



PROGRAM STUDI
TEKNIK INFORMATIKA – S1
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO

MATA KULIAH
DATA MINING



[Technology vector created by sentavio - www.freepik.com](https://www.freepik.com/vectors/technology)

DATA MINING

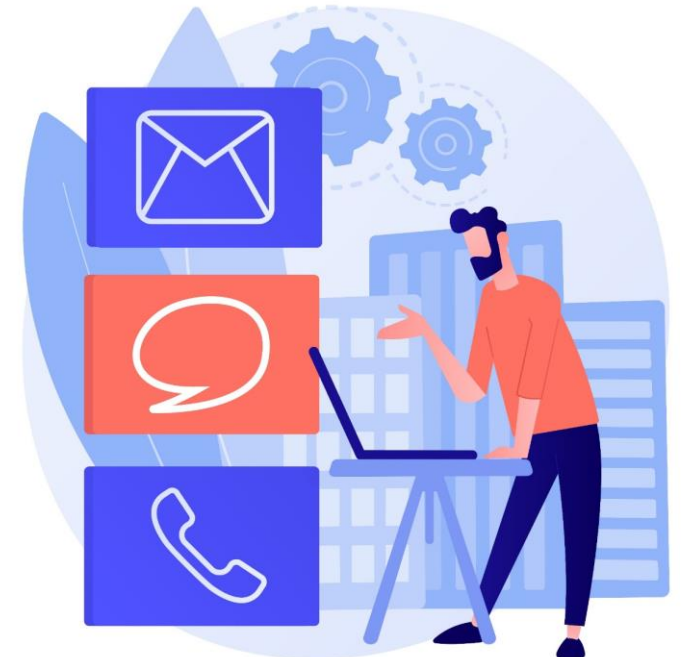
“Klastering dengan K-Means”

TIM PENGAMPU DOSEN DATA MINING

2023

Kontak Dosen

- Junta Zeniarja, M.Kom
- Email: junta@dsn.dinus.ac.id
- Youtube : <https://www.youtube.com/JuntaZeniarja>
- Scholar : <http://bit.do/JuntaScholar>



Algoritma K-Means

- *K-means pertama kali dipublikasikan oleh Stuart Lloyd pada tahun 1984 dan merupakan algoritma clustering yang banyak digunakan.*
- *K-means bekerja dengan mensegmentasi objek yang ada kedalam kelompok atau yang disebut dengan segmen sehingga objek yang berada dalam masing-masing kelompok lebih serupa satu sama lain dibandingkan dengan objek dalam kelompok yang berbeda.*
- Algoritma Clustering adalah meletakkan nilai yang serupa dalam satu segmen, dan meletakkan nilai yang berbeda dalam cluster yang berbeda (Wu & Kumar, 2009).
- *K-Means memisahkan data dengan optimal dengan perulangan yang memaksimalkan hasil dari partisi hingga tidak ada perubahan data dalam setiap segmentasi.*

Algoritma K-Means [2]

- *K-Means bekerja dengan pendekatan Top-Down karena memulai dengan segmentasi yang sudah ditentukan terlebih dahulu (Myatt, 2007). Sehingga hasil data sebuah segmen tidak mungkin tercampur antara satu segmen dengan segmen lainnya (Xu & Wunsch II, 2009). Pendekatan ini juga mempercepat proses komputasi untuk data dalam jumlah besar.*
- *Algoritma K-means diterapkan pada objek yang diwakili dalam bentuk titik didalam ruangan vektor berdimensi-d. K-means mengcluster semua data didalam setiap dimensi dimana titik dalam segmentasi yang sama diberi custer ID. Nilai dari k adalah masukan dasar dari algoritma yang menentukan jumlah segmentasi yang ingin dibentuk. Partisi akan dibentuk dari sekumpulan objek n kedalam cluster k sehingga terbentuk kesamaan objek dalam setiap segmentasi k.*

Algoritma K-Means [3]

- Untuk menghasilkan cluster yang maksimal, titik awal partisi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh.
- Karena *k-means memecahkan data kedalam* segmentasi berdasarkan nilai lokal maksimum. Karena itu pemilihan titik awal harus beralasan, ada beberapa metode yang diusulkan oleh beberapa peneliti seperti *genetic k-means, pemilihan titik awal secara acak sebanyak beberapa kali, metode yang paling baik adalah dengan mengukur nilai titik tengah segmentasi berdasarkan jumlah jarak terpendek antar anggota kelas tersebut.*

Algoritma K-Means [4]

Beberapa kelemahan dari algoritma *k-means* antara lain:

- a. Perlu mengetahui jumlah segmen yang ingin dibentuk, penentuan jumlah segmentasi ini membutuhkan pengalaman dalam melihat dan menilai jumlah segmentasi yang ada dalam data.
- b. Mudah terganggu dengan data yang tidak valid, karena cara kerja *k-means* merata-rata nilai dalam setiap segmen, maka data yang tidak relevan dapat mengacaukan pusat segmen.
- c. Hasil partisi dari *k-means* tidak memiliki nilai hirarki, sehingga tidak ada segmentasi yang lebih baik dari segmentasi lainnya.

Langkah – Langkah Algoritma K-Means

Langkah-langkah algoritma K-means adalah sebagai berikut:

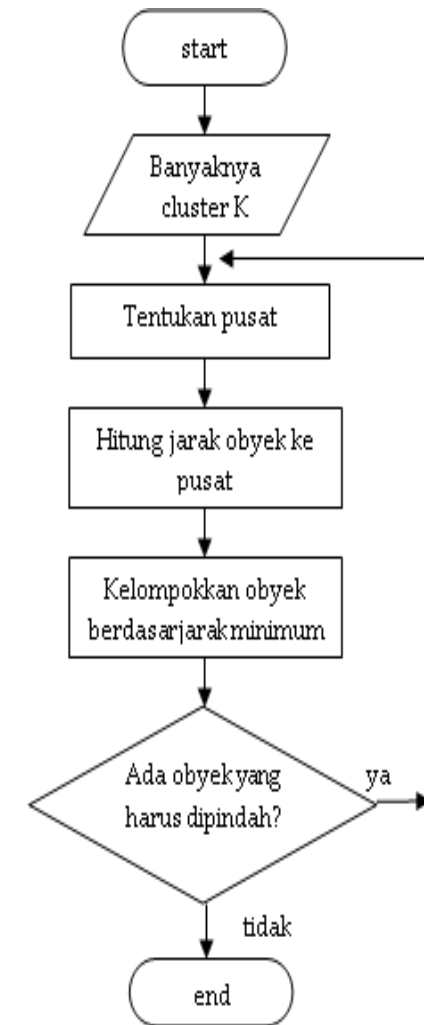
1. Tentukan nilai k sebagai jumlah klaster yang ingin dibentuk.
2. Bangkitkan k centroid (titik pusat klaster) awal secara random.
3. Hitung jarak setiap data ke masing-masing centroid menggunakan rumus korelasi antar dua objek yaitu Euclidean Distance dan kesamaan Cosine.
4. Kelompokkan setiap data berdasarkan jarak terdekat antara data dengan centroidnya.
5. Tentukan posisi centroid baru (k C) dengan cara menghitung nilai rata-rata dari data-data yang ada pada centroid yang sama.

$$C_k = \left(\frac{1}{n_k}\right) \sum d_i$$

Dimana k n adalah jumlah dokumen dalam cluster k dan i d adalah dokumen dalam cluster k.

6. Kembali ke langkah 3 jika posisi centroid baru dengan centroid lama tidak sama.

$$\text{Sim}(dx, dy) = \frac{\sum_{k=1}^n x_k \times y_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^n x_k^2} \times \sqrt{\sum_{k=1}^n y_k^2}}$$



Gambar 1. Flowchart algoritma K-Means

Euclidean Distance

- **Cara Menghitung Euclidean Distance**
- **Euclidean distance** adalah perhitungan jarak dari 2 buah titik dalam Euclidean space. Euclidean space diperkenalkan oleh seorang matematikawan dari Yunani sekitar tahun 300 B.C.E. untuk mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. Euclidean ini biasanya diterapkan pada 2 dimensi dan 3 dimensi. Tapi juga sederhana jika diterapkan pada dimensi yang lebih tinggi.
 - **1 dimensi**
Semisal ingin menghitung jarak Euclidean 1 dimensi. Titik pertama adalah 4, titik kedua adalah -10. Caranya adalah kurangkan -10 dengan 4. sehingga menghasilkan -14. Cari nilai absolut dari nilai -14 dengan cara memangkatkannya sehingga mendapat nilai 196. Kemudian diakarkan sehingga mendapatkan nilai 14. Sehingga jarak euclidean dari 2 titik tersebut adalah 14.
 - **2 dimensi**
Caranya hampir sama. Misalkan titik pertama mempunyai kordinat (3,5). Titik kedua ada di kordinat (5,-3). Caranya adalah kurangkan setiap kordinat titik kedua dengan titik yang pertama. Yaitu, $(5-3, -3-5)$ sehingga menjadi $(2, -8)$. Kemudian pangkatnya sehingga memperoleh $(4, 64)$. Kemudian tambahkan semuanya sehingga memperoleh nilai $64+4 = 68$. Hasil ini kemudian diakarkan menjadi 8.25. Sehingga jarak euclideannya menjadi 8.25.

Euclidean Distance [2]

- **Euclidean Distance** adalah metrika yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan 2 vektor.
- Euclidean distance menghitung akar dari kuadrat perbedaan 2 vektor (root of square differences between 2 vectors).

Rumus dari Euclidian Distance:
$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

- Contoh :

Terdapat 2 vektor sebagai berikut

$$A = [0, 3, 4, 5]$$

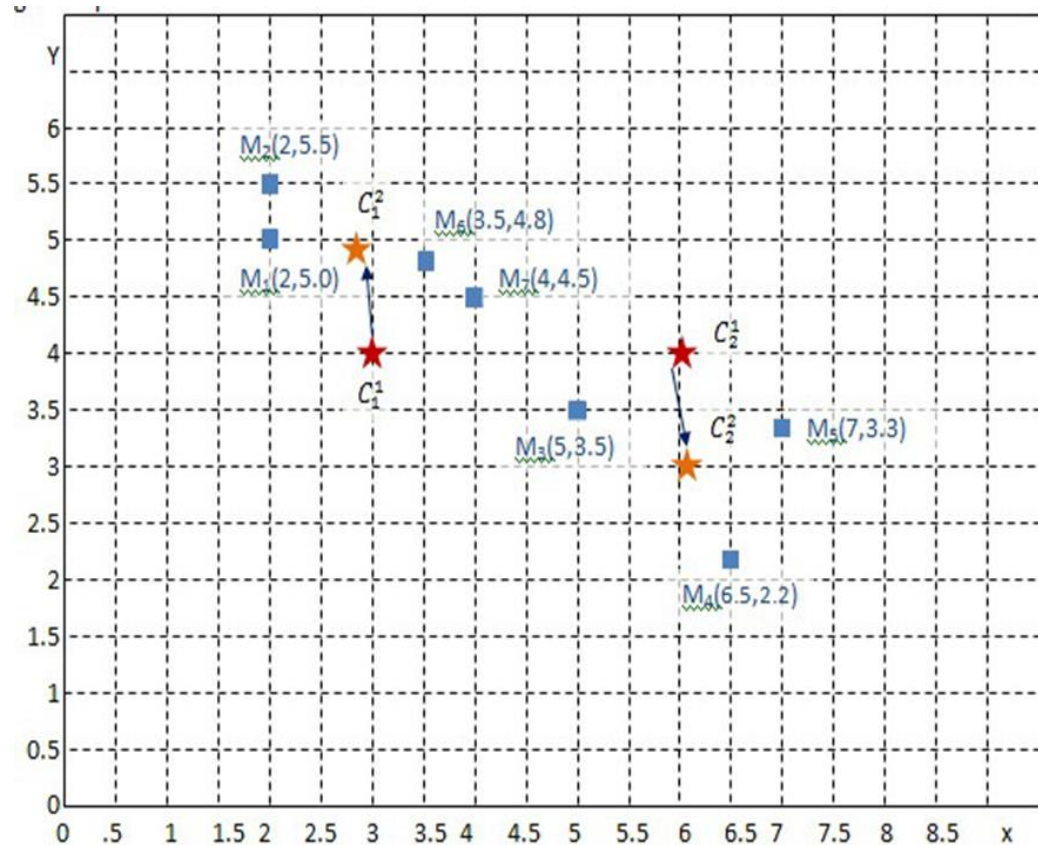
$$B = [7, 6, 3, -1]$$

Euclidean Distance dari vektor A dan B adalah
$$d_{AB} = \sqrt{(0-7)^2 + (3-6)^2 + (4-3)^2 + (5-(-1))^2}$$
$$= \sqrt{49+9+1+36} = 9.747$$

Contoh Kasus 1

Menggunakan algoritma K-Means temukan pengelompokan dan mean terbaik dari dua cluster data 2D di bawah ini.

$M_1 = (2, 5.0)$,
 $M_2 = (2, 5.5)$,
 $M_3 = (5, 3.5)$,
 $M_4 = (6.5, 2.2)$,
 $M_5 = (7, 3.3)$,
 $M_6 = (3.5, 4.8)$,
 $M_7 = (4, 4.5)$



Asumsi:

- Semua data akan dikelompokkan ke dalam dua kelas
- Titik pusat kedua cluster adalah $C_1(3,4)$, $C_2(6,4)$

Contoh Kasus – Iterasi 1

Iterasi 1

a. Menghitung *Euclidean distance* dari semua data ke tiap titik pusat pertama.

Sehingga didapatkan:

$$D_{11}=1.41,$$

$$D_{12}=1.80,$$

$$D_{13}=2.06,$$

$$D_{14}=3.94,$$

$$D_{15}=4.06,$$

$$D_{16}=0.94,$$

$$D_{17}=1.12,$$

$$D_{11} = \sqrt{(M_{1x} - C_{1x})^2 + (M_{1y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(2 - 3)^2 + (5 - 4)^2} = \sqrt{2} = 1.41$$

$$D_{12} = \sqrt{(M_{2x} - C_{1x})^2 + (M_{2y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(2 - 3)^2 + (5.5 - 4)^2} = \sqrt{3.25} = 1.80$$

$$D_{13} = \sqrt{(M_{3x} - C_{1x})^2 + (M_{3y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(5 - 3)^2 + (3.5 - 4)^2} = \sqrt{4.25} = 2.06$$

$$D_{14} = \sqrt{(M_{4x} - C_{1x})^2 + (M_{4y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(6.5 - 3)^2 + (2.2 - 4)^2} = \sqrt{2} = 3.94$$

$$D_{15} = \sqrt{(M_{5x} - C_{1x})^2 + (M_{5y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(7 - 3)^2 + (3.3 - 4)^2} = \sqrt{2} = 4.06$$

$$D_{16} = \sqrt{(M_{6x} - C_{1x})^2 + (M_{6y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(3.5 - 3)^2 + (4.8 - 4)^2} = \sqrt{2} = 0.94$$

$$D_{17} = \sqrt{(M_{7x} - C_{1x})^2 + (M_{7y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(4 - 3)^2 + (4.5 - 4)^2} = \sqrt{2} = 1.12$$

- Dengan cara yang sama hitung jarak tiap titik ke titik pusat kedua, dan kita akan mendapatkan :

$$D_{21} = 4.12, D_{22} = 4.27, D_{23} = 1.18, D_{24} = 1.86,$$

$$D_{25} = 1.22, D_{26} = 2.62, D_{27} = 2.06.$$

Contoh Kasus – Iterasi 1 [2]

b. Dari penghitungan *Euclidean distance*, kita dapat membandingkan:

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Jarak ke C1	1.41	1.80	2.06	3.94	4.06	0.94	1.12
Jarak ke C2	4.12	4.27	1.18	1.86	1.22	2.62	2.06

{M1, M2, M6, M7} anggota C1 and {M3, M4, M5} anggota C2

c. Hitung titik pusat baru

M1 = (2, 5.0), M2 = (2, 5.5), M3 = (5, 3.5), M4 = (6.5, 2.2), M5 = (7, 3.3), M6 = (3.5, 4.8),
M7 = (4, 4.5)

$$C1 = \left(\frac{2+2+3.5+4}{4}, \frac{5+5.5+4.8+4.5}{4} \right) = (2.85, 4.95)$$

$$C2 = \left(\frac{5+6.5+7}{3}, \frac{3.5+2.2+3.3}{3} \right) = (6.17, 3)$$

Contoh Kasus – Iterasi 1 [3]

ITERASI 2

- a) Hitung Euclidean distance dari tiap data ke titik pusat yang baru Dengan cara yang sama dengan iterasi pertama kita akan mendapatkan perbandingan sebagai berikut:

	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7
Jarak ke C_1	0.76	0.96	2.65	4.62	4.54	0.76	1.31
Jarak ke C_2	4.62	4.86	1.27	0.86	0.88	3.22	2.63

- b) Dari perbandingan tersebut kita tahu bahwa $\{M_1, M_2, M_6, M_7\}$ anggota C_1 dan $\{M_3, M_4, M_5\}$ anggota C_2
- c) Karena anggota kelompok tidak ada yang berubah maka titik pusat pun tidak akan berubah.

KESIMPULAN

$\{M_1, M_2, M_6, M_7\}$ anggota C_1 dan $\{M_3, M_4, M_5\}$ anggota C_2

Contoh Kasus 2

- Diketahui Dataset Panen Tanaman Padi sebagai berikut :

No	Luas Panen (ha)	Produksi
1	1081	6142
2	2172	12354
3	213	1202
4	828	4708
5	135	766
6	176	993
7	15	85
8	40	224
9	1014	5758
10	889	5046

- Tentukan anggota untuk masing-masing klaster jika dibentuk 3 klaster?

Langkah 1

- Tentukan nilai k .
- Diketahui jumlah klaster yang akan dibentuk sebanyak 3 sehingga $k = 3$.

Langkah 2

- Bangkitkan Centroid Awal secara random.
- Misal dibangkitkan centroid (titik pusat klaster) sebagai berikut :

	X	Y
C1	1000	10000
C2	500	5000
C3	50	100

Langkah 3

- Hitung jarak setiap data ke masing-masing centroid.
- Menghitung Euclidean distance setiap data dengan ***titik pusat pertama*** :

$$D(1,1) = \sqrt{(M_{1x} - C_{1x})^2 + (M_{1y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(1081 - 1000)^2 + (6142 - 10000)^2} = 3858,85$$

$$D(1,2) = \sqrt{(M_{2x} - C_{1x})^2 + (M_{2y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(2172 - 1000)^2 + (12354 - 10000)^2} = 2629,62$$

$$D(1,3) = \sqrt{(M_{3x} - C_{1x})^2 + (M_{3y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(213 - 1000)^2 + (1202 - 10000)^2} = 8833,13$$

$$D(1,4) = \sqrt{(M_{4x} - C_{1x})^2 + (M_{4y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(828 - 1000)^2 + (4708 - 10000)^2} = 5294,79$$

$$D(1,5) = \sqrt{(M_{5x} - C_{1x})^2 + (M_{5y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(135 - 1000)^2 + (766 - 10000)^2} = 9274,43$$

Langkah 3 [2]

- Hitung jarak setiap data ke masing-masing centroid.
- Menghitung Euclidean distance setiap data dengan ***titik pusat pertama*** :

$$D(1,6) = \sqrt{(M_{6x} - C_{1x})^2 + (M_{6y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(176 - 1000)^2 + (993 - 10000)^2} = 9044,61$$

$$D(1,7) = \sqrt{(M_{7x} - C_{1x})^2 + (M_{7y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(15 - 1000)^2 + (85 - 10000)^2} = 9963,81$$

$$D(1,8) = \sqrt{(M_{8x} - C_{1x})^2 + (M_{8y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(40 - 1000)^2 + (224 - 10000)^2} = 9823,02$$

$$D(1,9) = \sqrt{(M_{9x} - C_{1x})^2 + (M_{9y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(1014 - 1000)^2 + (5758 - 10000)^2} = 4242,02$$

$$D(1,10) = \sqrt{(M_{10x} - C_{1x})^2 + (M_{10y} - C_{1y})^2} = \sqrt{(889 - 1000)^2 + (5048 - 10000)^2} = 4955,24$$

Langkah 3 [3]

- Hitung jarak setiap data ke masing-masing centroid.
- Menghitung Euclidean distance setiap data dengan ***titik pusat kedua*** :

$$D(2,1) = \sqrt{(M_{1x} - C_{2x})^2 + (M_{1y} - C_{2y})^2} = \sqrt{(1081 - 500)^2 + (6142 - 5000)^2} = 1281,3$$

$$D(2,2) = \sqrt{(M_{2x} - C_{2x})^2 + (M_{2y} - C_{2y})^2} = \sqrt{(2172 - 500)^2 + (12354 - 5000)^2} = 7541,68$$

$$D(2,3) = \sqrt{(M_{3x} - C_{2x})^2 + (M_{3y} - C_{2y})^2} = \sqrt{(213 - 500)^2 + (1202 - 5000)^2} = 3808,83$$

$$D(2,4) = \sqrt{(M_{4x} - C_{2x})^2 + (M_{4y} - C_{2y})^2} = \sqrt{(828 - 500)^2 + (4708 - 5000)^2} = 439,14$$

$$D(2,5) = \sqrt{(M_{5x} - C_{2x})^2 + (M_{5y} - C_{2y})^2} = \sqrt{(135 - 500)^2 + (766 - 5000)^2} = 4249,7$$

Langkah 3 [4]

- Hitung jarak setiap data ke masing-masing centroid.
- Menghitung Euclidean distance setiap data dengan **titik pusat kedua** :

$$D(2,6) = \sqrt{(M_{6x} - C_{2x})^2 + (M_{6y} - C_{2y})^2} = \sqrt{(176 - 500)^2 + (993 - 5000)^2} = 4020,08$$

$$D(2,7) = \sqrt{(M_{7x} - C_{2x})^2 + (M_{7y} - C_{2y})^2} = \sqrt{(15 - 500)^2 + (85 - 5000)^2} = 4938,87$$

$$D(2,8) = \sqrt{(M_{8x} - C_{2x})^2 + (M_{8y} - C_{2y})^2} = \sqrt{(40 - 500)^2 + (224 - 5000)^2} = 4798,1$$

$$D(2,9) = \sqrt{(M_{9x} - C_{2x})^2 + (M_{9y} - C_{2y})^2} = \sqrt{(1014 - 500)^2 + (5758 - 5000)^2} = 915,84$$

$$D(2,10) = \sqrt{(M_{10x} - C_{2x})^2 + (M_{10y} - C_{2y})^2} = \sqrt{(889 - 500)^2 + (5048 - 5000)^2} = 391,71$$

Langkah 3 [5]

- Hitung jarak setiap data ke masing-masing centroid.
- Menghitung Euclidean distance setiap data dengan ***titik pusat ketiga*** :

- $$D(3,1) = \sqrt{(M_{1x} - C_{3x})^2 + (M_{1y} - C_{3y})^2} = \sqrt{(1081 - 50)^2 + (6142 - 100)^2} = 6129,33$$

$$D(3,2) = \sqrt{(M_{2x} - C_{3x})^2 + (M_{2y} - C_{3y})^2} = \sqrt{(2172 - 50)^2 + (12354 - 100)^2} = 12436,37$$

$$D(3,3) = \sqrt{(M_{3x} - C_{3x})^2 + (M_{3y} - C_{3y})^2} = \sqrt{(213 - 50)^2 + (1202 - 100)^2} = 1113,99$$

$$D(3,4) = \sqrt{(M_{4x} - C_{3x})^2 + (M_{4y} - C_{3y})^2} = \sqrt{(828 - 50)^2 + (4708 - 100)^2} = 4673,22$$

$$D(3,5) = \sqrt{(M_{5x} - C_{3x})^2 + (M_{5y} - C_{3y})^2} = \sqrt{(135 - 50)^2 + (766 - 100)^2} = 671,4$$

Langkah 3 [6]

- Hitung jarak setiap data ke masing-masing centroid.
- Menghitung Euclidean distance setiap data dengan ***titik pusat ketiga*** :

$$D(3,6) = \sqrt{(M_{6x} - C_{3x})^2 + (M_{6y} - C_{3y})^2} = \sqrt{(176 - 50)^2 + (993 - 100)^2} = 901,85$$

$$D(3,7) = \sqrt{(M_{7x} - C_{3x})^2 + (M_{7y} - C_{3y})^2} = \sqrt{(15 - 50)^2 + (85 - 100)^2} = 38,08$$

$$D(3,8) = \sqrt{(M_{8x} - C_{3x})^2 + (M_{8y} - C_{3y})^2} = \sqrt{(40 - 50)^2 + (224 - 100)^2} = 124,4$$

$$D(3,9) = \sqrt{(M_{9x} - C_{3x})^2 + (M_{9y} - C_{3y})^2} = \sqrt{(1014 - 50)^2 + (5758 - 100)^2} = 5739,53$$

$$D(3,10) = \sqrt{(M_{10x} - C_{3x})^2 + (M_{10y} - C_{3y})^2} = \sqrt{(889 - 50)^2 + (5048 - 100)^2} = 5016,66$$

Langkah 4

- Kelompokkan setiap data

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
C1	3858.85	2629.62	8833.13	5294.79	9274.43	9044.61	9963.81	9823.02	4242.02	4955.24
C2	1281.3	7541.68	3808.83	439.14	4249.7	4020.08	4938.87	4798.1	915.84	391.71
C3	6129.33	12436.37	1113.99	4673.22	671.4	901.85	38.08	124.4	5739.53	5016.66

- {M2}** anggota C1
- {M1, M4, M9, M10}** anggota C2
- {M3, M5, M6, M7, M8}** anggota C3

Langkah 5

- Tentukan posisi centroid baru

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
C1	3858.85	2629.62	8833.13	5294.79	9274.43	9044.61	9963.81	9823.02	4242.02	4955.24
C2	1281.3	7541.68	3808.83	439.14	4249.7	4020.08	4938.87	4798.1	915.84	391.71
C3	6129.33	12436.37	1113.99	4673.22	671.4	901.85	38.08	124.4	5739.53	5016.66

$$C1 = \left(\frac{2172}{1}, \frac{12354}{1} \right) = (2172, 12354)$$

$$C2 = \left(\frac{1081+828+1014+889}{4}, \frac{6142+4708+5758+5046}{4} \right) = (953, 5413.5)$$

$$C3 = \left(\frac{213+135+176+40}{5}, \frac{1202+766+933+224}{5} \right) = (115.8, 654)$$

	X	Y
C1	2172	12354
C2	953	5413.5
C3	115.8	654

Langkah 6

- Kelompokkan setiap data.
- Hasil Iterasi 2:

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
C1	6307.08	0	11322.76	7763.22	11765.68	11535	12457.17	12315.94	6696.88	7419.77
C2	739.66	7046.74	4276.02	716.49	4718.94	4488.27	5410.43	5269.2	349.86	373.03
C3	5572.23	11879.31	556.55	4116.08	113.63	344.3	577.86	436.63	5182.43	4459.54

- Hasil Iterasi 1:

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
C1	3858.85	2629.62	8833.13	5294.79	9274.43	9044.61	9963.81	9823.02	4242.02	4955.24
C2	1281.3	7541.68	3808.83	439.14	4249.7	4020.08	4938.87	4798.1	915.84	391.71
C3	6129.33	12436.37	1113.99	4673.22	671.4	901.85	38.08	124.4	5739.53	5016.66

Karena anggota kelompok tidak ada yang berubah maka kesimpulannya :

- {M2} anggota C1.
- {M1, M4, M9, M10} anggota C2.
- {M3, M5, M6, M7, M8} anggota C3.

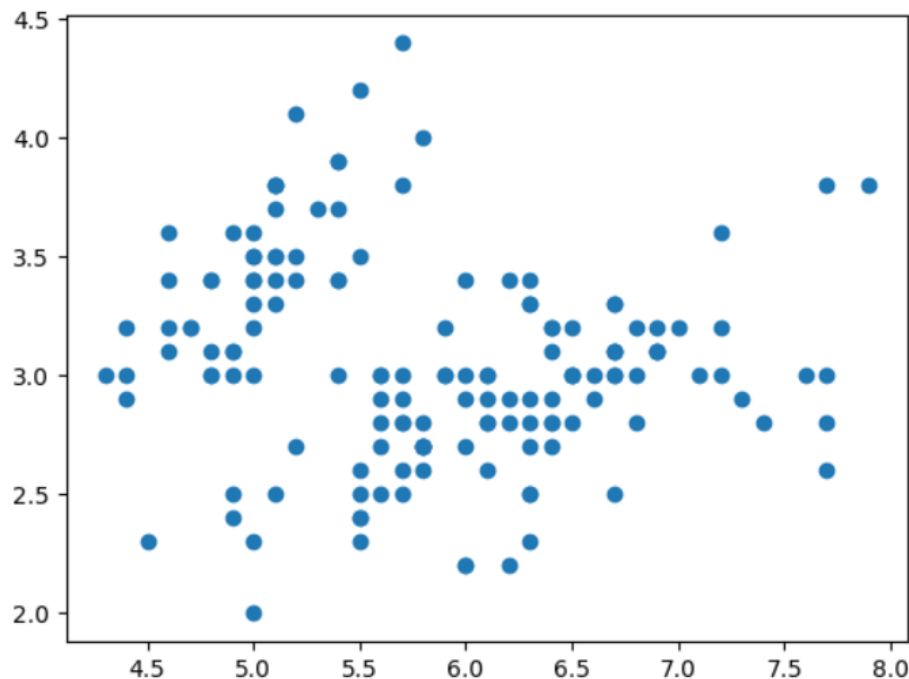
Implementasi Python

- Mengimpor library python yang diperlukan:

```
from sklearn import datasets
from sklearn.cluster import KMeans
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from scipy.spatial.distance import cdist
import matplotlib.pyplot as plt
```


Implementasi Python [2]

```
iris = datasets.load_iris()  
features = iris.data  
plt.scatter(features[:,0], features[:,1])  
plt.show()
```



- Membaca data input.
- Sebagai ilustrasi, dataset yang digunakan di dalam program ini adalah data iris yang bersumber kepada data yang dipublikasikan oleh Fisher (Fisher, 1950).
- Data tersebut dapat didownload dari website UCI Machine Learning Repository.
- Hasil visualisasi scatter data iris bisa dilihat pada gambar disamping.

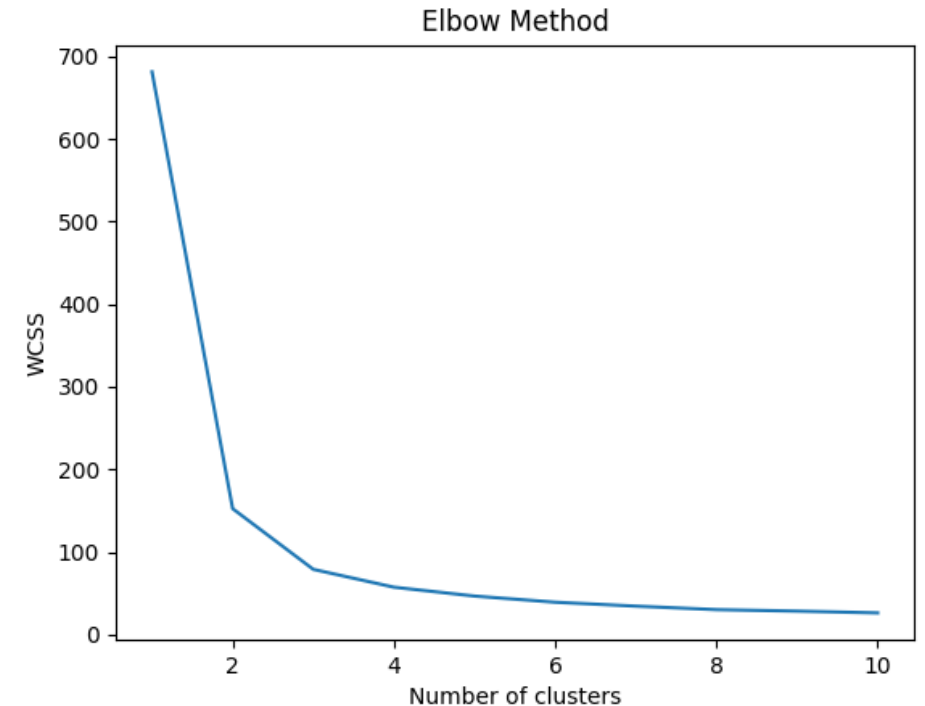
Implementasi Python [3]

- Menstandarisasi fitur.

```
scaler = StandardScaler()  
features_standardized = scaler.fit_transform(features)
```

Implementasi Python [4]

```
from sklearn.metrics import silhouette_samples, silhouette_score
wcss = []
for i in range(1, 11):
    kmeans = KMeans(n_clusters=i, init='k-means++',
                    max_iter=300, n_init=10, random_state=0)
    kmeans.fit(features)
    wcss.append(kmeans.inertia_)
plt.plot(range(1, 11), wcss)
plt.title('Elbow Method')
plt.xlabel('Number of clusters')
plt.ylabel('WCSS')
plt.show()
```



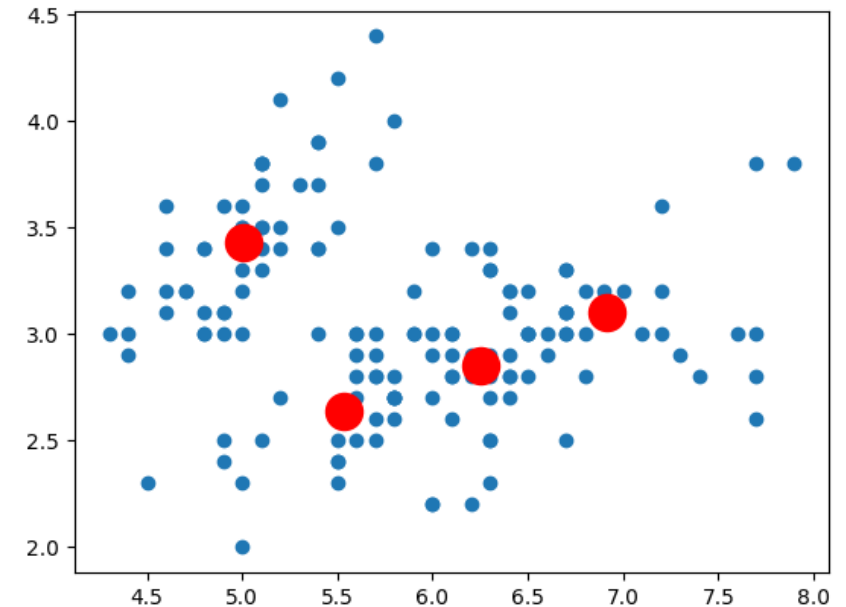
- Membuat klastering dan mencari nilai k yang paling optimal, dengan menggunakan elbow method.
- Tampilan hasil elbow method seperti terlihat pada gambar diatas.

Implementasi Python [5]

- Melakukan klastering.

```
kmeans = KMeans(n_clusters=4, init='k-means++',  
                max_iter=300, n_init=10, random_state=0)  
pred_y = kmeans.fit_predict(features)  
plt.scatter(features[:,0], features[:,1])  
plt.scatter(kmeans.cluster_centers_[0,0],  
            kmeans.cluster_centers_[0,1], s=300, c='red')  
plt.show()
```

- Hasil visualisasi klaster seperti gambar disamping.



Implementasi Python dengan Dataset txt

```
#import library yang dibutuhkan
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt
from matplotlib.pyplot import cm
import time
import itertools

#baca dataset dari file
datasetPath = "D:\dataku.txt"
dataset = np.loadtxt(datasetPath, delimiter=" ")

#mendefinisikan parameter k-means klustering
k = 2 #jumlah klaster yg diinginkan
iterationCounter = 0 #counter untuk iterasi
input = dataset #input data

#fungsi untuk inisialisasi titik pusat klaster (random)
def initCentroid(dataIn, k):
    result = dataIn[np.random.choice(dataIn.shape[0], k, replace=False)]
    return result
```

```
-9.6961 6.0031
11.9126 0.2844
-3.9586 0.0571
-3.6131 -1.3299
-1.6446 -3.0697
-9.0433 -8.0838
-2.9757 -1.5796
13.4308 -6.4078
1.9012 0.9898
3.8303 13.9523
3.0094 2.1778
```

- Pertama kali kita harus import library yang dibutuhkan seperti numpy, matplotlib, dll.
- Kemudian baca dataset dari file (dataku.txt => berisi 400 data dalam bentuk teks).
- Setelah itu mendefinisikan parameter K-Means.
- Buat fungsi untuk inisialisasi titik pusat kluster secara random.

Implementasi Python dengan Dataset txt [2]

```
#fungsi untuk plot hasil klaster per iterasi
def plotClusterResult(listClusterMembers, centroid, iteration, converged):
    n = listClusterMembers.__len__()
    color = iter(cm.rainbow(np.linspace(0, 1, n)))
    plt.figure("result")
    plt.clf()
    plt.title("iteration-" + iteration)
    marker = itertools.cycle(['.', '*', '^', 'x', '+'])
    for i in range(n):
        col = next(color)
        memberCluster = np.asmatrix(listClusterMembers[i])
        plt.scatter(np.ravel(memberCluster[:, 0]), np.ravel(memberCluster[:, 1]),
                    marker=marker.__next__(), s=100, c=col, label="klaster-"+str(i+1))
    for i in range(n):
        plt.scatter((centroid[i, 0]), (centroid[i, 1]), marker=marker.__next__(),
                    , c=col, label="centroid-" + str(i + 1))
    if(converged == 0):
        plt.legend()
        plt.ion()
        plt.show()
        plt.pause(0.1)
    if (converged == 1):
        plt.legend()
        plt.show(block=True)
```

- Selanjutnya buat fungsi untuk plot hasil klaster per iterasi.

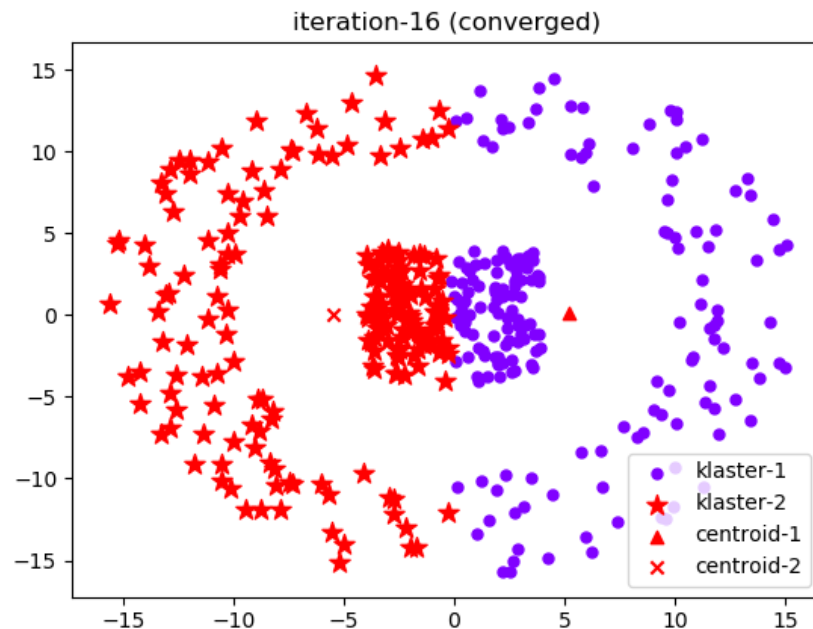
Implementasi Python dengan Dataset txt [3]

```
#fungsi utama algoritma k-means
def kMeans(data, centroidInit):
    nCluster = k #banyaknya kluster
    global iterationCounter
    centroidInit = np.matrix(centroidInit)
    # looping hingga konvergen
    while(True):
        iterationCounter +=1
        euclideanMatrixAllCluster = np.ndarray(shape=(data.shape[0], 0))
        #ulangi proses untuk semua kluster
        for i in range(0, nCluster):
            centroidRepeated = np.repeat(centroidInit[i,:], data.shape[0], axis=0)
            deltaMatrix = abs(np.subtract(data,centroidRepeated))
            #hitung jarak Euclidean
            euclideanMatrix = np.sqrt(np.square(deltaMatrix).sum(axis=1))
            euclideanMatrixAllCluster = \
                np.concatenate((euclideanMatrixAllCluster, euclideanMatrix), axis=1)
        #tempatkan data ke kluster yang jarak Euclideannya plg dekat
        clusterMatrix = np.ravel(np.argmin(np.matrix(euclideanMatrixAllCluster), axis=1))
        listClusterMember = [[] for i in range(k)]
        for i in range(0, data.shape[0]):#assign data to cluster regarding cluster matrix
            listClusterMember[np.asscalar(clusterMatrix[i])].append(data[i,:])
        #hitung titik pusat kluster terbaru
        newCentroid = np.ndarray(shape=(0, centroidInit.shape[1]))
        for i in range(0,nCluster):
            memberCluster = np.asmatrix(listClusterMember[i])
            centroidCluster = memberCluster.mean(axis=0)
            newCentroid = np.concatenate((newCentroid, centroidCluster), axis=0)
        print("iter: ", iterationCounter)
        print("centroid: ", newCentroid)
        #break dari loop jika sudah konvergen
        if((centroidInit == newCentroid).all()):
            break
        # update titik pusat kluster dengan nilai yg baru
        centroidInit = newCentroid
        #plot hasil kluster per iterasi
        plotClusterResult(listClusterMember, centroidInit, str(iterationCounter), 0)
        time.sleep(1) #diberi jeda 1 detik agak hasil plot kluster nyaman dilihat
    return listClusterMember, centroidInit
```

- Selanjutnya buat fungsi utama untuk algoritma K-Means.

Implementasi Python dengan Dataset txt [4]

```
#panggil fungsi inisialisasi klater
centroidInit = initCentroid(input, k)
#panggil fungsi k-means
clusterResults, centroid = kMeans(input, centroidInit)
#plot hasil final klaster setelah konvergen
plotClusterResult(clusterResults, centroid, str(iterationCounter) + " (converged)", 1)
```



- Kemudian panggil fungsi inisialisasi kluster dan panggil fungsi utama K-Means.
- Selanjutnya plot hasil final klaster setelah konvergen.
- Hasil visualisasi Klaster seperti gambar disamping.

Implementasi Python dengan Dataset CSV

	A	B	C
1	No	Gaji	Pengeluaran
2	1	2500	1750
3	2	3800	4200
4	3	3900	3800
5	4	4350	5500
6	5	4400	3200
7	6	5500	5450
8	7	5600	5950
9	8	5750	4100
10	9	6850	6050
11	10	6900	8500
12	11	7250	9500
13	12	7350	6050
14	13	7500	8500
15	14	7800	9500
16	15	8200	8300
17	16	8500	6500
18	17	8550	8400
19	18	8750	6000
20	19	9100	10500
21	20	9100	8500

- Siapkan 20 record data, kemudian simpan dengan nama konsumen.csv
- Kemudian, memanggil library yang dibutuhkan.

```
#Import Library yang akan digunakan
%matplotlib inline
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as numpy
import pandas as pd
from sklearn.cluster import KMeans
```

- Ket:
 - Matplotlib => membuat grafik plot
 - Numpy => untuk kebutuhan scientific.
 - Pandas => untuk manipulasi data, spt membuat tabel, mengubah dimensi data, mengecek data dsb.
 - Sklearn => untuk metode dan algoritma Machine Learning.

Implementasi Python dengan Dataset CSV [2]

- Memanggil dataset konsumen.csv

```
#Menyiapkan data dan memanggil dataset  
dataset = pd.read_csv('D:\konsumen.csv')  
dataset.keys()
```

- Untuk menampilkan 5 baris data pertama dari dataset tersebut:

```
dataku = pd.DataFrame(dataset)  
dataku.head()
```

Implementasi Python dengan Dataset CSV [3]

- Konversi Dataset ke Data Array:

```
#Konversi ke data Array  
X = np.asarray(dataset)  
print(X)
```

- Hasil konversinya seperti tampil pada gambar disamping.

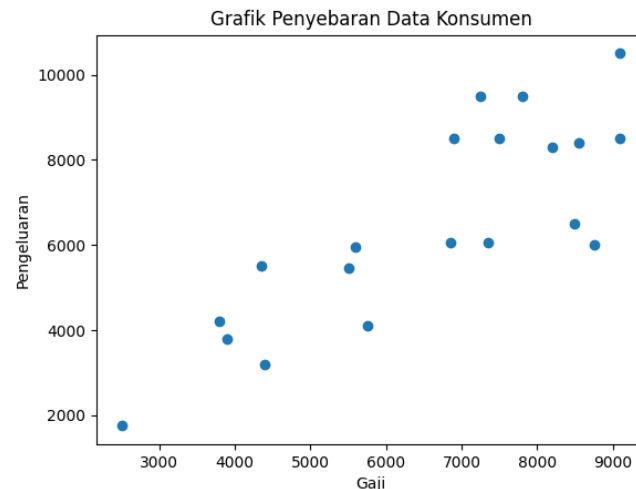
```
[ [ 2500 1750]  
  [ 3800 4200]  
  [ 3900 3800]  
  [ 4350 5500]  
  [ 4400 3200]  
  [ 5500 5450]  
  [ 5600 5950]  
  [ 5750 4100]  
  [ 6850 6050]  
  [ 6900 8500]  
  [ 7250 9500]  
  [ 7350 6050]  
  [ 7500 8500]  
  [ 7800 9500]  
  [ 8200 8300]  
  [ 8500 6500]  
  [ 8550 8400]  
  [ 8750 6000]  
  [ 9100 10500]  
  [ 9100 8500] ]
```

Implementasi Python dengan Dataset CSV [4]

- Menampilkan data Array ke dalam Scatter Plot.
- Untuk visualisasi data, berikut adalah perintah untuk menampilkan data array.

```
#Menampilkan data dalam bentuk scatter plot  
plt.scatter(X[:,0], X[:,1], label='True Position')  
plt.xlabel("Gaji")  
plt.ylabel("Pengeluaran")  
plt.title("Grafik Penyebaran Data Konsumen")  
plt.show()
```

- Hasil visualisasi penyebaran data konsumen seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Implementasi Python dengan Dataset CSV [5]

- Mengaktifkan K-Means dari Sklearn.
- Untuk langkah selanjutnya, perlu dilakukan konversi dataset ke dalam tipe data array, dan kemudian melakukan fitting data dengan kode program sebagai berikut.

```
#Mengaktifkan K-Means dengan jumlah K=2  
kmeans = KMeans(n_clusters=2)  
kmeans.fit(X)
```


Implementasi Python dengan Dataset CSV [6]

- Menampilkan nilai Centroid.
- Untuk menampilkan nilai centroid atau titik pusat kluster yang degenerate oleh algoritma dapat menggunakan kode sebagai berikut:

```
#Menampilkan nilai Centroid yang digenerate oleh algoritma  
print(kmeans.cluster_centers_)
```

- Hasil Nilai Centroid seperti gambar dibawah ini:

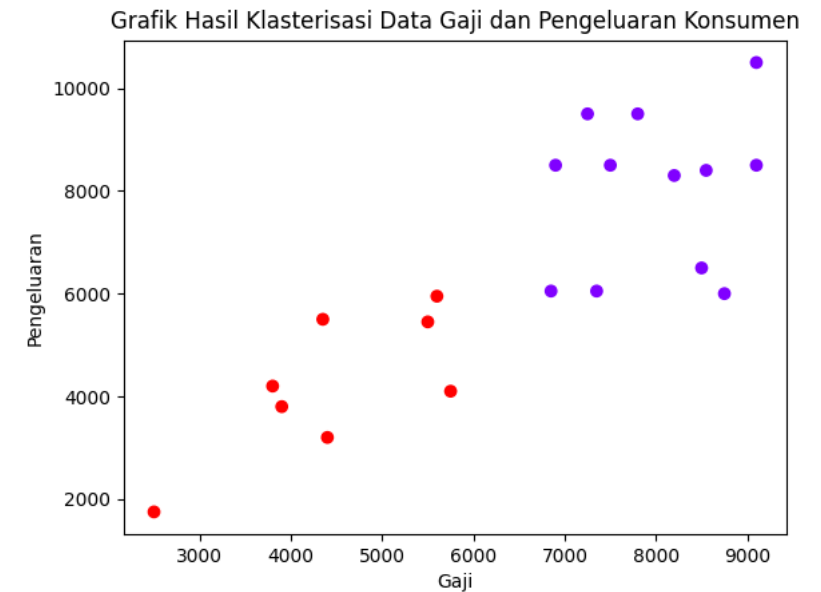
```
[[4475.  4243.75]  
 [7987.5 8025.  ]  
PS C:\Users\Junz> 
```

Implementasi Python dengan Dataset CSV [7]

- Visualisasi Hasil.
- Untuk menampilkan scatter plot dari data-data setelah dilakukan klasterisasi oleh algoritma K-Means sebagai berikut:

```
#Plot Data Point  
#Memvisualisasikan Hasil Klasterisasi Data Konsumen  
plt.scatter(X[:,0], X[:,1], c=kmeans.labels_, cmap='rainbow')  
plt.xlabel("Gaji")  
plt.ylabel("Pengeluaran")  
plt.title("Grafik Hasil Klasterisasi Data Gaji dan Pengeluaran Konsumen")  
plt.show()
```

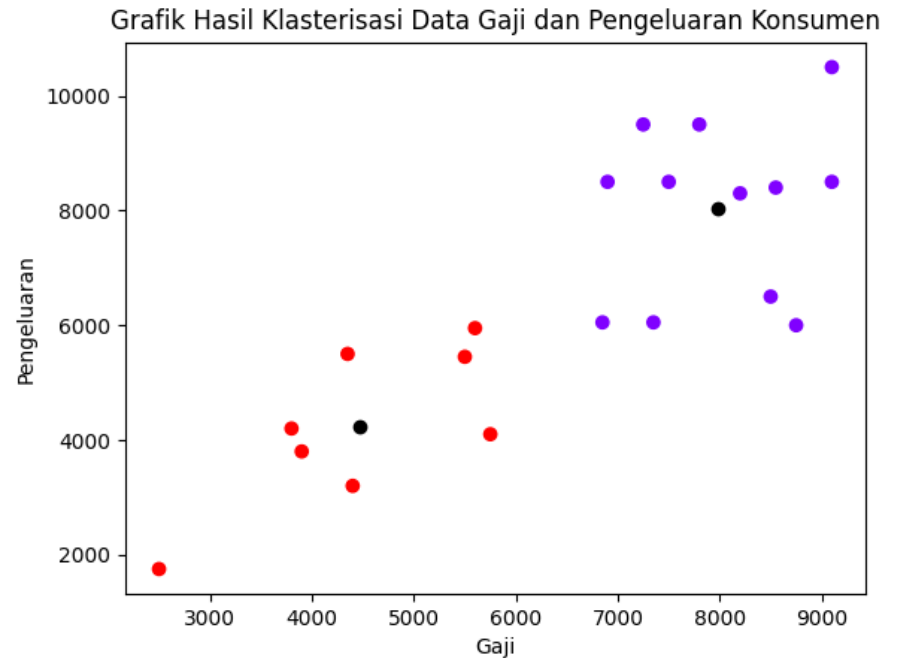
- Dan visualisasi hasil klaster dapat dilihat pada gambar grafik disamping.



Implementasi Python dengan Dataset CSV [8]

- Kita juga bisa menampilkan centroid dari masing-masing klaster dengan kode sebagai berikut:

```
#Plot Data Point
#Memvisualisasikan hasil klasterisasi dengan centroid dr masing2 klaster
plt.scatter(X[:,0], X[:,1], c=kmeans.labels_, cmap='rainbow')
plt.scatter(kmeans.cluster_centers[:,0], kmeans.cluster_centers[:,1], color='black')
plt.xlabel("Gaji")
plt.ylabel("Pengeluaran")
plt.title("Grafik Hasil Klasterisasi Data Gaji dan Pengeluaran Konsumen")
plt.show()
```



- Dan visualisasi hasil klaster dapat dilihat pada gambar grafik disamping.

Latihan Soal (Kuis)

- Tentukan anggota klasternya, jika dikelompokkan menjadi 2 klaster?

$$M1 = (1, 4.5),$$

$$M2 = (3, 6.5),$$

$$M3 = (4, 4.5),$$

$$M4 = (7.5, 3.2),$$

$$M5 = (6, 2.3),$$

$$M6 = (2.5, 3.8),$$

$$M7 = (5, 5.5)$$

- Titik Pusat Cluster => **$C_1(3,4)$, $C_2(6,4)$**

Referensi

1. Kusrini, Taufiq Emha, Algoritma Data Mining, *Penerbit Andi*, 2009.
2. Ian H. Witten, Frank Eibe, Mark A. Hall, Data mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques 4th Edition, *Elsevier*, 2017.
3. Budi Santosa, Ardian Umam, Data Mining dan Big Data Analytics, Penebar Media Pustaka, 2018.
4. Yaya Heryadi, Teguh Wahyono, Machine Learning: Konsep dan Implementasi, Penerbit Gava Media, 2020.
5. Sumber gambar: www.freepik.com.



THANKS

ANY QUESTIONS?

