	11.0	8.33	11.0	9.26	11.0	7.81	8.0	8.47
	14.0	9.96	14.0	8.10	14.0	8.84	8.0	7.04
	6.0	7.24	6.0	6.13	6.0	6.08	8.0	5.25
	4.0	4.26	4.0	3.10	4.0	5.39	19.0	12.50
	12.0	10.84	12.0	9.13	12.0	8.15	8.0	5.56
	7.0	4.82	7.0	7.26	7.0	6.42	8.0	7.91
	5.0	5.68	5.0	4.74	5.0	5.73	8.0	6.89
Mean	9.0	7.5	9.0	7.5	9.0	7.5	9.0	7.5
Variance	10.0	3.75	10.0	3.75	10.0	3.75	10.0	3.75
Correlation	0.816		0.816		0.816		0.816	

Statistik tidak cukup? Visualisasi perlu?

- *Summary statistics* mungkin kehilangan *trend* penting
- Visualisasi data memudahkan data anlaysis
- Visualisasi data dapat menampilkan kerumitan data menjadi sederhana dan menampilkan berbagai sudut pandang dari data

Anscombe's Quartet



http://en.wikipedia.org/wiki/Anscombe%27s_quartet

(c) Angela Zoss (angela.zoss@duke.edu)

Kelebihan Visualisasi Data

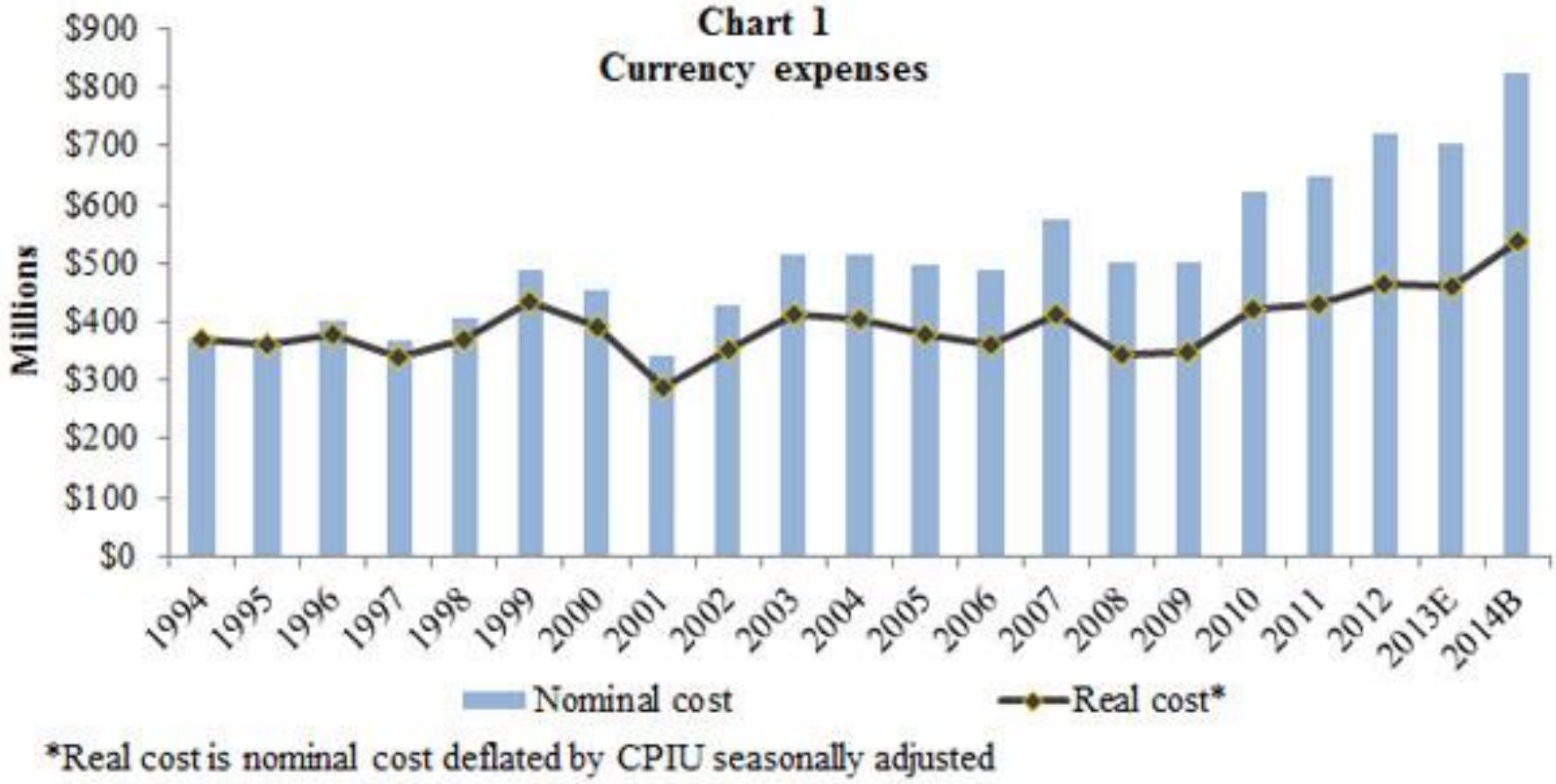
- Memberikan pengertian komprehensif atas data yang banyak
- Memungkinkan persepsi secara cepat terhadap property atau karakteristik penting dari data.
- Dapat memperlihatkan secara cepat persoalan yang aa pada data, misalnya ada nilai data yang tidak masuk akal, outlier, dll
- Memfasilitasi pemahaman terhadap fitur data, baik secara *large-scale* maupun *small-scale*

Beberapa Definisi

- Visualisasi Data :
  - *an umbrella term*, mengkonversi sumber data ke dalam sebuah representasi visual
- Visualisasi Saintifik:
  - Visualisasi data saintifik yang berhubungan erat dengan **objek dunia-nyata** yang memiliki property **spasial**
  - Contoh: visualisasi data gempa, visualisasi arah angin
- Visualisasi Information
  - Visualisasi dalam bentuk bagan (chart), grafik, metafora spasial/visual yang digunakan untuk merepresentasikan dataset yang tidak memiliki komponen spasial.
  - Contoh: visualisasi harga saham, visualisasi perbandingan jumlah mahasiswa ITB

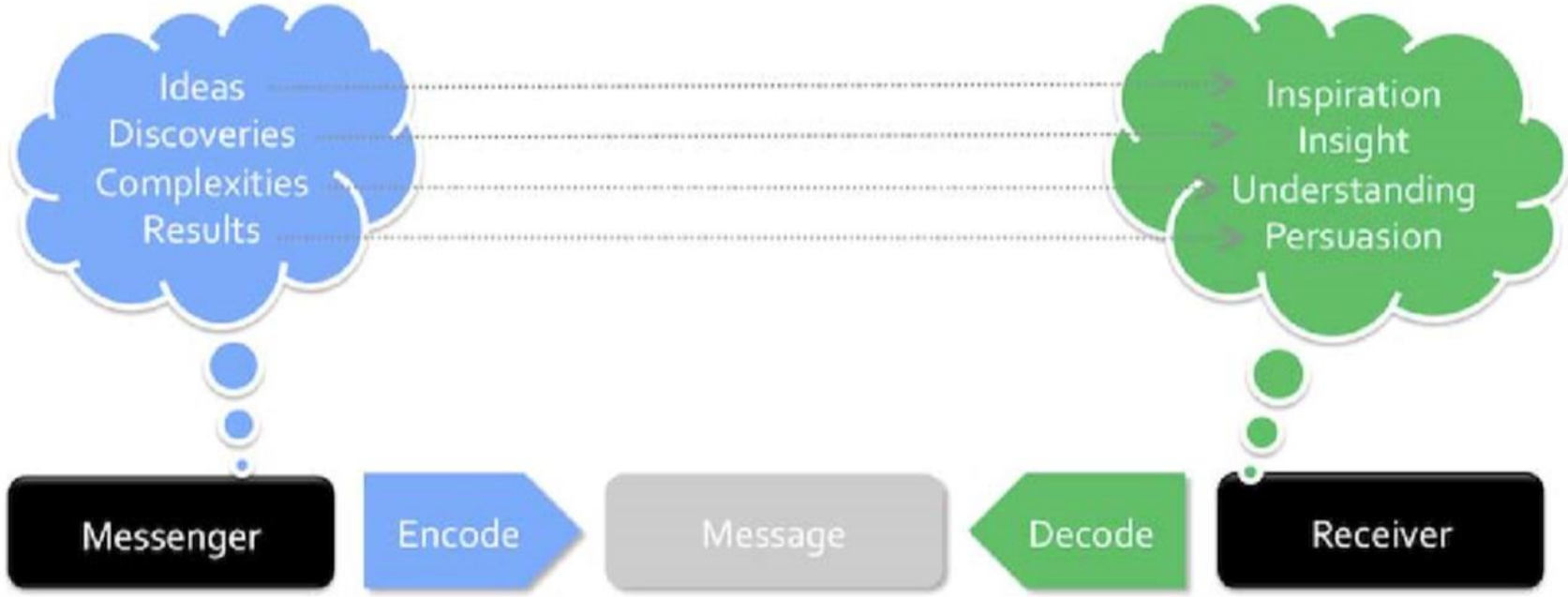
Contoh Visualisasi Saintifik

Contoh Visualisasi Informasi



Sumber: https://www.federalreserve.gov/foia/2014currency.htm

Data Visualization



Data Visualization:
the **representaton** and **presentation** of data
that exploits our **visual perception abilities**
in order to **amplify cognition**

(c) Andy Kirk, 2012

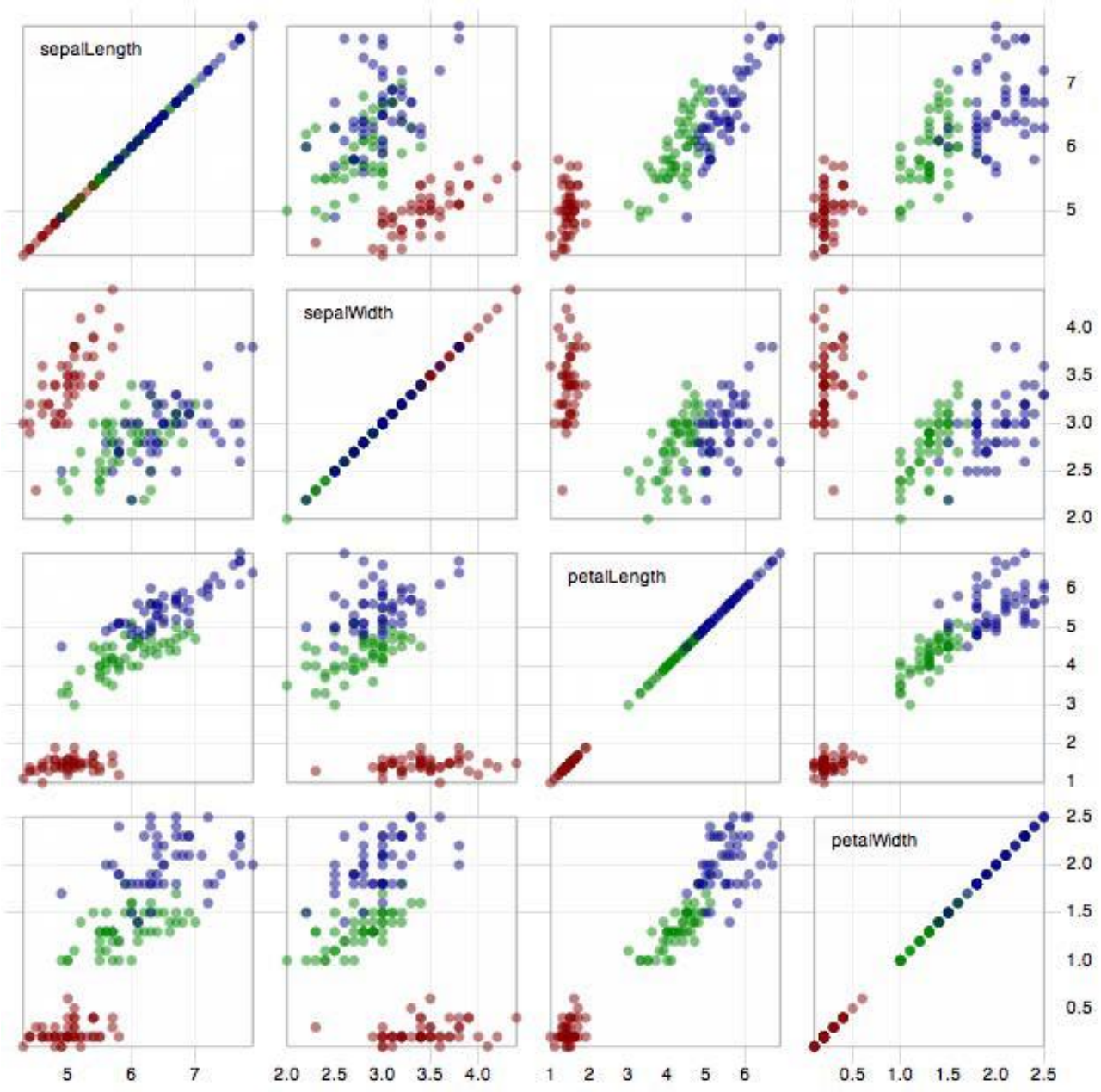
Tujuan Visualisasi:

- Visualisasi untuk analisis (a.k.a. "visual analytics")
  - Eksploitasi kekuatan persepsi visual untuk mengekplor atau menganalisis hubugan antar data
  - Biasanya ditampilkan dalam berbagai bentuk atau sudut pandang visualisasi untuk menemukan hubungan yang diinginkan

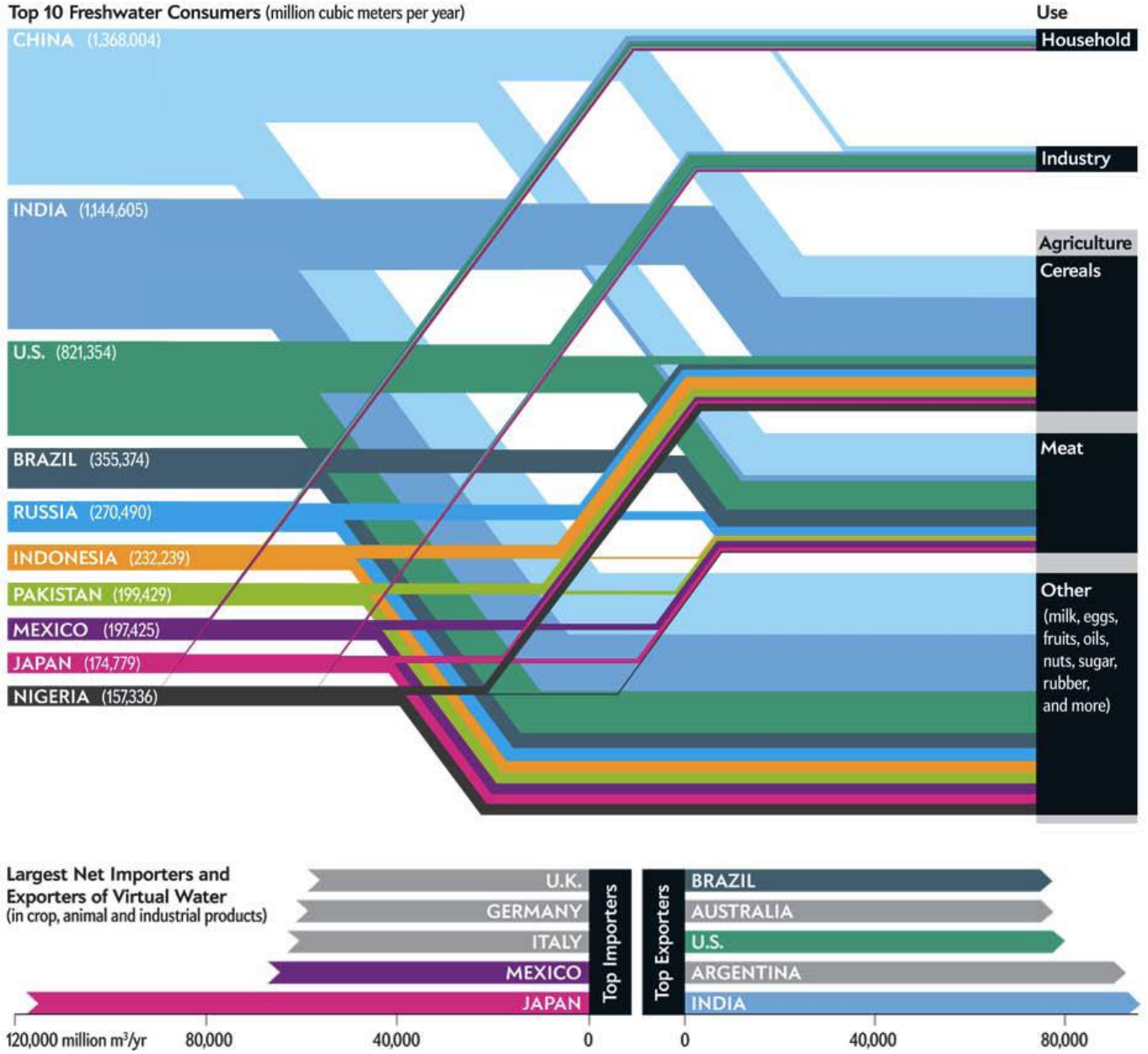
- Visualisasi untuk komunikasi
  - Memilih view tertentu dari data untuk di-share
  - Biasanya dilakukan dengan konstruksi visualisasi dengan tujuan menjelaskan kepada audiens

(c) Angela Zoss (angela.zoss@duke.edu)

Visualisasi untuk Tujuan Analisis (Exploratory)

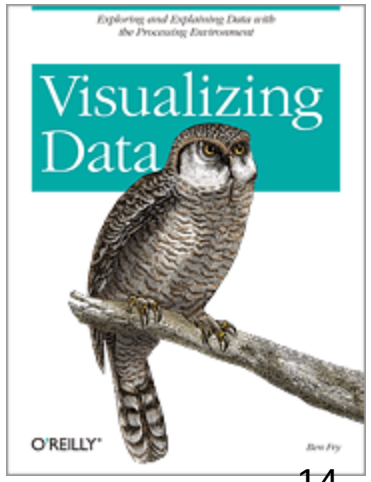


Visualisasi untuk Tujuan Komunikasi (Explanatory)



Tahapan Visualisasi Data

1. ***Acquire***: Obtain **the** data...
2. ***Parse***: Provide some structure for the data's **meaning**, and order it into categories.
3. ***Filter***: Remove all but the data of **interest**.
4. ***Mine***: **Apply** methods from statistics or data mining as a way to discern patterns or place the data in mathematical context.
5. ***Represent***: **Choose** a basic visual model, such as a bar graph, list, or tree.
6. ***Refine***: Improve the basic representation to make it **clearer** and more visually engaging.
7. ***Interact***: Add methods for **manipulating** the data or controlling what features are visible.



Note: stages are often iterative and may have a flexible order or even be omitted in some projects.

Fry, B. (2008). *Visualizing data*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc.

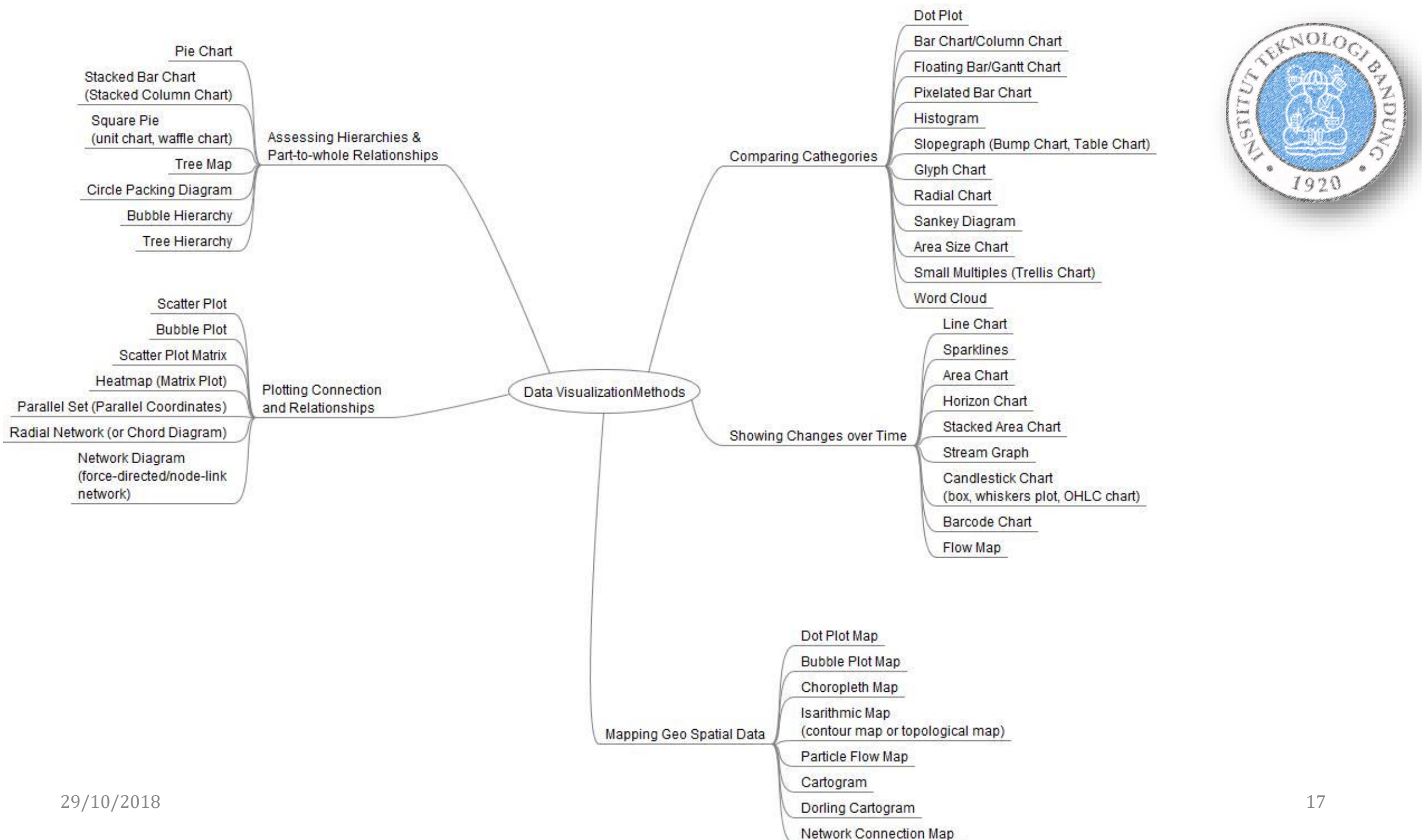
(c) Angela Zoss (angela.zoss@duke.edu)

Tipe Data

- Categorical-Nominal
  - Nama negara, warna kulit, nama program studi, dll
- Categorical-Ordinal
  - Likert scale (“sangat setuju” s.d. “sangat tidak setuju”)
  - Indeks nilai A, B, C, D, E
- Categorical-Binary
  - Jenis kelamin, status mahasiswa (aktif, tidak aktif), dll
- Quantitative-Discrete
  - Banyaknya anak, banyaknya mahasiswa, banyaknya sks lulus
- Quantitative-Continues
  - Usia, berat badan, tinggi, suhu

Klasifikasi Visualisasi Data

- Perbandingan Kategori (*Comparing Categories*)
- Penampilan Perubahan Terhadap Waktu (*Showing over Times*)
- Penampilan Hirarki dan Hubungan Keseluruhan-Bagian (*Whole-part relationship*)
- *Plotting relationships*
- Pemetaan Data Geospatial (tidak dibahas di kuliah ini)

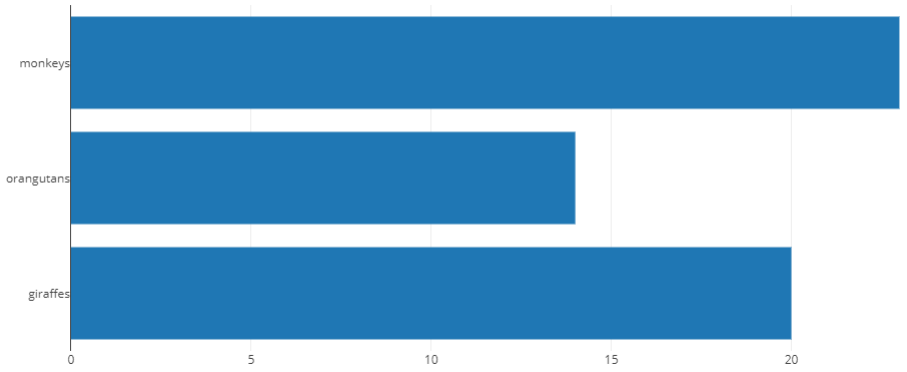

Data VisualizationMethods
Assessing Hierarchies & Part-to-whole Relationships
Pie Chart
Stacked Bar Chart (Stacked Column Chart)
Square Pie (unit chart, waffle chart)
Tree Map
Circle Packing Diagram
Bubble Hierarchy
Tree Hierarchy
Plotting Connection and Relationships
Scatter Plot
Bubble Plot
Scatter Plot Matrix
Heatmap (Matrix Plot)
Parallel Set (Parallel Coordinates)
Radial Network (or Chord Diagram)
Network Diagram (force-directed/node-link network)
Comparing Cathegories
Dot Plot
Bar Chart/Column Chart
Floating Bar/Gantt Chart
Pixelated Bar Chart
Histogram
Slopegraph (Bump Chart, Table Chart)
Glyph Chart
Radial Chart
Sankey Diagram
Area Size Chart
Small Multiples (Trellis Chart)
Word Cloud
Showing Changes over Time
Line Chart
Sparklines
Area Chart
Horizon Chart
Stacked Area Chart
Stream Graph
Candlestick Chart (box, whiskers plot, OHLC chart)
Barcode Chart
Flow Map
Mapping Geo Spatial Data
Dot Plot Map
Bubble Plot Map
Choropleth Map
Isarithmic Map (contour map or topological map)
Particle Flow Map
Cartogram
Dorling Cartogram
Network Connection Map

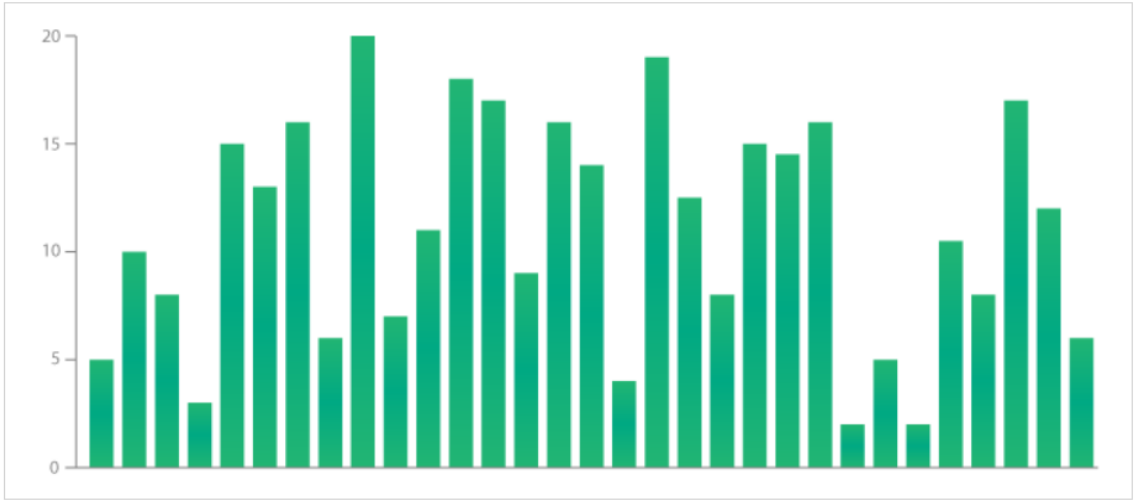
Comparing Categories

- Membandingkan nilai-nilai dari suatu variabel bersifat kategorikal
  - Contoh: membandingkan jumlah mahasiswa untuk beberapa prodi, pendapatan per kapita negara-negara di dunia,
- Grafik yang dapat digunakan:
  - [Vertical/Horizontal] bar chart/column chart
  - Histogram
  - Radial chart
  - Dot plot
  - Dll.

Comparing categories: Bar chart

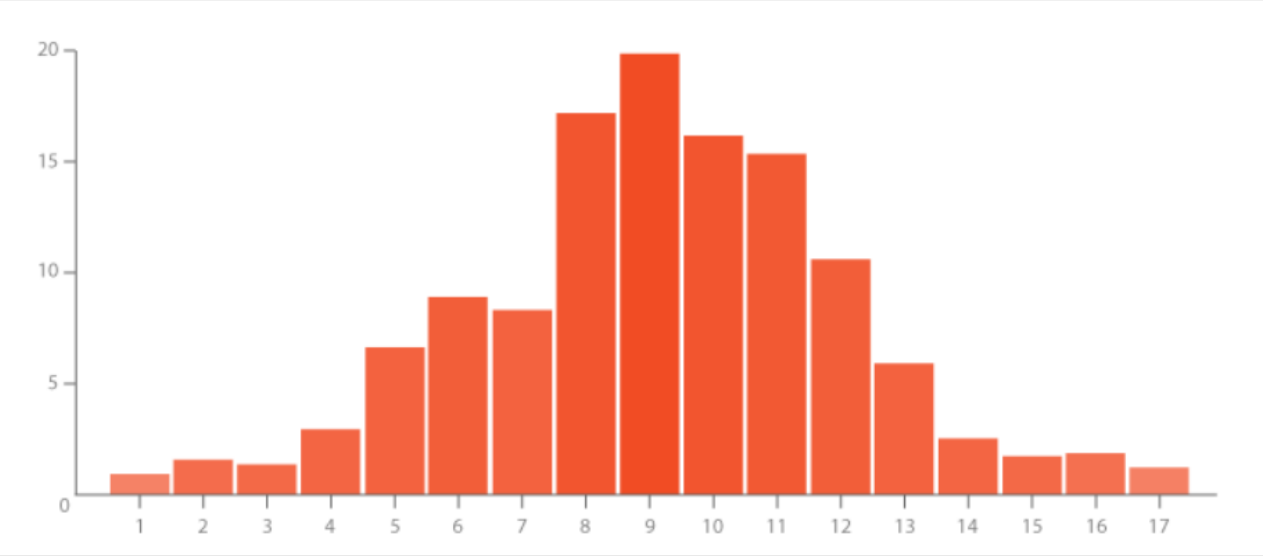
- **Bar chart/grafik garis**: Menggunakan batang vertikal atau horizontal untuk menunjukkan **perbandingan** nilai-nilai numerik pada kategori-kategori tertentu





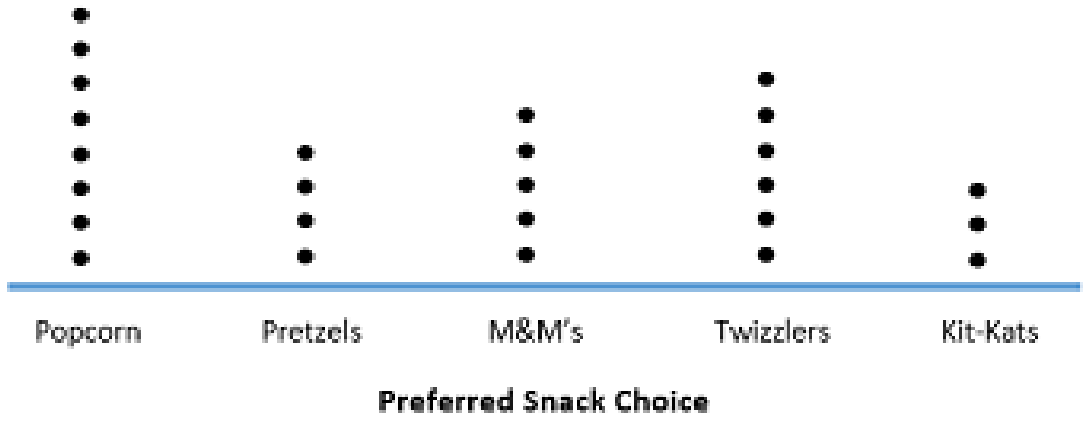
Comparing categories: Histogram chart

- **Histogram**: Memvisualisasikan distribusi data untuk interval-interval nilai atau periode waktu. Setiap batang pada histogram merepresentasikan frekuensi data untuk tiap interval.



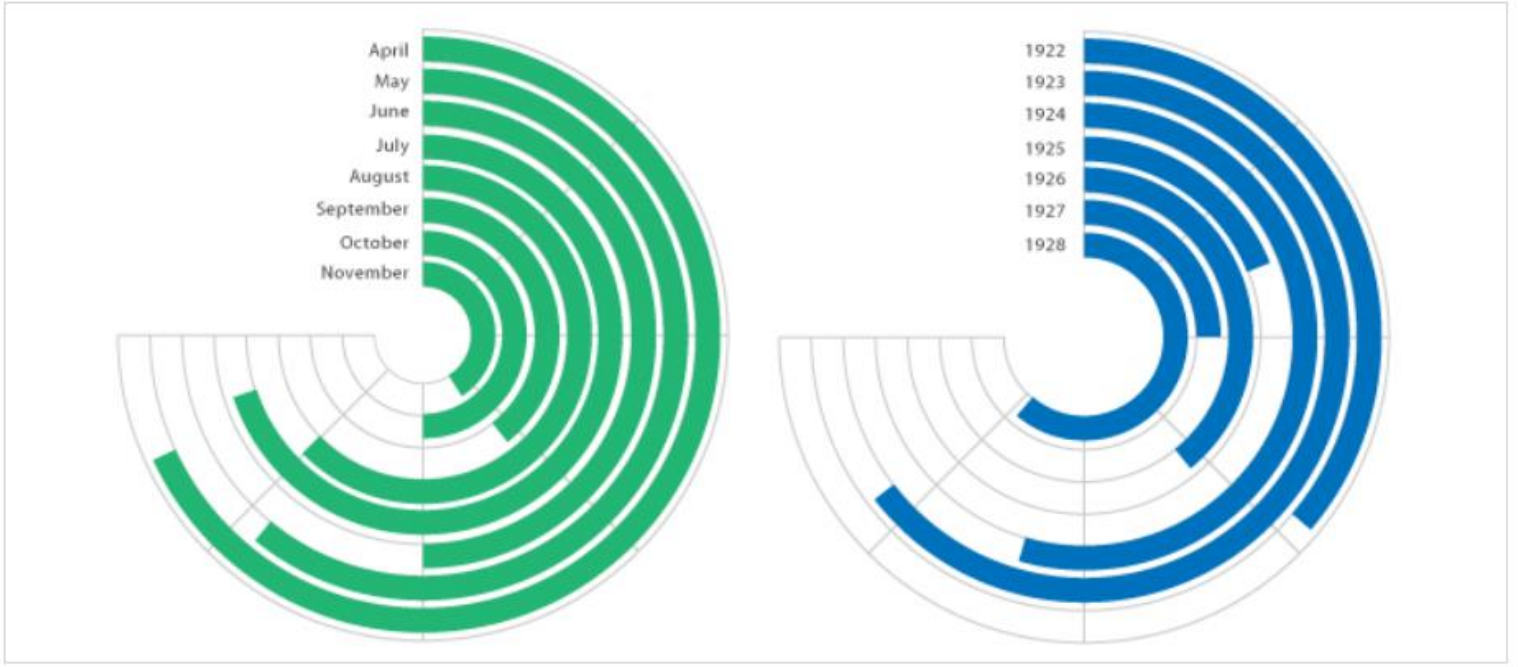
Comparing categories: Dot plot

- **Dot chart/dot plot** : adalah chart di mana titik-titik data di-plot-kan ke atas skala sederhana,
- Dot plot merupakan alternative dari bar chart untuk merepresentasikan nilai-nilai kuantitatif berasosiasi dengan variable kategorikal

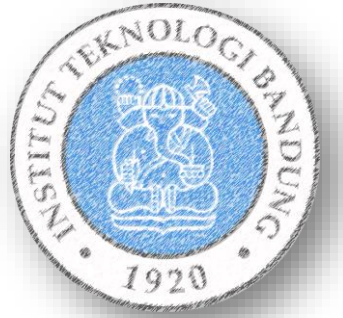


Comparing categories: Radial [bar] chart

- Radial [bar] chart: bar chart yang diplot di atas sistem koordinat polar
  - Problem: panjang batang dapat salah diinterpretasi



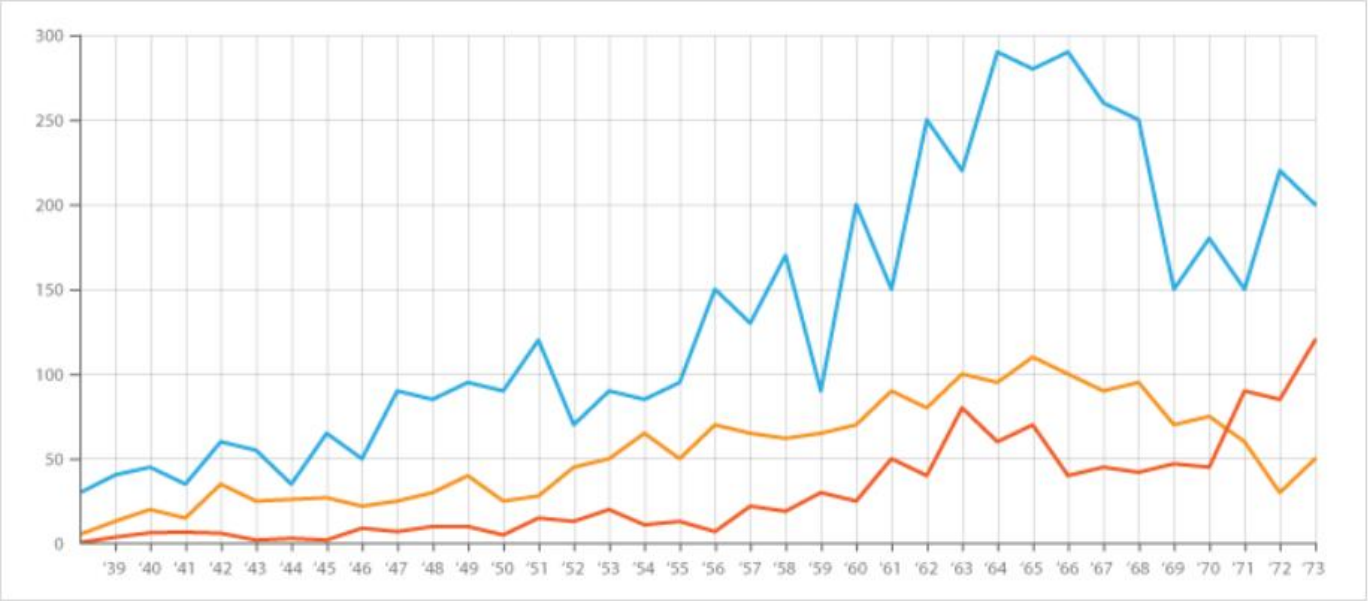
Penampilan Perubahan Terhadap Waktu (*Showing over Times*)



- Visualisasi menampilkan data dalam suatu periode waktu untuk menemukan trend atau perubahan terkait waktu
- Grafik/chart yang dapat digunakan:
  - Line chart
  - Area chart + stacked area chart
  - Histogram
  - Dll.

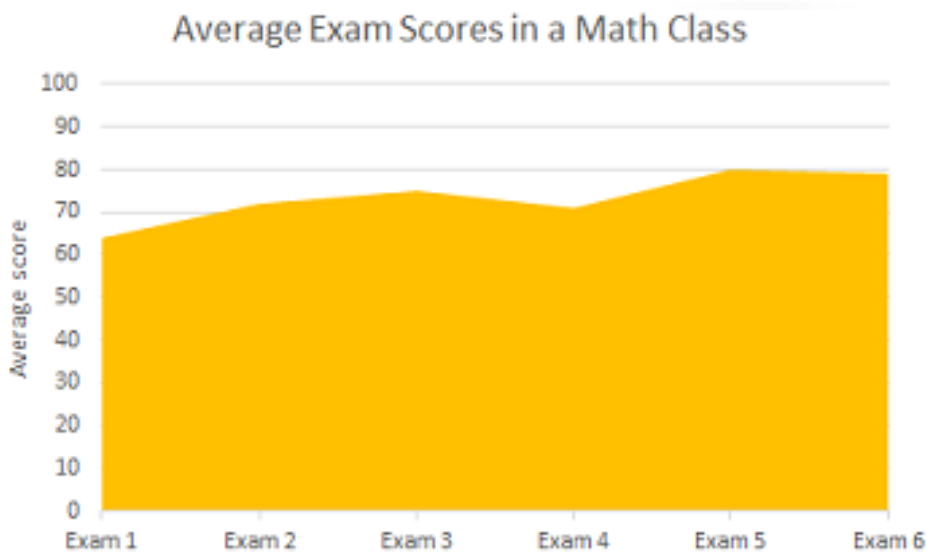
Showing over times: Line chart

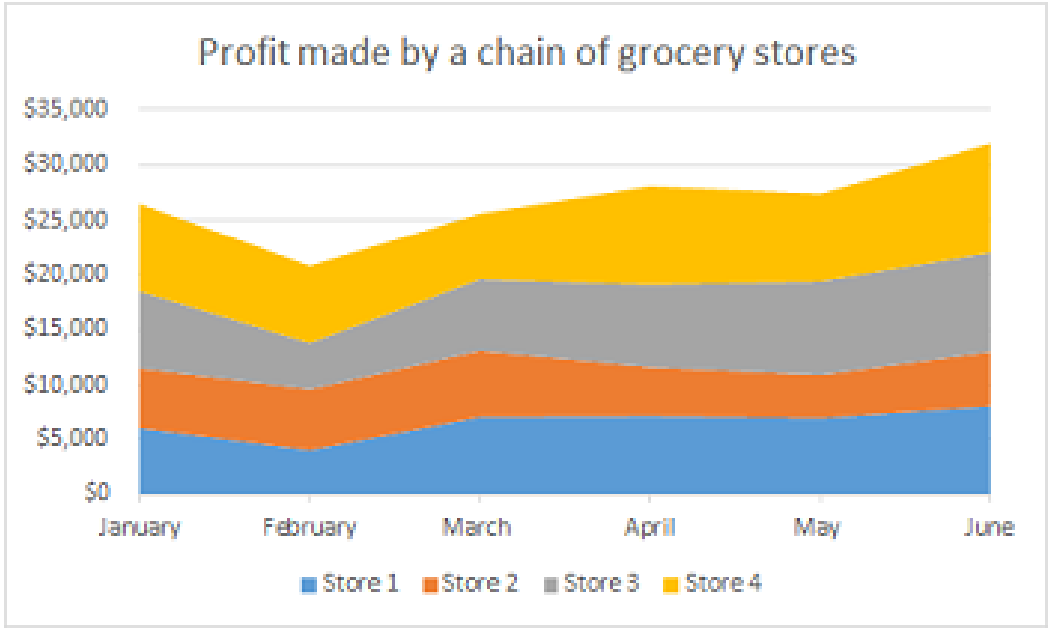
- **Line chart**: menggunakan garis yang menghubungkan titik-titik data untuk menunjukkan perubahan terkait waktu atau interval nilai tertentu



Showing over times:
Area Chart + Stacked Area Chart

- **Area chart** menggunakan wilayah di bawah garis (seperti pada line chart) untuk menyatakan data kuantitatif terkait waktu
- **Stacked Area Chart** terdiri atas beberapa area chart yang bertumpuk satu di atas yang lain yang menandakan kategori yang berbeda





Penampilan Hierarki dan Hubungan Keseluruhan-Bagian (*Whole-part relationship*)

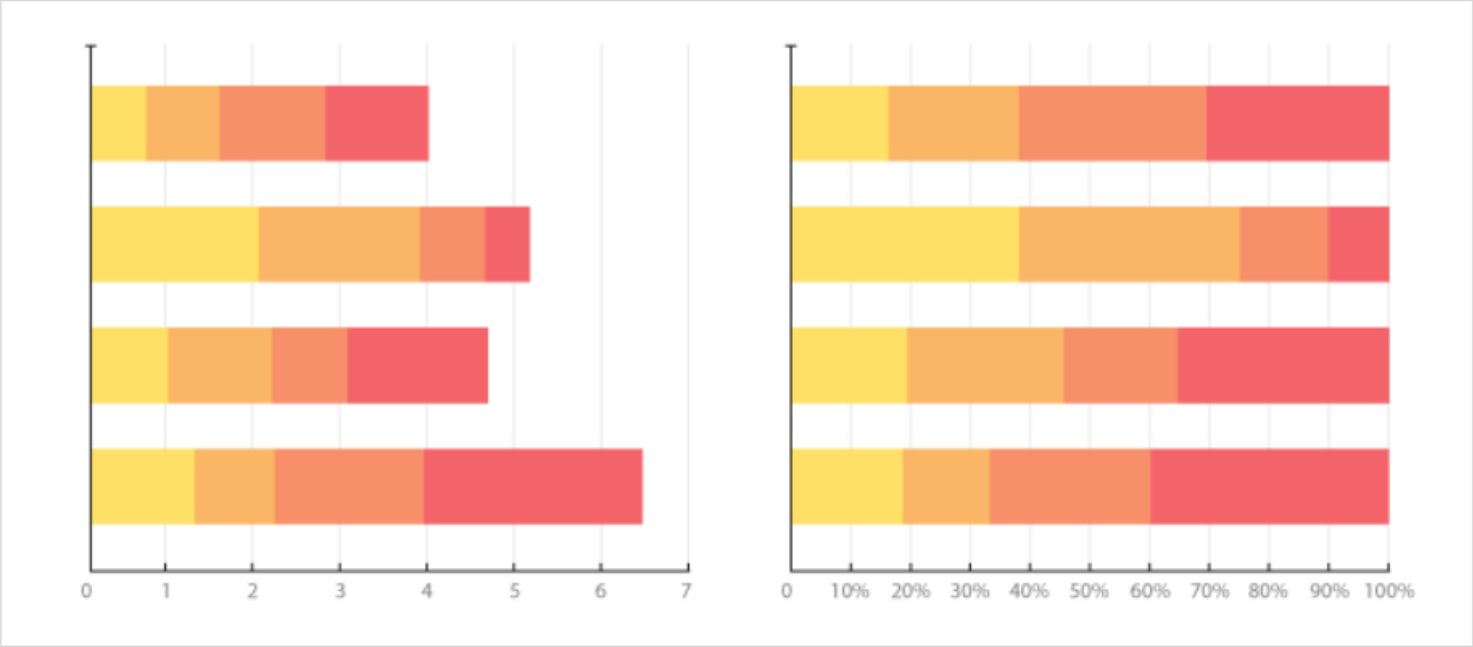
- **Hierarki**: Menampilkan bagaimana ranking atau urutan data atau objek dirangking
- ***Whole-part relationship***: menunjukkan proporsi bagian-bagian pada suatu variabel dari keseluruhannya
- Grafik yang dapat digunakan:
  - Pie chart
  - Stacked bar chart
  - Treemap
  - Dll.

Hierarchy + Whole Part Relationship: Pie Chart

- **Pie chart**: menunjukkan proporsi/persentase dari kategori-kategori dalam suatu variable

Hierarchy + Whole Part Relationship: Stacked Bar Chart

- **Stacked bar chart**: menampilkan bagian-bagian dari total nilai untuk suatu kategori dalam satu bar/batang



Hierarchy + Whole Part Relationship: TreeMap

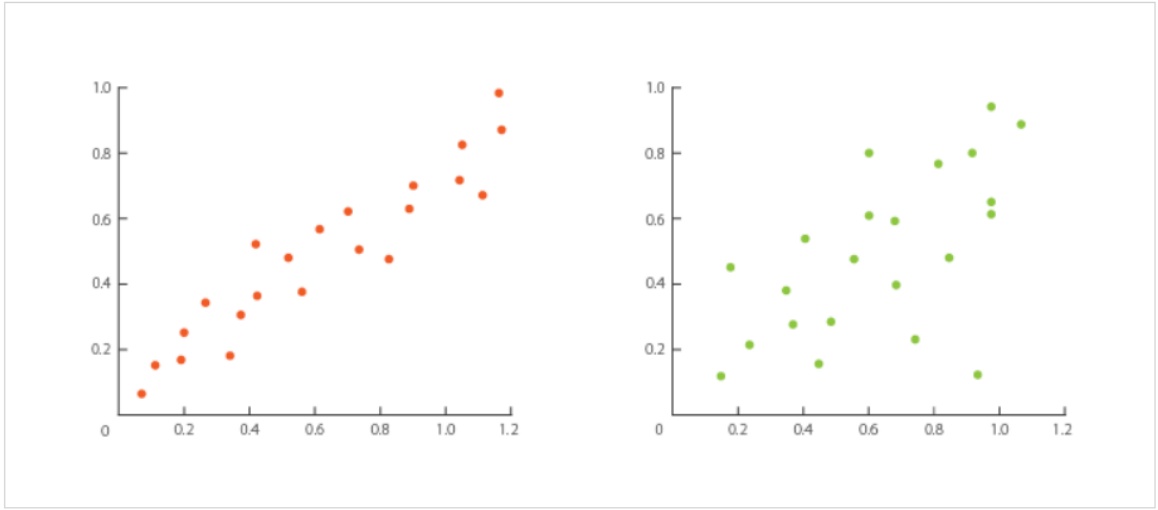
- **Treemap**: menunjukkan struktur hierarki dari nilai kuantitatif melalui ukuran area

Plotting relationships

- Menunjukkan hubungan-hubungan antar data atau korelasi antara 2 variable atau lebih
- Grafik yang dapat digunakan:
  - Scatter plot
  - Bubble plot
  - Heatmap
  - Dll.

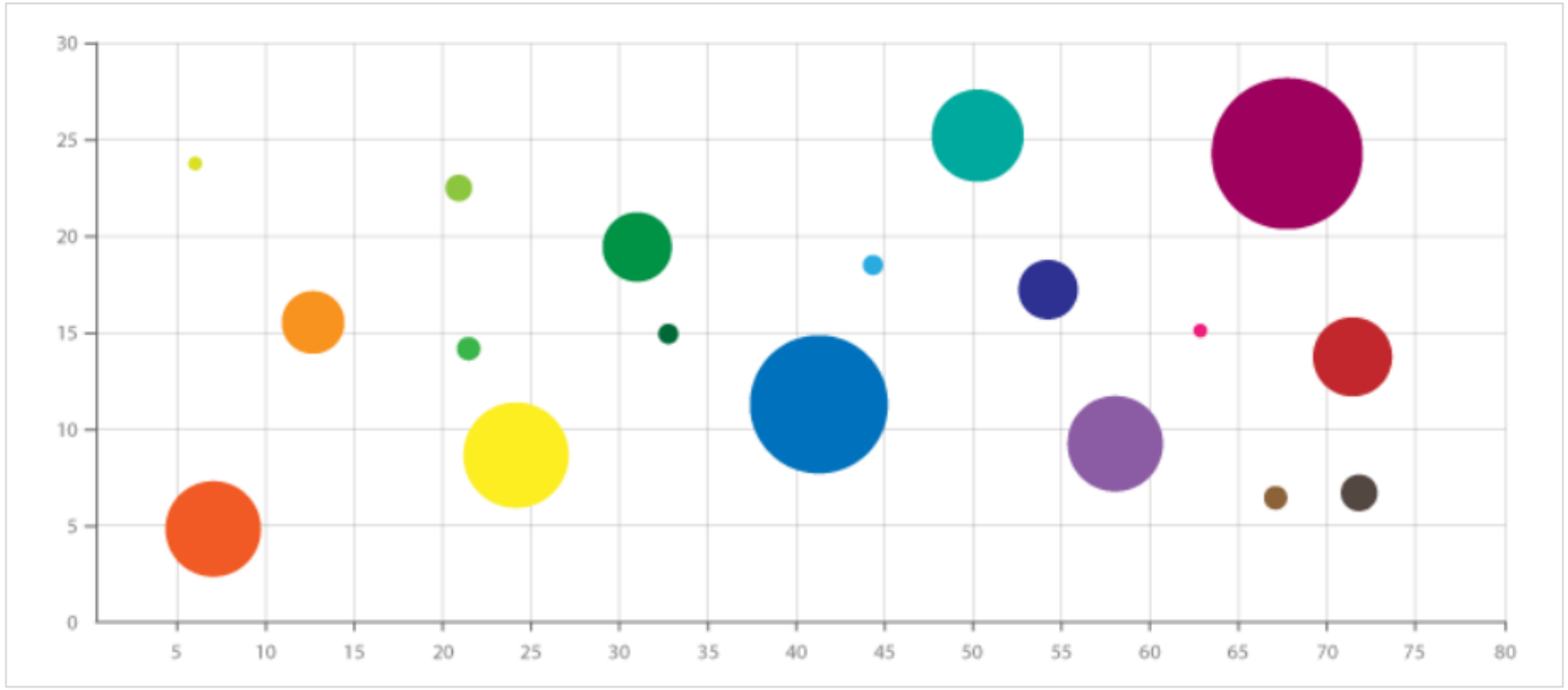
Plotting Relationship: Scatter Plot

- **Scatter plot** terdiri atas titik-titik nilai yang dipetakan di atas koordinat x dan y yang merepresentasikan nilai dari 2 variable
- Dapat digunakan untuk menunjukkan korelasi antara kedua variabel



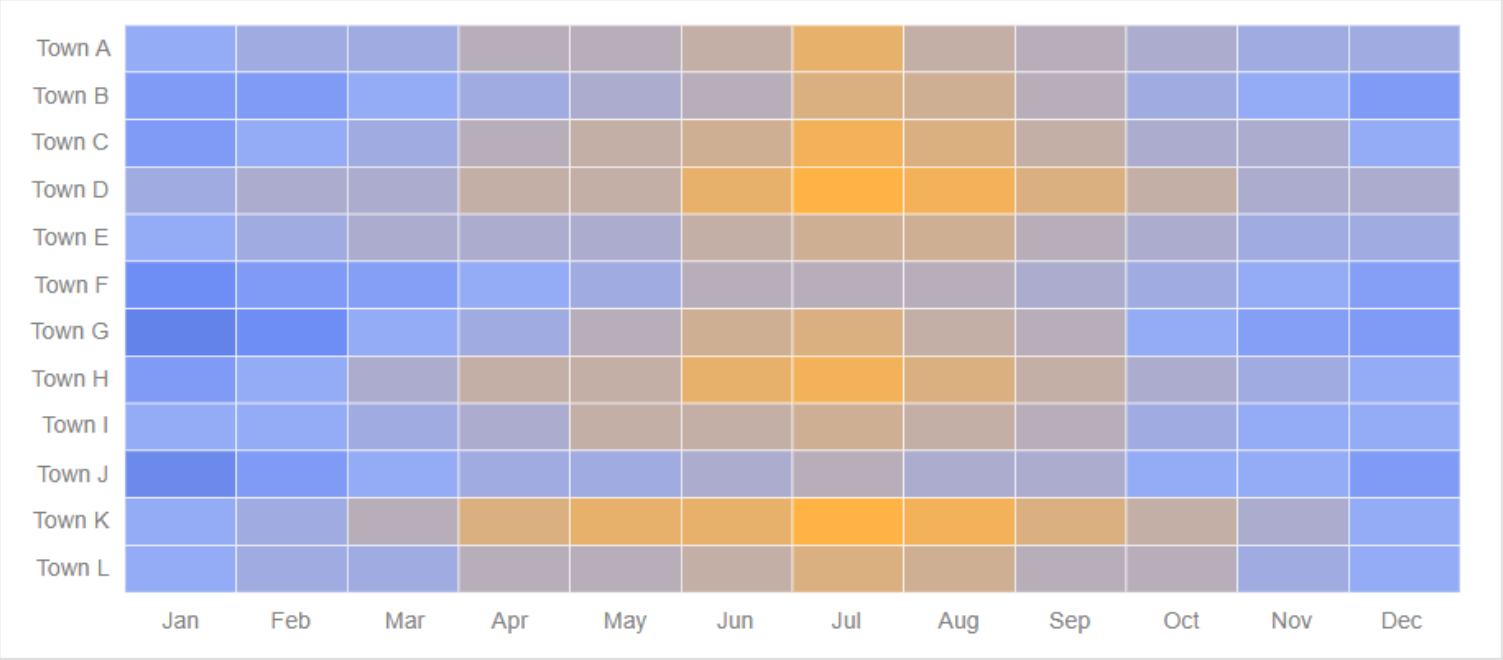
Plotting Relationship: Bubble plot

- **Bubble plot** adalah grafik multi-variable yang memplot nilai-nilai kuantitatif dalam bentuk lingkaran yang berbeda luasnya.



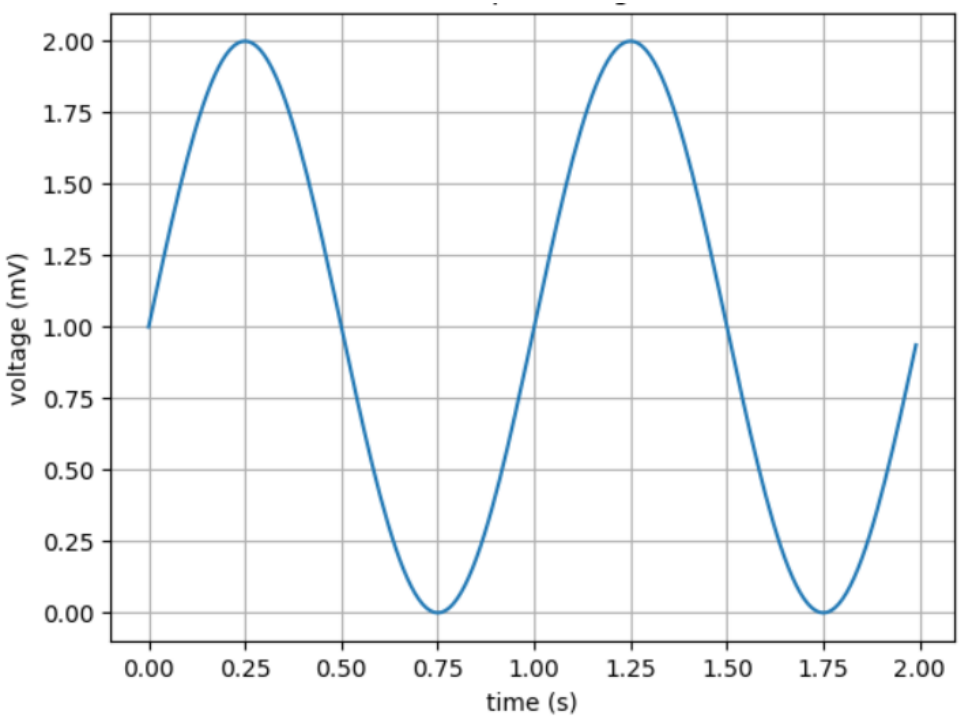
Plotting Relationship: Heatmap

- **Heatmap** digunakan untuk memvisualisasikan data melalui berbagai variasi warna. Dalam bentuk tabular, heatmap dapat digunakan untuk memetakan data dari 2 variable atau lebih.



Matplotlib

- **Matplotlib** adalah library di Python yang digunakan untuk plotting grafik 2 dimensi dalam berbagai format
  - **pyplot** adalah modul untuk plotting sederhana dengan interface yang mirip seperti MATLAB
- Dikembangkan oleh John Hunter (1968-2012) dan rekan-rekan, merupakan salah satu library yang banyak dimanfaatkan untuk visualisasi data saintifik



Contoh data-1

	name	age	gender	state	num_children	num_pets
0	john	23	M	CA	2	5
1	marry	78	F	DC	0	1
2	peter	22	M	CA	0	0
3	jeff	19	M	DC	3	5
4	bill	45	M	CA	2	2
5	lisa	33	F	TX	1	2
6	jose	20	M	TX	4	3

- data.csv

- Load pandas dan dataframe dari file data.csv

```
import pandas as pd
df = pd.read_csv("D:/data.csv")
```

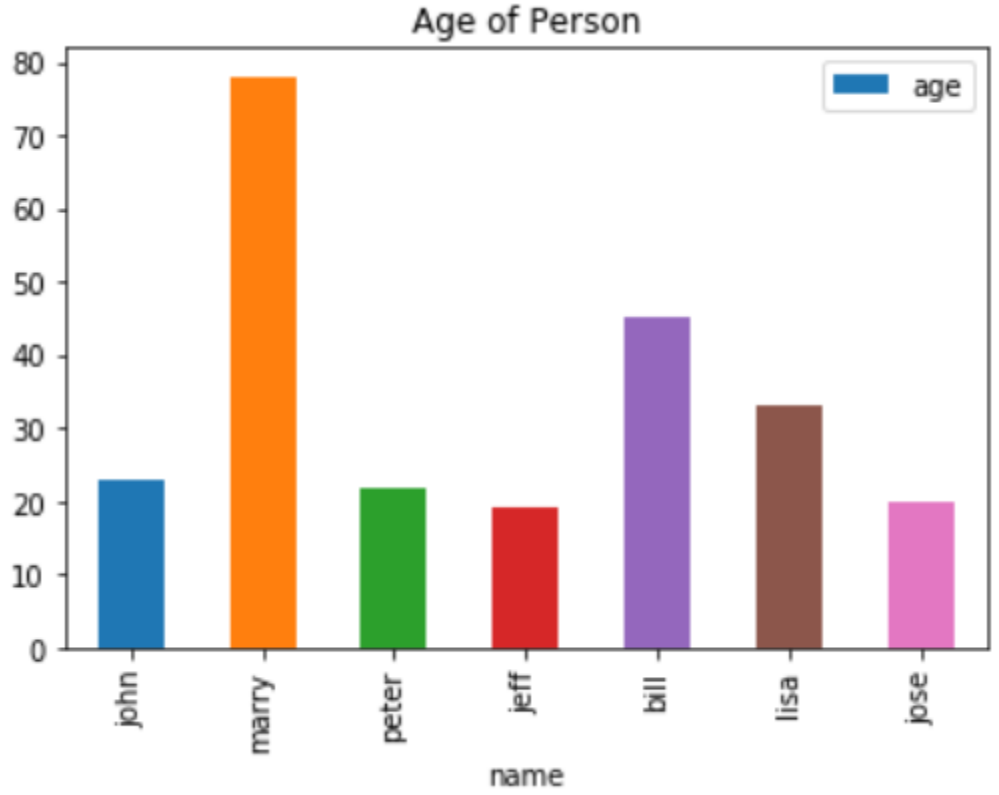
- Load library matplotlib.pyplot

```
import matplotlib.py as plt
```

Lebih lanjut fungsi plot pada dataframe: **https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/generated/pandas.DataFrame.plot.html**

Bar chart (1)

- Buat vertical bar chart untuk menampilkan umur dari setiap orang

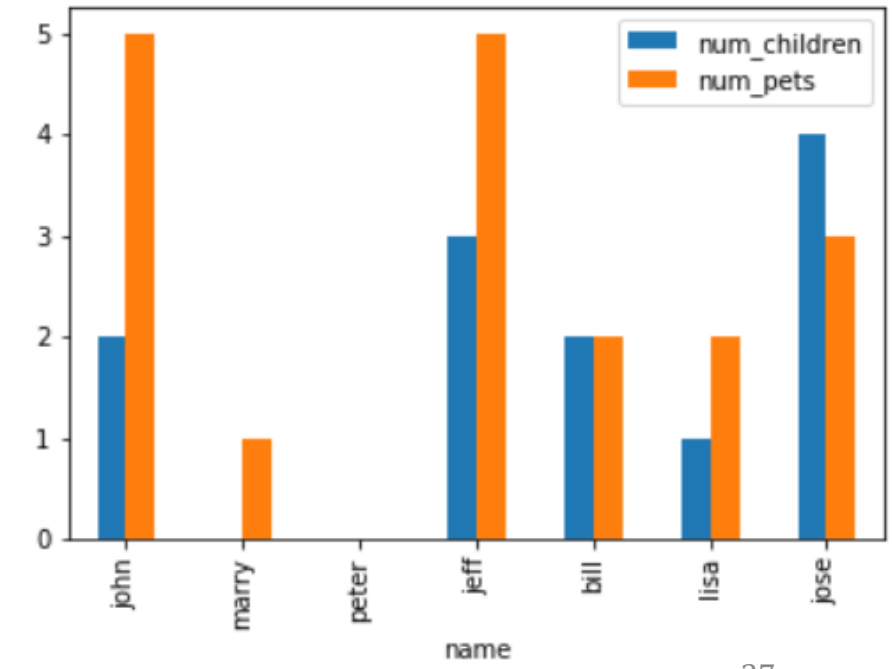



```
import pandas as pd
import matplotlib.py as plt

df = pd.read_csv("D:/data.csv")
df.plot(kind="bar",x="name",y="age",title="Age of Person")
plt.show()
```

Bar Chart (2)

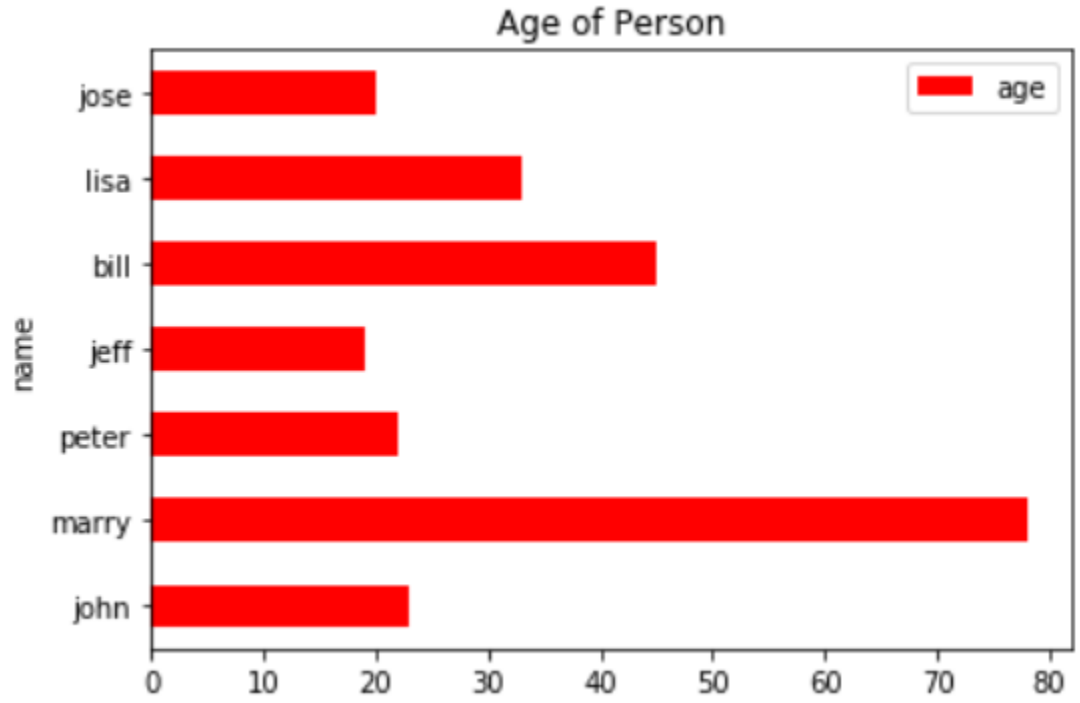
- Tampilkan banyaknya anak (num_children) dan banyaknya piaraan (num_pets) dalam 1 grafik vertical bar chart

```
df.plot(kind="bar",x="name",y=["num_children","num_pets"])
plt.show()
```



Horizontal Bar Chart

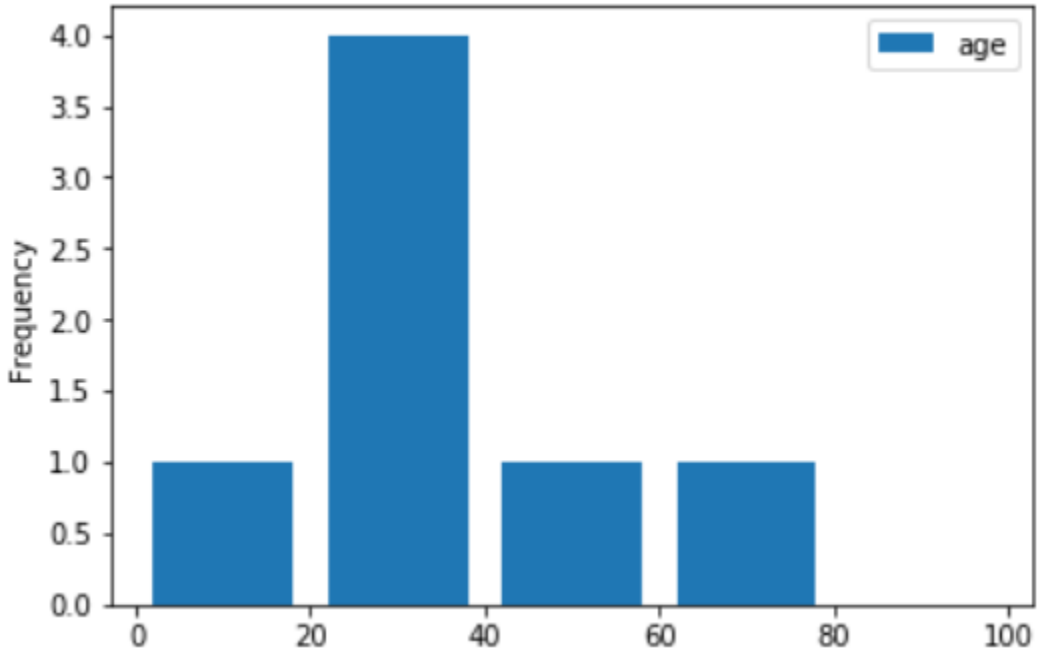
```
df.plot(kind="barh",x="name",y="age",title="Age of Person",
color="red")

plt.show()
```



Histogram

- Tampilkan distribusi orang berdasarkan kelompok umur: 0-20; 21-40; 41-60; 61-80; 81-100

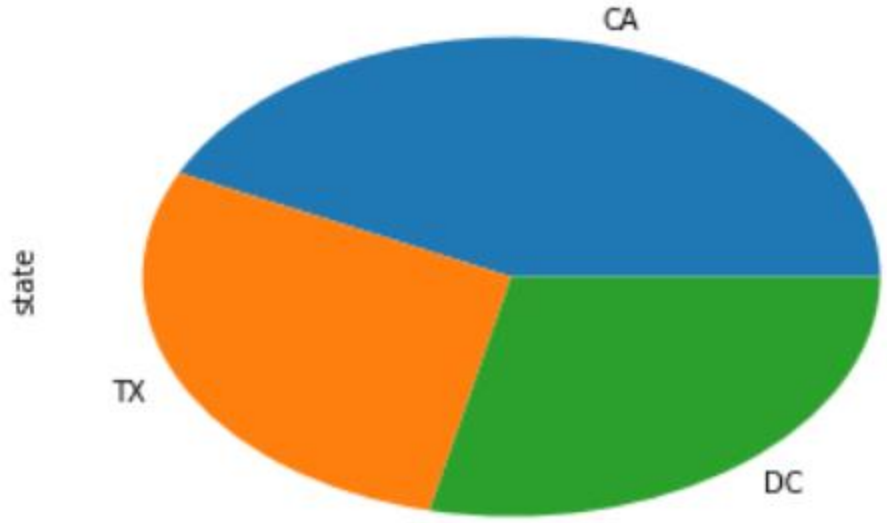
```
df[["age"]].plot(kind="hist",bins=[0,20,40,60,80,100],rwidth=0.8)
plt.show()
```



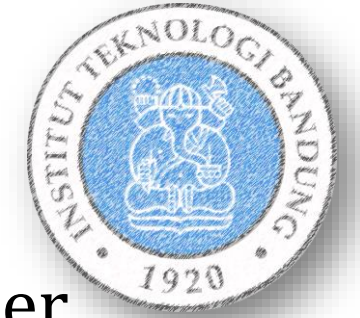
Pie Chart

- Tampilkan komposisi banyaknya orang berdasarkan negara
- Langkah:
  - Hitung distribusi frekuensi (lihat bahan kuliah sebelumnya)
  - Plot ke pie chart

```
df2 = df["state"].value_counts()
df2.plot(kind = "pie")
plt.show()
```



Stacked Bar Chart (1)



- Tampilkan data banyaknya data per jenis kelamin (gender) per negara bagian (state)
- Langkah:

1. Membuat **tabel pivot**: menggunakan perintah group by, kelompokkan data terlebih dahulu

   Misalnya: group by berdasarkan kolom gender, state, lalu count banyaknya data (misal berdasarkan kolom name)

```
df3 = df.groupby(["gender","state"])["name"].size().unstack()
df3
```

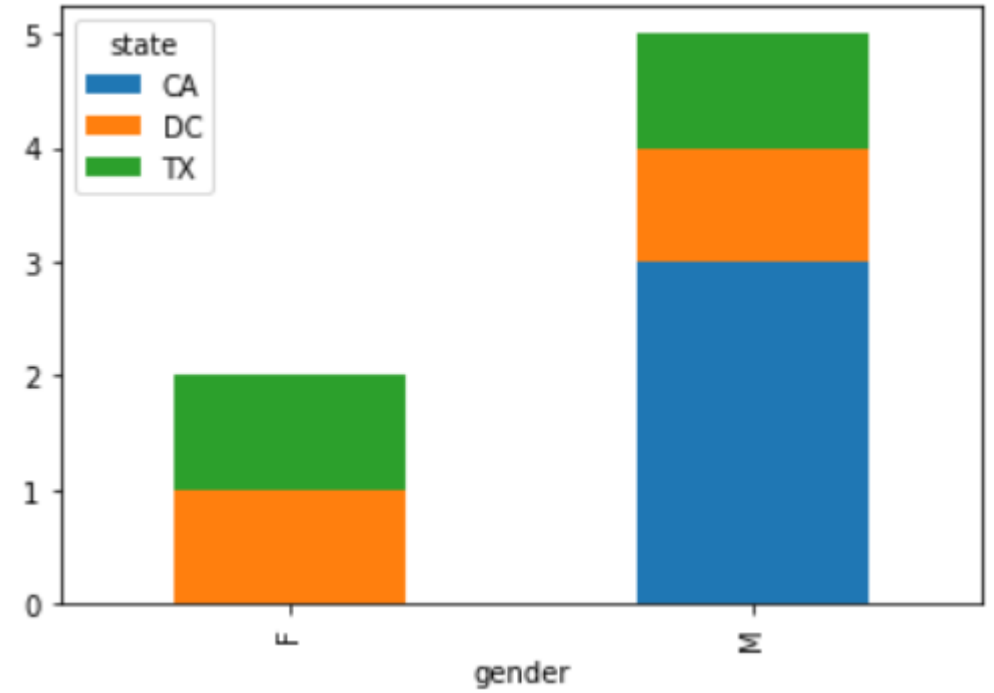
state	CA	DC	TX
gender			
F	NaN	1.0	1.0
M	3.0	1.0	1.0

Stacked Bar Chart (2)

- Langkah:

2. Plot df3 ke bar chart dan stacked = True

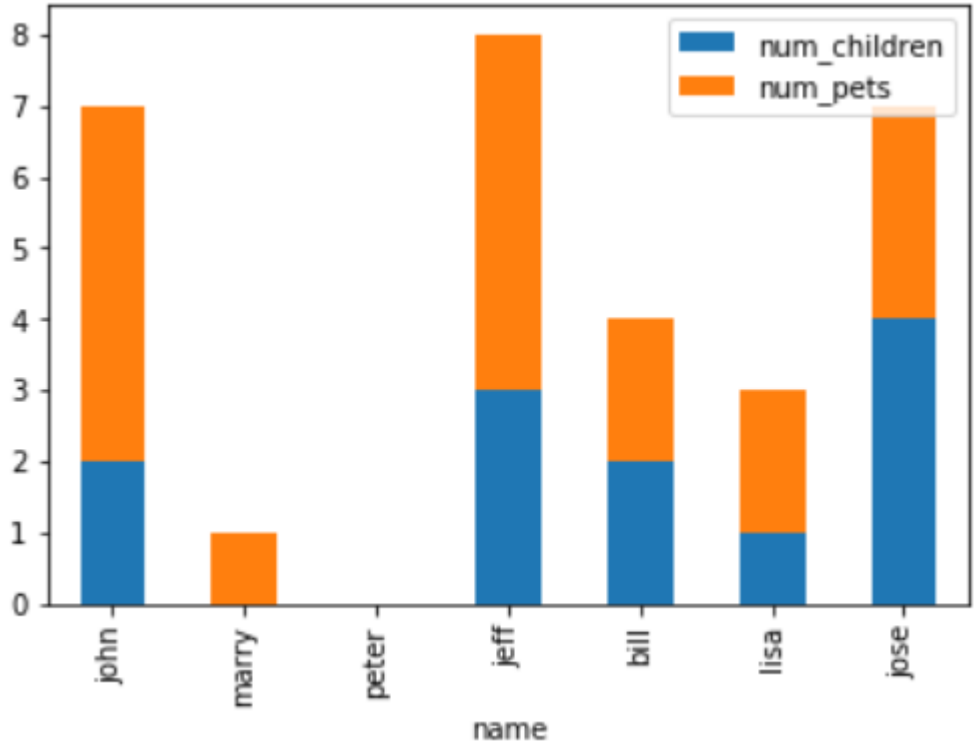
```
df3.plot(kind="bar",stacked=True)
plt.show()
```



Stacked Bar Chart (3)

- Tampilkan banyaknya anak (num_children) dan banyaknya piaraan (num_pets) dalam 1 grafik stacked bar chart

```
df.plot(kind = "bar", x = "name",
y=["num_children","num_pets"],
stacked = True)

plt.show()
```



Contoh Data-2: Time-series

- animal.csv
- Load data:

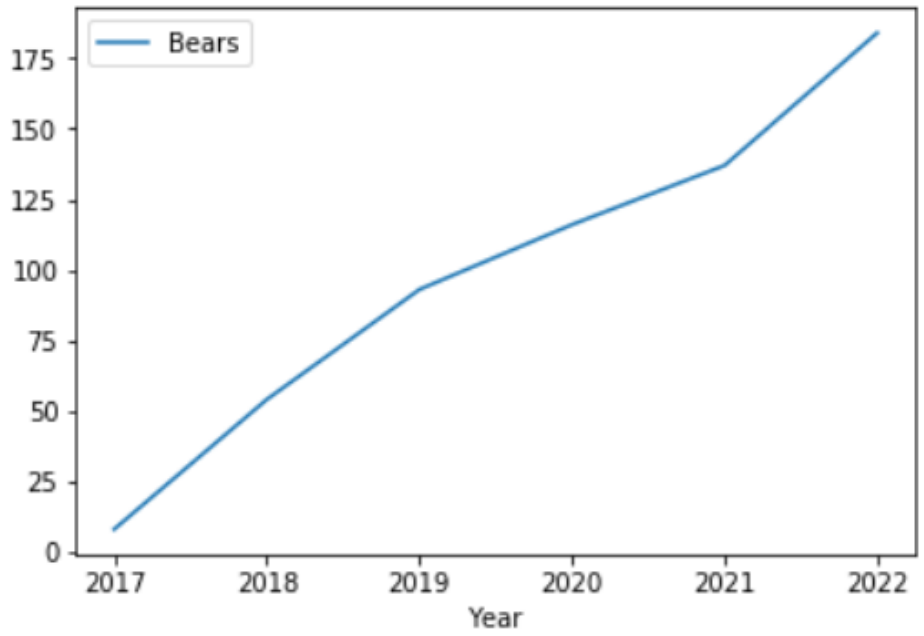
```
df1 = pd.read_csv("D:/animal.csv")
```

	Year	Bears	Dolphins	Whales
0	2017	8	150	80
1	2018	54	77	54
2	2019	93	32	100
3	2020	116	11	76
4	2021	137	6	93
5	2022	184	1	72

Line Chart (1)

- Tampilkan pertumbuhan populasi beruang (Bears) dari tahun ke tahun dalam line chart

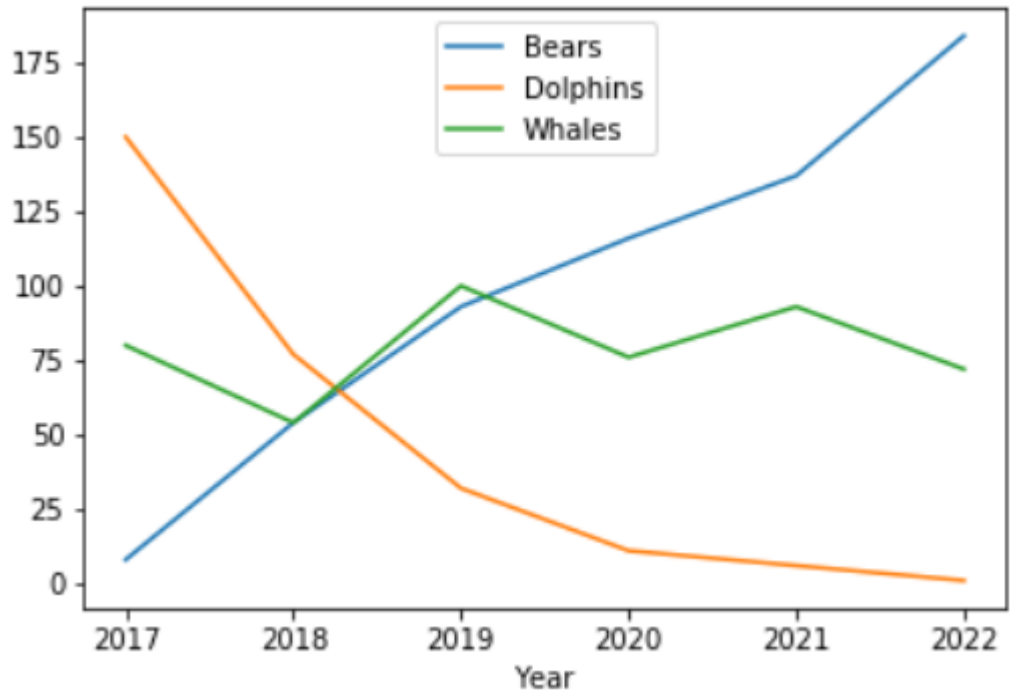
```
df1.plot(kind="line",x="Year",y="Bears")
plt.show()
```



Line Chart (2)

- Tampilkan pertumbuhan populasi beruang (Bears), lumba-lumba (Dolphins), dan ikan paus (Whales) dari tahun ke tahun dalam 1 line chart

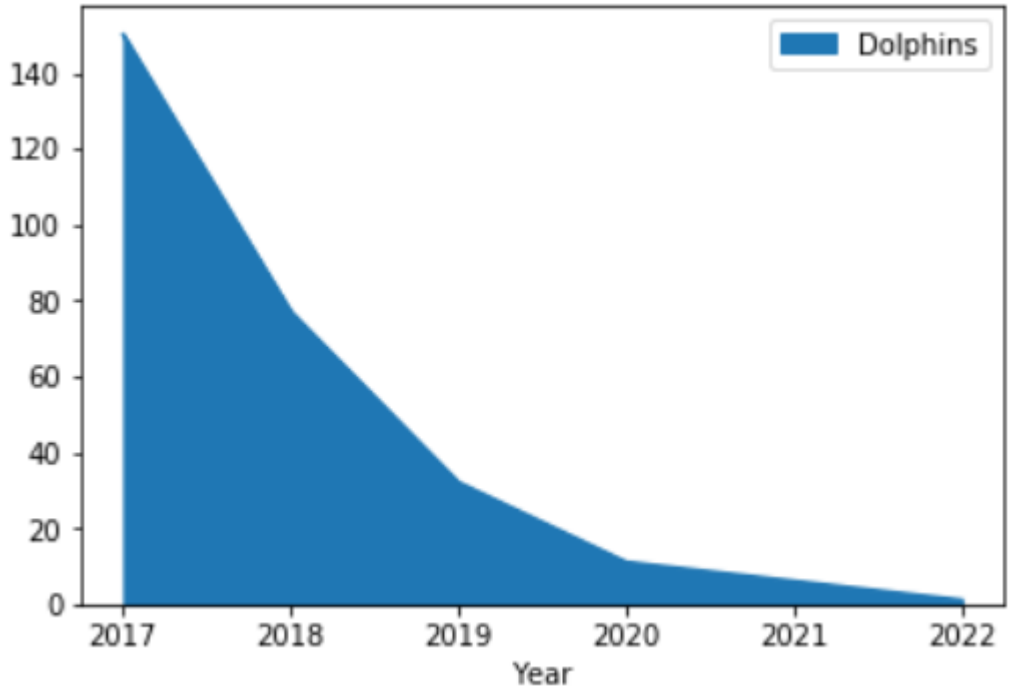
```
df1.plot(kind="line",x="Year",
y=["Bears","Dolphins","Whales"])
plt.show()
```



Area Chart

- Tampilkan pertumbuhan populasi lumba-lumba (Dolphins) dari tahun ke tahun dalam area chart

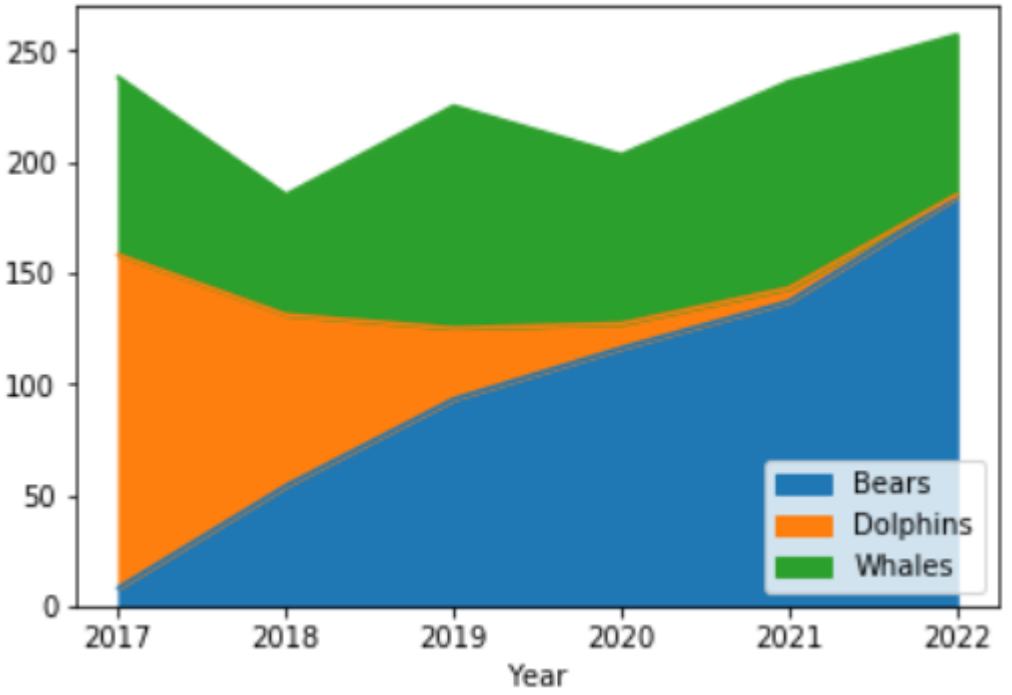
```
df1.plot(kind="area",x="Year",
y="Dolphins")

plt.show()
```



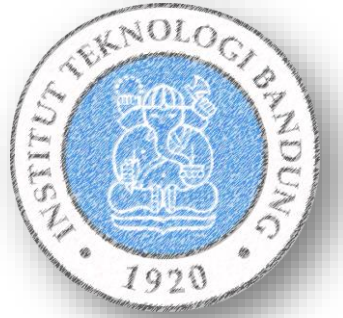
Stacked Area Chart

- Tampilkan pertumbuhan populasi beruang (Bears), lumba-lumba (Dolphins), dan ikan paus (Whales) dari tahun ke tahun dalam stacked area chart

```
df1.plot(kind="area",x="Year",
y=["Bears","Dolphins","Whales"])

plt.show()
```



Contoh Data-3: medali Asian Games



- Kembali ke contoh pada materi kuliah sebelumnya: file medali.csv
- Load data:

```
df4 = pd.read_csv("D:/medali.csv")
```

Scatter Plot

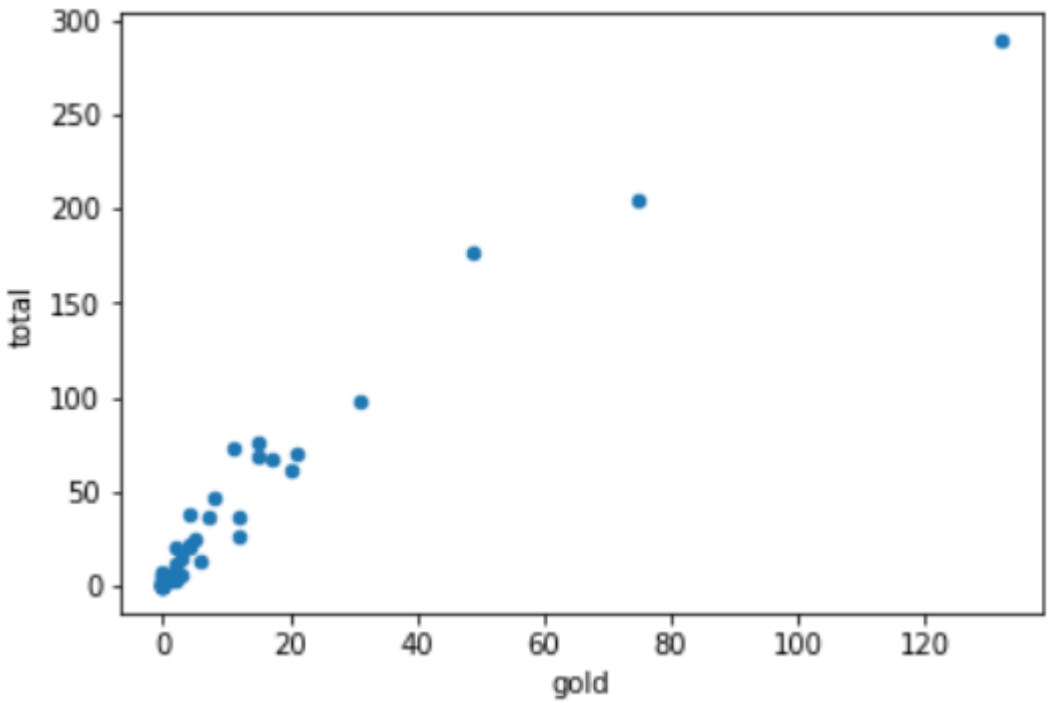
- Tampilkan relationship antara variable gold dan total dalam grafik scatter plot dan tunjukkan adanya korelasi positif

```
df4.plot(kind="scatter",
x="gold", y="total")
```

Alternatif:

```
df4.plot.scatter(x="gold",
y="total")
```

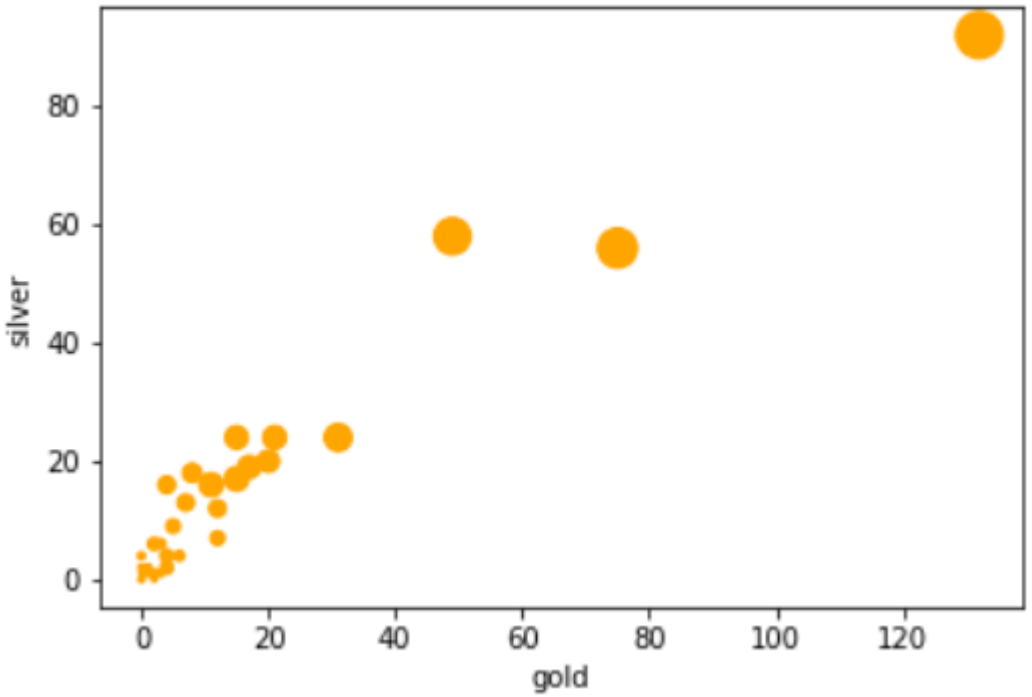
```
plt.show
```



Bubble Plot

- Tampilkan banyaknya total medali dikaitkan dengan perolehan nilai medali emas (gold) pada sumbu x dan perolehan medali perak (silver) pada sumbu y dalam grafik bubble plot
- Bubble plot di Python dibuat berdasarkan scatter plot

```
df4.plot(kind="scatter",x="gold",
y="silver",sizes=df4["total"],
color="orange")

plt.show()
```



Menyimpan grafik ke file

```
df.plot(kind="bar",x="name",y="age",title="Age of Person")
plt.savefig("D:/agebarchart.png")
```