

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem

4.1.1 Langkah-Langkah Menggunakan *Google Collaboratory*

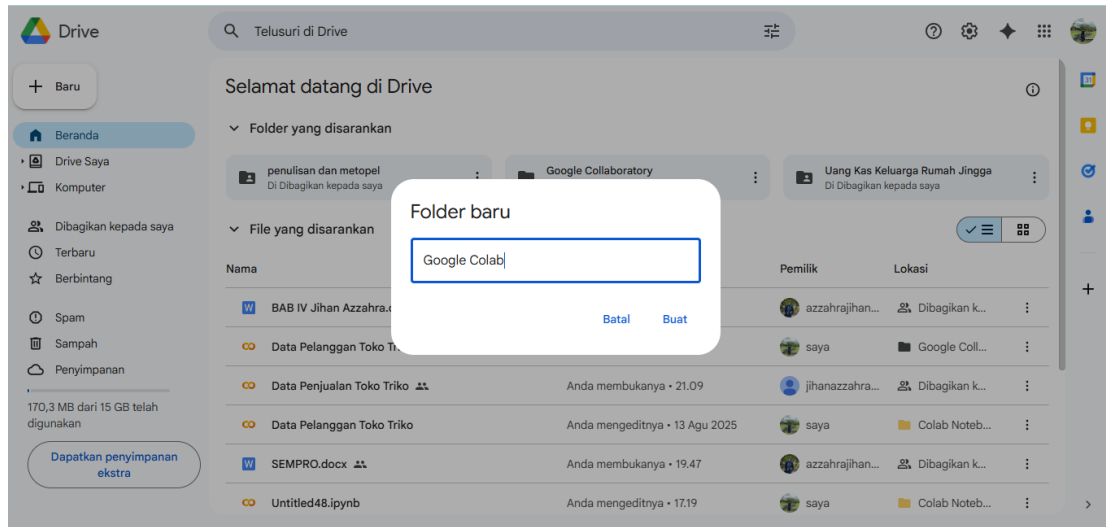
Bab ini menjelaskan proses implementasi algoritma *K-Means Clustering* dengan memanfaatkan *Machine Learning*, menggunakan *Python* dan *Google Colab* sebagai alat bantu utama. Untuk melengkapi hasil perhitungan manual yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, data yang digunakan kemudian dianalisis kembali melalui penerapan metode *Machine Learning*.

Adapun langkah – langkah menggunakan *Google Collaboratory* yaitu sebagai berikut:

1. Buat Folder Di *Google Drive*

Tahap awal dalam menggunakan *Google Colab* adalah masuk ke akun *Google* dan mengakses *Google Drive*. Agar lebih mudah dalam mengelola dan menemukan file, disarankan untuk membuat *folder* khusus terlebih dahulu seperti berikut:

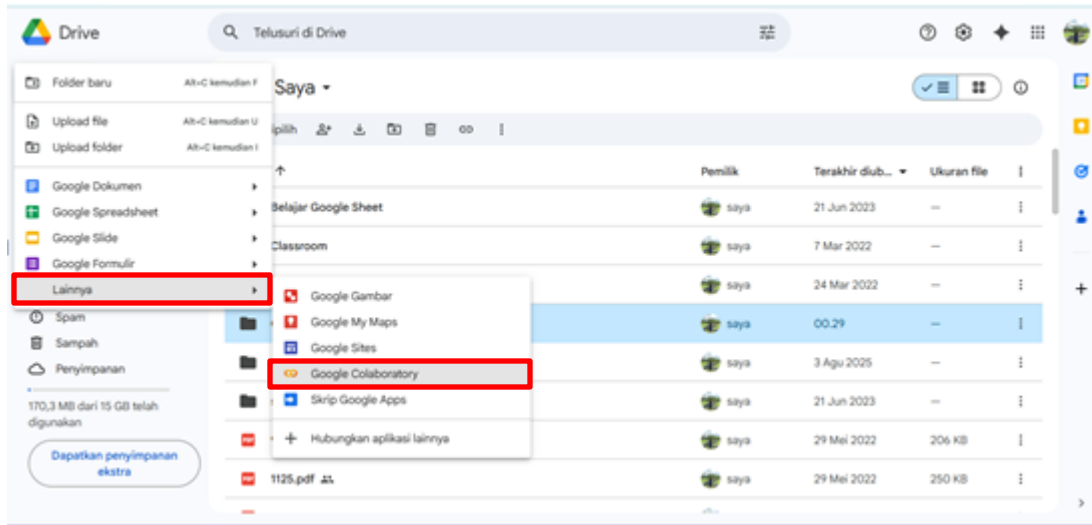
- a. Klik tanda tambah “+” > *folder* baru
- b. Kemudian beri nama *folder* lalu “*create*”



Gambar 4. 1 Membuat *Folder Baru* di *Google Drive*

2. Buat *notebook* colab

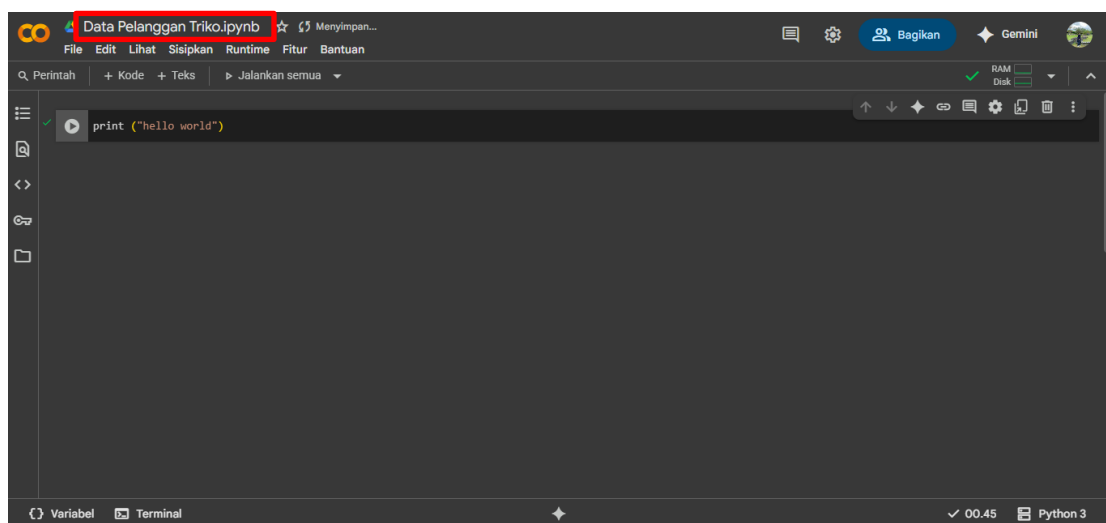
Setelah *folder* berhasil dibuat di *Google Drive*, langkah selanjutnya adalah membuka *folder* tersebut untuk memulai pembuatan *notebook Google Colab*. Proses ini dapat dilakukan dengan mengklik ikon tambah atau “+”, kemudian pilih menu More atau lainnya, dan selanjutnya pilih opsi *Google Collaboratory*. Dengan cara ini, *notebook* baru akan langsung tersimpan di *folder* yang telah kita buat, sehingga pengelolaan file menjadi lebih rapi dan terstruktur.



Gambar 4. 2 Membuat *Notebook* di Google Colab

3. Masukkan Kode Program

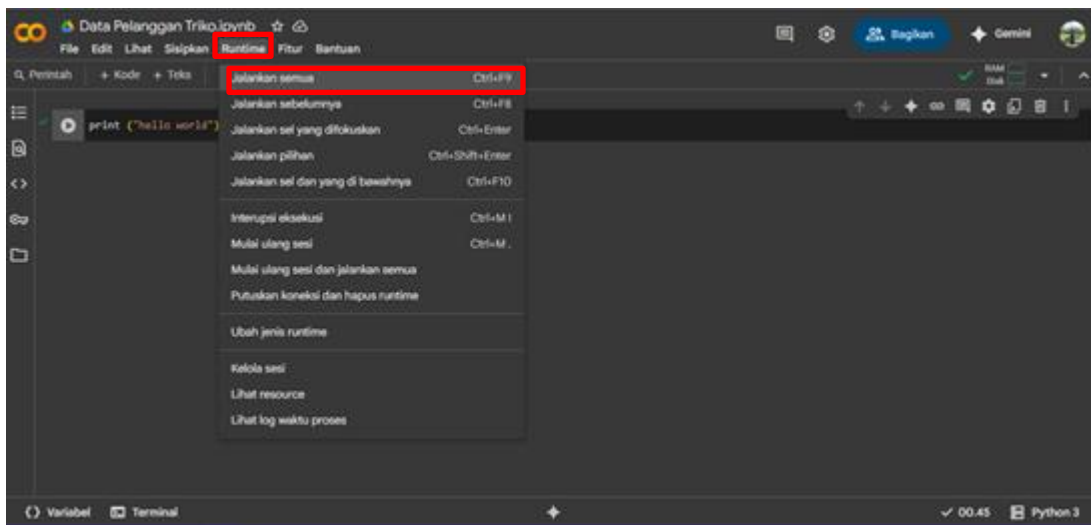
Jika sudah berhasil membuat *notebook* dan halaman editornya sudah muncul, maka kita dapat mulai memasukkan kode programnya. Seperti contoh gambar di bawah kita akan menampilkan teks “Hello World”. Dan jangan lupa mengganti nama file yang terletak pada pojok kiri atas.



Gambar 4. 3 Tampilan *Notebook*

4. Menjalankan kode program

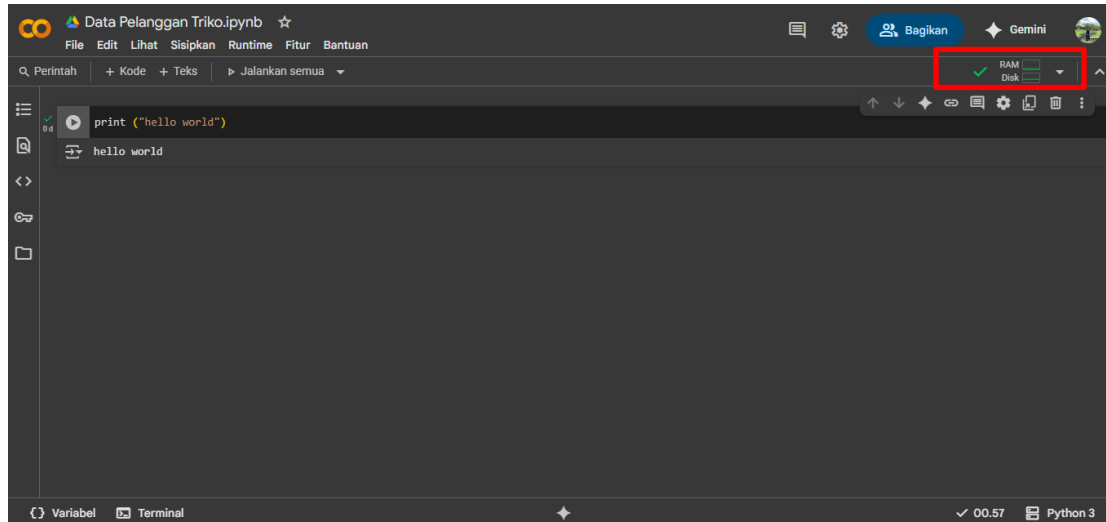
Setelah seluruh kode program selesai dituliskan di dalam *notebook Google Colab*, tahap berikutnya adalah menjalankan atau mengeksekusi kode tersebut untuk melihat hasilnya. Proses eksekusi dapat dilakukan dengan cara mengakses menu “*Runtime*” pada bagian atas antarmuka, kemudian memilih opsi “jalankan semua”. Perintah ini akan mengeksekusi setiap sel kode secara berurutan, mulai dari baris pertama hingga terakhir, sehingga kita dapat memastikan bahwa seluruh bagian program berjalan dengan baik dan menghasilkan output yang diharapkan, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 4 Tampilan Menjalankan Program

Apabila kode yang ditulis berjalan tanpa *error*, hasil atau *output* akan ditampilkan tepat di bawah sel kode tersebut. Pada bagian kanan atas layar, terdapat indikator sumber daya (*resource*) yang berfungsi menunjukkan status eksekusi. Jika

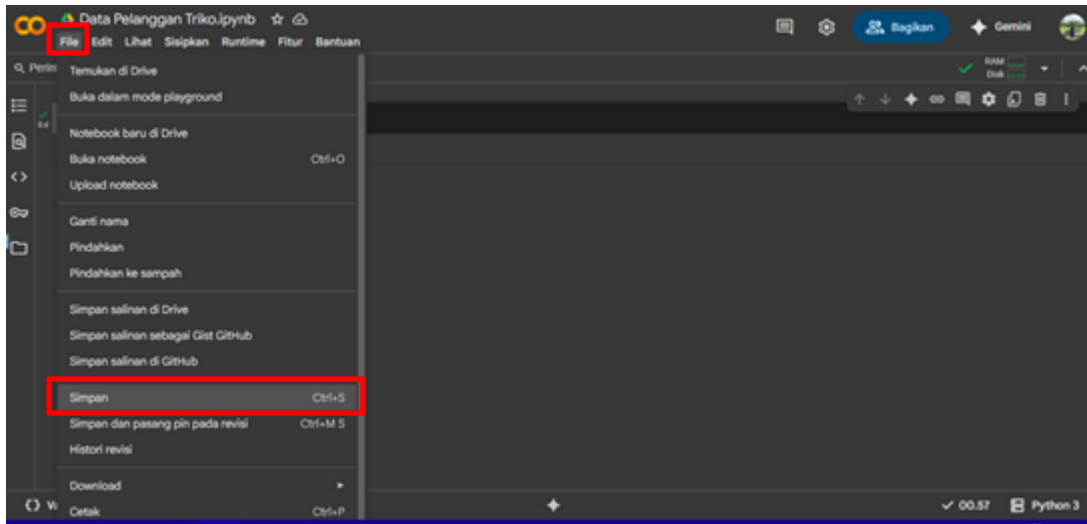
proses berjalan sukses, indikator tersebut akan menampilkan tanda centang berwarna hijau sebagai penanda bahwa kode telah dijalankan dengan baik.



Gambar 4. 5 Tampilan Program Berhasil

5. Menyimpan file notebook

Ketika program telah berhasil dijalankan tanpa *error*, file *notebook* dapat disimpan dengan memilih menu “File” lalu klik “Save”. Setelah itu, file akan otomatis tersimpan di *Google Drive* sehingga dapat diakses kembali kapan saja.



Gambar 4. 6 Tampilan Menyimpan Notebook

4.1.2 Implementasi Algoritma *K-Means Clustering* di Google Colab

Tahapan 1: *Import Library*

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.cluster import KMeans
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.metrics import davies_bouldin_score, silhouette_score
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
```

Gambar 4. 7 Import Library yang Diperlukan

Proses awal dimulai dengan memanggil sejumlah *library* yang berfungsi sebagai pendukung analisis data. *Library pandas* digunakan untuk mengelola dan memproses data dalam bentuk tabel, sementara *numpy* berperan dalam melakukan operasi matematika dan perhitungan numerik. Untuk visualisasi data, digunakan *matplotlib.pyplot* yang mampu menampilkan data dalam bentuk grafik. Proses

clustering dilakukan dengan memanfaatkan modul *K-Means* dari pustaka *sklearn.cluster*, sedangkan *StandardScaler* dari *sklearn.preprocessing* digunakan untuk menstandarkan skala data agar memiliki rata-rata nol dan standar deviasi satu, sehingga hasil *clustering* menjadi lebih akurat. Evaluasi kualitas hasil *clustering* dilakukan dengan dua metrik, yaitu *davies_bouldin_score* dan *silhouette_score* dari *sklearn.metrics*. Selain itu, *Axes3D* dari *mpl_toolkits.mplot3d* dimanfaatkan untuk menampilkan visualisasi data dalam bentuk grafik tiga dimensi yang memberikan gambaran lebih jelas mengenai hasil pengelompokan yang diperoleh.

Gambar 4. 8 *Load Data*

angka rupiah. Dengan sintaks ini, semua data tersebut disusun dalam bentuk tabel terstruktur sehingga memudahkan proses analisis, pengolahan, atau visualisasi di tahap selanjutnya.

Tahapan 3: *Preprocessing* Data

```
X = data[['Jumlah Item Dibeli', 'Frekuensi Pembelian', 'Jumlah Transaksi']].values
```

Gambar 4. 9 *Preprocessing* Data

Pada tahap *preprocessing* data, sintaks tersebut digunakan untuk mengambil tiga kolom tertentu dari *DataFrame* data, yaitu Jumlah Item Dibeli, Frekuensi Pembelian, dan Jumlah Transaksi. Ketiga kolom ini dipilih karena akan digunakan sebagai variabel fitur dalam proses analisis atau pemodelan. Bagian `.values` pada akhir perintah berfungsi untuk mengubah data yang awalnya berbentuk *DataFrame* menjadi *array* numerik *NumPy*, sehingga lebih mudah diproses oleh algoritma *machine learning* yang umumnya membutuhkan *input* dalam bentuk *array*. Hasilnya disimpan dalam variabel X sebagai representasi data fitur siap olah.

Tahapan 4: Standarisasi Data

```
scaler = StandardScaler()  
X_scaled = scaler.fit_transform(X)
```

Gambar 4. 10 Standarisasi Data

Pada tahap standarisasi data, sintaks tersebut digunakan untuk menyesuaikan skala seluruh nilai pada variabel fitur agar berada pada rentang yang sebanding. Objek *scaler* dibuat menggunakan *StandardScaler()* dari pustaka *scikit-learn*, yang akan mengubah data sehingga setiap fitur memiliki rata-rata nol dan standar deviasi

satu. Perintah `scaler.fit_transform(X)` melakukan dua proses sekaligus, yaitu menghitung nilai rata-rata dan standar deviasi dari setiap fitur (*fit*), lalu menerapkan transformasi standarisasi berdasarkan perhitungan tersebut (*transform*). Hasil standarisasi ini disimpan dalam variabel `X_scaled`, sehingga data siap digunakan untuk tahap pemodelan tanpa bias akibat perbedaan skala antar fitur.

Tahapan 5: Evaluasi Model dengan *Elbow Method*

```
sse = []
K = range(2, 5)
for k in K:
    kmeans = KMeans(n_clusters=k, random_state=42)
    kmeans.fit(X_scaled)
    sse.append(kmeans.inertia_)
```

Gambar 4. 11 Evaluasi Model dengan *Elbow Method*

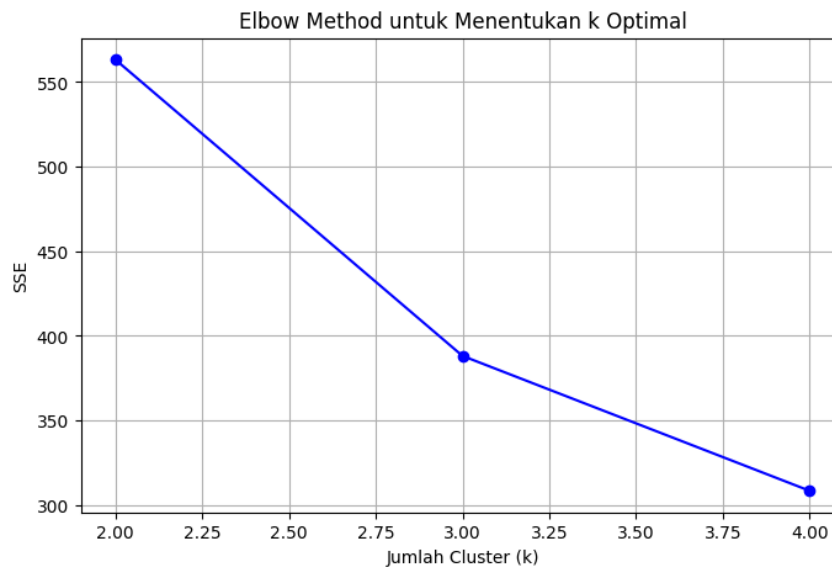
Pada tahap evaluasi model dengan metode *Elbow*, sintaks tersebut digunakan untuk mencari jumlah kluster yang paling optimal. Variabel `sse` dibuat sebagai list kosong untuk menyimpan nilai *Sum of Squared Errors* dari setiap percobaan jumlah kluster. Variabel `K` berisi rentang nilai 2 hingga 4, yang mewakili jumlah kluster yang akan diuji. Pada setiap iterasi, objek *K-Means* dibuat menggunakan *K-Means* dengan parameter `n_clusters=k` dan `random_state=42` untuk memastikan hasil yang konsisten. Perintah `kmeans.fit(X_scaled)` menjalankan proses pembentukan kluster pada data yang sudah distandarisasi. Nilai `inertia_` dari model, yaitu total jarak kuadrat antara setiap titik dengan pusat klusternya, kemudian ditambahkan ke list `sse`. Data ini nantinya digunakan untuk membuat grafik *Elbow* dan menentukan jumlah kluster yang paling tepat.

Tahapan 6: *Plot Elbow*

```
plt.figure(figsize=(8,5))
plt.plot(K, sse, 'bo-')
plt.xlabel('Jumlah Cluster (k)')
plt.ylabel('SSE')
plt.title('Elbow Method untuk Menentukan k Optimal')
plt.grid(True)
plt.show()
```

Gambar 4. 12 *Plot Elbow*

Pada tahap *Plot Elbow*, sintaks tersebut digunakan untuk menampilkan grafik hubungan antara jumlah kluster dan nilai *Sum of Squared Errors* (SSE). Perintah `plt.figure(figsize=(8,5))` mengatur ukuran kanvas grafik agar lebih proporsional. Fungsi `plt.plot(K, sse, 'bo-')` menggambar garis dengan titik berwarna biru yang menghubungkan nilai K (jumlah kluster) pada sumbu-x dan nilai sse pada sumbu-y. Label sumbu-x dan sumbu-y ditambahkan dengan `plt.xlabel('Jumlah Cluster (k)')` dan `plt.ylabel('SSE')`, sedangkan judul grafik diberikan melalui `plt.title('Elbow Method untuk Menentukan k Optimal')`. Fitur *grid* diaktifkan menggunakan `plt.grid(True)` agar grafik lebih mudah dibaca. Terakhir, `plt.show()` digunakan untuk menampilkan grafik tersebut di layar.



Gambar 4. 13 Grafik *Elbow Method*

Gambar di atas merupakan hasil visualisasi metode *Elbow* untuk menentukan jumlah kluster optimal pada algoritma *K-Means*. Sumbu-x menunjukkan jumlah kluster (k), sedangkan sumbu-y menampilkan nilai *Sum of Squared Errors* (SSE) yang menggambarkan total jarak kuadrat antara titik data dengan pusat klusternya. Terlihat bahwa penurunan nilai SSE paling signifikan terjadi dari k=2 ke k=3, sementara setelah k=3 penurunan mulai melambat. Titik ini membentuk sudut menyerupai siku (*elbow*), sehingga k=3 dapat dipilih sebagai jumlah kluster yang optimal karena memberikan keseimbangan antara minimisasi SSE dan efisiensi jumlah kluster.

Tahapan 7: Evaluasi Model dengan *Davies-Bouldin Index* & *Silhouette Coefficient*

```
dbi_scores = []
silhouette_scores = []

for k in range(2, 5):
    kmeans = KMeans(n_clusters=k, random_state=42)
    labels = kmeans.fit_predict(X_scaled)

    dbi = davies_bouldin_score(X_scaled, labels)
    sil_score = silhouette_score(X_scaled, labels)

    dbi_scores.append(dbi)
    silhouette_scores.append(sil_score)
```

Gambar 4. 14 Evaluasi Model dengan DBI & SC

Pada tahap evaluasi model menggunakan *Davies-Bouldin Index* (DBI) dan *Silhouette Coefficient*, sintaks tersebut digunakan untuk mengukur kualitas hasil klasterisasi *K-Means*. Variabel *dbi_scores* dan *silhouette_scores* diawali sebagai list kosong untuk menyimpan hasil perhitungan. Perulangan *for k in range(2, 5)*: digunakan untuk menguji jumlah kluster mulai dari 2 hingga 4. Pada setiap iterasi, objek *K-Means* dibuat dengan parameter *n_clusters=k* dan *random_state=42* untuk menjaga konsistensi hasil, kemudian model dilatih dan diprediksi menggunakan *fit_predict(X_scaled)* sehingga menghasilkan label kluster. Nilai DBI dihitung dengan *davies_bouldin_score(X_scaled, labels)*, sedangkan nilai *Silhouette* dihitung dengan *silhouette_score(X_scaled, labels)*. Kedua nilai ini kemudian disimpan ke dalam list masing-masing untuk dianalisis lebih lanjut dalam menentukan performa terbaik model.

Tahapan 8: *Plot Davies-Bouldin Index & Silhouette Coefficient*

```
plt.figure(figsize=(12, 5))

plt.subplot(1, 2, 1)
plt.plot(range(2, 5), dbi_scores, 'ro-')
plt.title('Davies-Bouldin Index')
plt.xlabel('Jumlah Cluster')
plt.ylabel('DBI')
plt.grid(True)

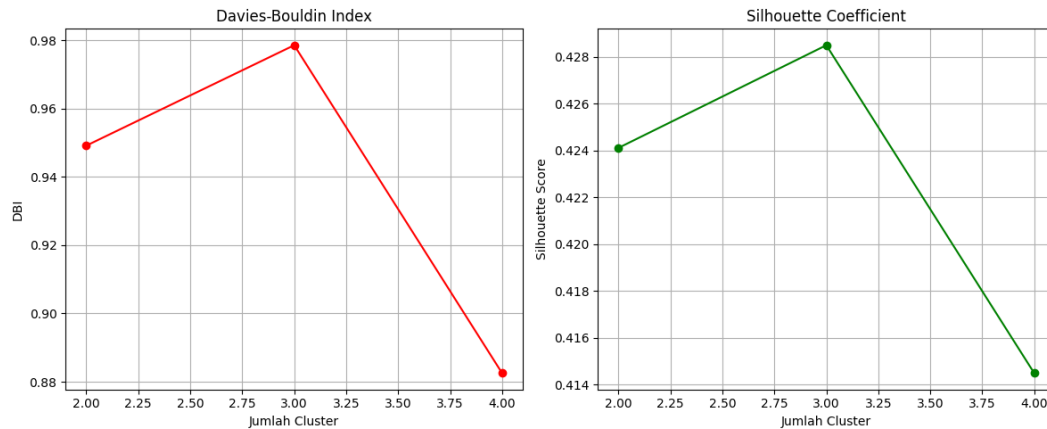
plt.subplot(1, 2, 2)
plt.plot(range(2, 5), silhouette_scores, 'go-')
plt.title('Silhouette Coefficient')
plt.xlabel('Jumlah Cluster')
plt.ylabel('Silhouette Score')
plt.grid(True)

plt.tight_layout()
plt.show()
```

Gambar 4. 15 Plot DBI & SC

Pada tahap visualisasi hasil evaluasi model, sintaks tersebut digunakan untuk membuat dua grafik dalam satu tampilan, yaitu *Davies-Bouldin Index* dan *Silhouette Coefficient*. Perintah `plt.figure(figsize=(12, 5))` menentukan ukuran keseluruhan gambar. Kemudian, `plt.subplot(1, 2, 1)` membuat subplot pertama untuk grafik DBI, yang diplot menggunakan `plt.plot(range(2, 5), dbi_scores, 'ro-')` dengan titik merah dan garis penghubung. Judul, label sumbu, dan grid ditambahkan agar grafik mudah dibaca. Subplot kedua dibuat dengan `plt.subplot(1, 2, 2)` untuk menampilkan *Silhouette Score*, menggunakan `plt.plot(range(2, 5), silhouette_scores, 'go-')` dengan

titik hijau. `plt.tight_layout()` digunakan agar tata letak kedua grafik rapi tanpa saling bertumpukan, dan `plt.show()` menampilkan hasil visualisasi di layar.



Gambar 4. 16 Grafik DBI & SC

Gambar tersebut menampilkan hasil evaluasi kualitas clustering menggunakan dua metrik: *Davies-Bouldin Index* (DBI) di sisi kiri dan *Silhouette Coefficient* di sisi kanan, terhadap jumlah cluster 2, 3, dan 4. Pada grafik DBI, semakin rendah nilai DBI semakin baik hasil clustering. Terlihat bahwa jumlah cluster 4 memiliki nilai DBI paling rendah (sekitar 0,88), sehingga lebih optimal dibandingkan cluster 2 dan 3. Sedangkan pada grafik *Silhouette Coefficient*, semakin tinggi nilainya semakin baik. Di sini, jumlah cluster 3 memiliki nilai tertinggi (sekitar 0,428), sedikit lebih baik daripada 2 cluster, sementara 4 cluster justru menurun. Dengan demikian, berdasarkan DBI, cluster 4 lebih baik, tetapi menurut *Silhouette Coefficient*, cluster 3 lebih ideal.

Tahapan 9: *Training Model dengan K-Means* ($k = 3$)

```
kmeans = KMeans(n_clusters=3, init='k-means++', random_state=42)
y_kmeans = kmeans.fit_predict(X_scaled)
```

Gambar 4. 17 Training Model dengan K-Means (k = 3)

Tahap ini melakukan pelatihan model *clustering* menggunakan algoritma *K-Means* dengan jumlah *cluster* ditentukan sebanyak 3. Parameter *init='k-means++'* berfungsi untuk memilih titik awal *centroid* secara cerdas agar proses konvergensi lebih cepat dan stabil. *random_state=42* memastikan hasil yang konsisten setiap kali kode dijalankan. Perintah *kmeans.fit_predict(X_scaled)* akan melakukan dua hal: pertama, menyesuaikan model dengan data yang sudah dinormalisasi (*X_scaled*), kemudian mengembalikan label *cluster* untuk setiap data yang disimpan dalam variabel *y_kmeans*.

Tahapan 10: Visualisasi Clustering dalam 3D

```
fig = plt.figure(figsize=(10, 7))
ax = fig.add_subplot(111, projection='3d')

ax.scatter(X_scaled[y_kmeans == 0, 0], X_scaled[y_kmeans == 0, 1], X_scaled[y_kmeans == 0, 2], s=100, c='red', label='Cluster 1')
ax.scatter(X_scaled[y_kmeans == 1, 0], X_scaled[y_kmeans == 1, 1], X_scaled[y_kmeans == 1, 2], s=100, c='blue', label='Cluster 2')
ax.scatter(X_scaled[y_kmeans == 2, 0], X_scaled[y_kmeans == 2, 1], X_scaled[y_kmeans == 2, 2], s=100, c='green', label='Cluster 3')

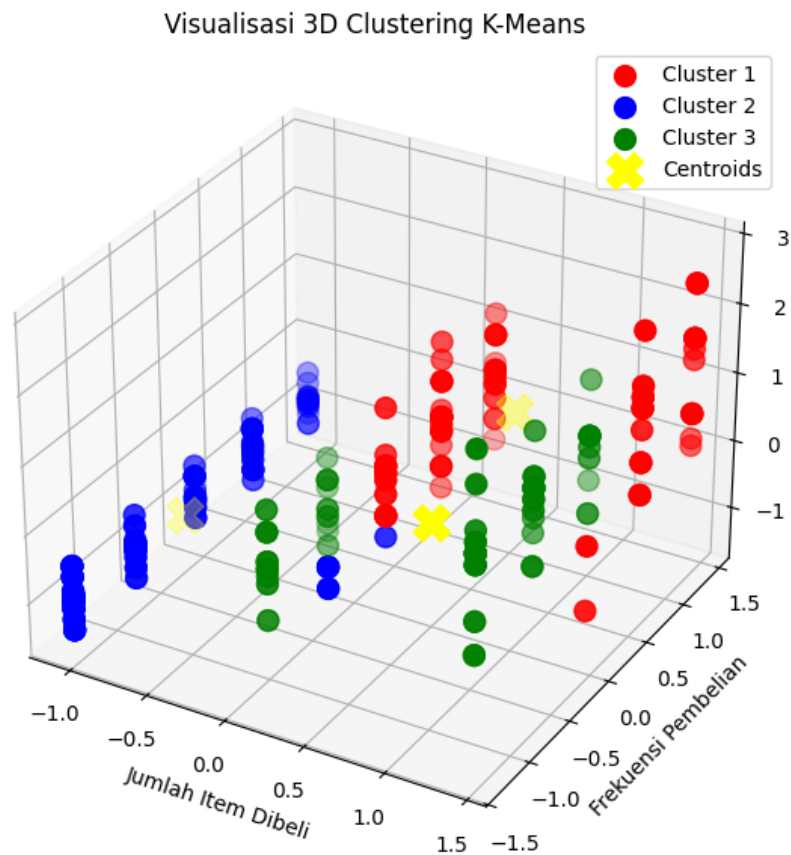
ax.scatter(kmeans.cluster_centers[:, 0], kmeans.cluster_centers[:, 1], kmeans.cluster_centers[:, 2],
          s=300, c='yellow', marker='x', label='Centroids')

ax.set_xlabel('Jumlah Item Dibeli')
ax.set_ylabel('Frekuensi Pembelian')
ax.set_zlabel('Jumlah Transaksi')
ax.set_title('Visualisasi 3D Clustering K-Means')
ax.legend()
plt.show()
```

Gambar 4. 18 Visualisasi Clustering 3D

Pada tahap ini akan memvisualisasikan hasil *clustering K-Means* dalam bentuk grafik 3 dimensi. Pertama, dibuat sebuah figure dengan ukuran 10x7 dan ditambahkan subplot 3D. Kemudian, tiga kelompok data yang sudah dikelompokkan (*y_kmeans*) ditampilkan menggunakan *ax.scatter*, masing-masing dengan warna

berbeda: merah untuk Cluster 1, biru untuk Cluster 2, dan hijau untuk Cluster 3. Setiap titik merepresentasikan data dari tiga fitur: jumlah item dibeli, frekuensi pembelian, dan jumlah transaksi. Selanjutnya, posisi *centroid* dari setiap *cluster* digambar menggunakan marker berbentuk X berwarna kuning agar mudah dibedakan. Label pada sumbu X, Y, dan Z ditambahkan sesuai nama fitur, judul grafik diberikan, dan legenda ditampilkan agar informasi lebih jelas. Terakhir, grafik ditampilkan menggunakan `plt.show()`.



Gambar 4. 19 Grafik 3D *Clustering K-Means*

Gambar tersebut merupakan visualisasi hasil *clustering K-Means* dalam ruang tiga dimensi. Setiap titik mewakili data yang telah diskalakan berdasarkan tiga fitur: jumlah item dibeli (sumbu X), frekuensi pembelian (sumbu Y), dan jumlah transaksi (sumbu Z). Data dikelompokkan menjadi tiga *cluster*, yang ditunjukkan dengan warna berbeda: merah untuk Cluster 1, biru untuk Cluster 2, dan hijau untuk Cluster 3. Tanda “X” berwarna kuning menandai posisi centroid masing-masing cluster, yaitu titik pusat yang menjadi representasi rata-rata setiap kelompok. Visualisasi ini mempermudah pemahaman pola distribusi data serta bagaimana titik-titik dikelompokkan berdasarkan kemiripannya.

Tahapan 11: Evaluasi - Menambahkan Label *Cluster* ke Data

```
data['Cluster'] = y_kmeans  
print(data.to_string())
```

Gambar 4. 20 Evaluasi - Menambahkan Label *Cluster* ke Data

Tahapan ini dilakukan untuk menambahkan informasi *cluster* ke dalam dataset. Perintah `data['Cluster'] = y_kmeans` membuat kolom baru bernama *Cluster* dan mengisinya dengan label hasil prediksi *K-Means* yang tersimpan pada `y_kmeans`, sehingga setiap data memiliki penanda kelompoknya. Setelah itu, `print(data.to_string())` digunakan untuk menampilkan seluruh isi *dataframe* secara lengkap tanpa dipotong, sehingga semua data dan label *cluster* terlihat jelas.

	customer id	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
0	CUST0001	1	2	170000	1
1	CUST0002	3	1	960000	2
2	CUST0003	1	1	230000	1
3	CUST0004	3	3	720000	2
4	CUST0005	3	1	660000	2
5	CUST0006	3	5	720000	0
6	CUST0007	1	2	200000	1
7	CUST0008	2	3	480000	0
8	CUST0009	2	5	580000	0
9	CUST0010	3	1	420000	2
10	CUST0011	1	2	200000	1
11	CUST0012	3	5	870000	0
12	CUST0013	2	1	480000	2
13	CUST0014	2	5	400000	0
14	CUST0015	3	4	690000	0
15	CUST0016	2	3	480000	0
16	CUST0017	2	5	480000	0

H	17	CUST0018	2	1	500000	2
	18	CUST0019	3	5	720000	0
	19	CUST0020	2	2	340000	1
	20	CUST0021	3	2	870000	2
	21	CUST0022	1	4	240000	1
	22	CUST0023	1	1	240000	1
	23	CUST0024	2	1	640000	2
	24	CUST0025	2	3	340000	0
	25	CUST0026	1	4	170000	1
	26	CUST0027	1	1	200000	1
	27	CUST0028	2	2	460000	2
	28	CUST0029	1	3	220000	1
	29	CUST0030	3	5	510000	0
	30	CUST0031	2	2	500000	2
	31	CUST0032	3	3	720000	2
	32	CUST0033	2	5	500000	0
	33	CUST0034	2	5	480000	0
	34	CUST0035	1	3	230000	1
	35	CUST0036	1	5	170000	1
	36	CUST0037	3	1	420000	2
	37	CUST0038	3	2	720000	2
	38	CUST0039	3	3	720000	2
	39	CUST0040	1	5	220000	1
	40	CUST0041	2	5	480000	0
	41	CUST0042	2	3	340000	0
	42	CUST0043	3	4	660000	0
	43	CUST0044	3	1	420000	2
	44	CUST0045	1	1	200000	1
	45	CUST0046	1	2	170000	1
	46	CUST0047	1	5	230000	1
	47	CUST0048	2	5	580000	0
	48	CUST0049	1	1	200000	1
	49	CUST0050	3	2	640000	2
H	50	CUST0051	1	1	240000	1
	51	CUST0052	2	1	340000	2
	52	CUST0053	2	2	580000	2
	53	CUST0054	3	1	720000	2
	54	CUST0055	3	2	510000	2
	55	CUST0056	3	3	690000	2
	56	CUST0057	3	3	420000	0
	57	CUST0058	1	1	230000	1
	58	CUST0059	1	3	250000	1
	59	CUST0060	2	3	280000	1
	60	CUST0061	2	1	480000	2
	61	CUST0062	2	5	480000	0
	62	CUST0063	3	2	600000	2
	63	CUST0064	2	2	400000	2
	64	CUST0065	2	5	480000	0
	65	CUST0066	1	1	320000	1
	66	CUST0067	1	4	250000	1
	67	CUST0068	2	3	440000	0
	68	CUST0069	2	1	480000	2
	69	CUST0070	2	5	480000	0
	70	CUST0071	2	4	440000	0
	71	CUST0072	1	3	200000	1
	72	CUST0073	3	4	720000	0
	73	CUST0074	2	1	580000	2
	74	CUST0075	1	1	170000	1

151	75	CUST0076	3	2	690000	2
	76	CUST0077	3	1	690000	2
	77	CUST0078	1	5	240000	1
	78	CUST0079	3	4	660000	0
	79	CUST0080	3	2	510000	2
	80	CUST0081	3	1	660000	2
	81	CUST0082	2	2	580000	2
	82	CUST0083	2	2	340000	1
	83	CUST0084	2	5	440000	0
	84	CUST0085	3	2	660000	2
	85	CUST0086	2	2	440000	2
	86	CUST0087	1	1	220000	1
	87	CUST0088	2	5	440000	0
	88	CUST0089	1	5	230000	1
	89	CUST0090	1	1	140000	1
	90	CUST0091	1	5	240000	1
	91	CUST0092	3	4	690000	0
	92	CUST0093	2	3	400000	0
	93	CUST0094	1	3	320000	1
	94	CUST0095	1	4	250000	1
	95	CUST0096	1	3	290000	1
	96	CUST0097	3	3	240000	0
	97	CUST0098	1	1	140000	1
	98	CUST0099	1	4	240000	1
	99	CUST0100	3	2	720000	2
	100	CUST0101	1	1	290000	1
	101	CUST0102	1	2	220000	1
	102	CUST0103	3	4	720000	0
	103	CUST0104	2	2	580000	2
	104	CUST0105	1	2	320000	1
	105	CUST0106	3	5	420000	0
	106	CUST0107	1	1	290000	1
	107	CUST0108	3	5	510000	0
	108	CUST0109	1	2	140000	1
152	109	CUST0110	2	5	440000	0
	110	CUST0111	1	5	220000	1
	111	CUST0112	2	3	460000	0
	112	CUST0113	1	4	290000	1
	113	CUST0114	1	3	200000	1
	114	CUST0115	3	3	510000	2
	115	CUST0116	2	1	500000	2
	116	CUST0117	1	5	240000	1
	117	CUST0118	2	1	440000	2
	118	CUST0119	2	3	510000	0
	119	CUST0120	2	5	480000	0
	120	CUST0121	3	2	510000	2
	121	CUST0122	1	1	240000	1
	122	CUST0123	1	4	290000	1
	123	CUST0124	3	3	690000	2
	124	CUST0125	2	3	400000	0
	125	CUST0126	1	2	230000	1
	126	CUST0127	3	3	660000	2
	127	CUST0128	1	1	290000	1
	128	CUST0129	2	5	580000	0
	129	CUST0130	3	1	690000	2
	130	CUST0131	2	4	480000	0
	131	CUST0132	2	1	580000	2
	132	CUST0133	2	4	440000	0

H	133	CUST0134	1	5	320000	1
	134	CUST0135	2	4	480000	0
	135	CUST0136	2	2	340000	1
	136	CUST0137	2	4	340000	0
	137	CUST0138	1	4	170000	1
	138	CUST0139	1	4	230000	1
	139	CUST0140	2	5	460000	0
	140	CUST0141	2	2	280000	1
	141	CUST0142	1	4	200000	1
	142	CUST0143	3	4	420000	0
	143	CUST0144	3	4	690000	0
	144	CUST0145	3	4	510000	0
	145	CUST0146	3	4	420000	0
	146	CUST0147	3	2	720000	2
	147	CUST0148	1	3	290000	1
	148	CUST0149	1	5	240000	1
	149	CUST0150	2	1	500000	2
	150	CUST0151	3	2	720000	2
	151	CUST0152	3	1	660000	2
	152	CUST0153	1	3	220000	1
	153	CUST0154	3	5	870000	0
	154	CUST0155	2	4	690000	0
	155	CUST0156	1	2	140000	1
	156	CUST0157	2	4	640000	0
	157	CUST0158	3	5	440000	0
	158	CUST0159	1	1	140000	1
	159	CUST0160	2	2	500000	2
	160	CUST0161	3	1	510000	2
	161	CUST0162	1	2	230000	1
	162	CUST0163	2	4	480000	0
	163	CUST0164	3	2	690000	2
	164	CUST0165	2	1	480000	2
	165	CUST0166	3	5	510000	0
	166	CUST0167	3	2	750000	2
H	167	CUST0168	2	5	480000	0
	168	CUST0169	2	2	500000	2
	169	CUST0170	1	2	290000	1
	170	CUST0171	2	2	340000	1
	171	CUST0172	1	4	170000	1
	172	CUST0173	1	4	240000	1
	173	CUST0174	1	5	250000	1
	174	CUST0175	1	1	250000	1
	175	CUST0176	1	5	240000	1
	176	CUST0177	2	4	480000	0
	177	CUST0178	2	4	480000	0
	178	CUST0179	2	4	340000	0
	179	CUST0180	1	2	240000	1
	180	CUST0181	1	3	220000	1
	181	CUST0182	1	3	170000	1
	182	CUST0183	1	1	320000	1
	183	CUST0184	2	4	460000	0
	184	CUST0185	3	3	660000	2
	185	CUST0186	1	4	220000	1
	186	CUST0187	1	1	220000	1
	187	CUST0188	2	1	440000	2
	188	CUST0189	1	5	200000	1
	189	CUST0190	3	1	720000	2

H	190	CUST0191	1	4	220000	1
	191	CUST0192	3	2	720000	2
	192	CUST0193	1	1	250000	1
	193	CUST0194	1	1	220000	1
	194	CUST0195	1	2	240000	1
	195	CUST0196	2	4	580000	0
	196	CUST0197	1	1	220000	1
	197	CUST0198	2	5	580000	0
	198	CUST0199	3	4	420000	0
	199	CUST0200	2	5	480000	0
	200	CUST0201	2	1	340000	2
	201	CUST0202	2	3	340000	0
	202	CUST0203	3	3	720000	2
	203	CUST0204	3	5	660000	0
	204	CUST0205	2	3	460000	0
	205	CUST0206	2	1	480000	2
	206	CUST0207	2	2	480000	2
	207	CUST0208	3	5	510000	0
	208	CUST0209	3	1	690000	2
	209	CUST0210	3	1	870000	2
	210	CUST0211	2	5	340000	0
	211	CUST0212	2	5	400000	0
	212	CUST0213	3	5	720000	0
	213	CUST0214	2	1	580000	2
	214	CUST0215	3	5	510000	0
	215	CUST0216	2	2	640000	2
	216	CUST0217	1	1	240000	1
	217	CUST0218	3	4	660000	0
	218	CUST0219	1	1	220000	1
	219	CUST0220	1	1	230000	1
	220	CUST0221	2	5	580000	0
	221	CUST0222	1	1	320000	1
	222	CUST0223	1	3	220000	1
	223	CUST0224	3	1	750000	2
H	224	CUST0225	1	4	200000	1
	225	CUST0226	1	1	170000	1
	226	CUST0227	1	1	240000	1
	227	CUST0228	2	1	460000	2
	228	CUST0229	1	3	290000	1
	229	CUST0230	2	3	340000	0
	230	CUST0231	2	5	640000	0
	231	CUST0232	1	5	250000	1
	232	CUST0233	2	4	580000	0
	233	CUST0234	1	4	290000	1
	234	CUST0235	2	2	280000	1
	235	CUST0236	2	3	480000	0
	236	CUST0237	1	1	220000	1
	237	CUST0238	3	2	750000	2
	238	CUST0239	3	1	660000	2
	239	CUST0240	2	5	340000	0
	240	CUST0241	2	3	480000	0
	241	CUST0242	1	3	170000	1
	242	CUST0243	3	5	720000	0
	243	CUST0244	2	1	500000	2
	244	CUST0245	2	2	560000	2
	245	CUST0246	1	3	230000	1
	246	CUST0247	1	3	220000	1

H	247	CUST0248	1	1	140000	1
	248	CUST0249	2	2	400000	2
	249	CUST0250	3	1	690000	2
	250	CUST0251	1	2	240000	1
	251	CUST0252	1	3	230000	1
	252	CUST0253	1	3	230000	1
	253	CUST0254	1	4	240000	1
	254	CUST0255	2	5	440000	0
	255	CUST0256	2	4	460000	0
	256	CUST0257	1	2	240000	1
	257	CUST0258	2	2	340000	1
	258	CUST0259	1	1	230000	1
	259	CUST0260	1	2	220000	1
	260	CUST0261	1	3	220000	1
	261	CUST0262	1	3	170000	1
	262	CUST0263	2	4	480000	0
	263	CUST0264	3	2	720000	2
	264	CUST0265	1	1	200000	1
	265	CUST0266	3	3	720000	2
	266	CUST0267	2	4	340000	0
	267	CUST0268	3	4	510000	0
	268	CUST0269	2	4	580000	0
	269	CUST0270	1	2	220000	1
	270	CUST0271	2	5	460000	0
	271	CUST0272	1	4	320000	1
	272	CUST0273	2	2	480000	2
	273	CUST0274	1	3	230000	1
	274	CUST0275	2	4	480000	0
	275	CUST0276	1	2	170000	1
	276	CUST0277	2	4	440000	0
	277	CUST0278	3	2	690000	2
	278	CUST0279	1	1	230000	1
	279	CUST0280	1	2	290000	1
	280	CUST0281	1	1	170000	1
H	281	CUST0282	1	5	230000	1
	282	CUST0283	1	2	240000	1
	283	CUST0284	2	1	460000	2
	284	CUST0285	2	1	440000	2
	285	CUST0286	1	5	170000	1
	286	CUST0287	1	4	170000	1
	287	CUST0288	1	4	230000	1
	288	CUST0289	2	3	340000	0
	289	CUST0290	1	4	220000	1
	290	CUST0291	2	4	440000	0
	291	CUST0292	2	5	340000	0
	292	CUST0293	2	3	440000	0
	293	CUST0294	2	5	280000	0
	294	CUST0295	1	3	200000	1
	295	CUST0296	3	5	870000	0
	296	CUST0297	2	4	280000	0
	297	CUST0298	2	3	460000	0
	298	CUST0299	2	4	480000	0
	299	CUST0300	3	4	510000	0
	300	CUST0301	2	3	340000	0
	301	CUST0302	3	5	690000	0
	302	CUST0303	1	1	170000	1
	303	CUST0304	1	2	220000	1

H1	304	CUST0305	3	3	720000	2
	305	CUST0306	2	4	480000	0
	306	CUST0307	1	3	230000	1
	307	CUST0308	1	1	230000	1
	308	CUST0309	3	3	510000	2
	309	CUST0310	1	3	230000	1
	310	CUST0311	1	2	230000	1
	311	CUST0312	3	3	510000	2
	312	CUST0313	1	4	140000	1
	313	CUST0314	1	4	290000	1
	314	CUST0315	1	2	240000	1
	315	CUST0316	1	1	240000	1
	316	CUST0317	2	1	340000	2
	317	CUST0318	2	5	440000	0
	318	CUST0319	2	5	400000	0
	319	CUST0320	2	5	580000	0
	320	CUST0321	1	5	170000	1
	321	CUST0322	3	3	870000	2
	322	CUST0323	2	2	580000	2
	323	CUST0324	2	5	460000	0
	324	CUST0325	1	2	250000	1
	325	CUST0326	2	4	580000	0
	326	CUST0327	2	4	500000	0
	327	CUST0328	1	2	240000	1
	328	CUST0329	1	3	290000	1
	329	CUST0330	1	5	290000	1
	330	CUST0331	1	4	170000	1
	331	CUST0332	1	5	250000	1
	332	CUST0333	2	1	580000	2
	333	CUST0334	3	1	690000	2
	334	CUST0335	2	4	340000	0
	335	CUST0336	1	1	240000	1
	336	CUST0337	1	1	240000	1
	337	CUST0338	2	3	640000	0
H2	338	CUST0339	2	4	400000	0
	339	CUST0340	1	4	170000	1
	340	CUST0341	3	1	690000	2
	341	CUST0342	1	4	240000	1
	342	CUST0343	1	4	290000	1
	343	CUST0344	3	2	750000	2
	344	CUST0345	2	1	640000	2
	345	CUST0346	1	1	320000	1
	346	CUST0347	1	1	290000	1
	347	CUST0348	3	4	870000	0
	348	CUST0349	3	4	600000	0
	349	CUST0350	3	3	720000	2
	350	CUST0351	3	5	720000	0
	351	CUST0352	3	2	660000	2
	352	CUST0353	1	4	290000	1
	353	CUST0354	3	1	510000	2
	354	CUST0355	1	1	230000	1
	355	CUST0356	3	2	720000	2
	356	CUST0357	3	3	600000	2
	357	CUST0358	2	2	480000	2
	358	CUST0359	1	4	140000	1
	359	CUST0360	1	4	200000	1

Gambar 4. 21 Output Evaluasi – Menambahkan Label *Cluster* Ke Data

Tahapan 12: Menampilkan Hasil *Clustering*

```
print('Hasil Clustering:')  
print(data[['Jumlah Item Dibeli', 'Frekuensi Pembelian', 'Jumlah Transaksi', 'Cluster']].to_string(index=False))
```

Gambar 4. 22 Menampilkan Hasil *Cluster*

Tahapan ini bertujuan untuk menampilkan hasil akhir clustering secara rapi. Baris pertama `print('Hasil Clustering:')` hanya mencetak judul agar *output* lebih informatif. Selanjutnya, perintah `print(data[['Jumlah Item Dibeli', 'Frekuensi Pembelian', 'Jumlah Transaksi', 'Cluster']].to_string(index=False))` menampilkan tabel yang berisi tiga kolom fitur utama beserta kolom *Cluster* yang menunjukkan kelompok hasil *K-Means*. Parameter `index=False` digunakan agar indeks baris tidak ikut ditampilkan, sehingga hasil terlihat lebih bersih dan mudah dibaca.

Hasil Clustering:				
	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
↔	1	2	170000	1
	3	1	960000	2
	1	1	230000	1
	3	3	720000	2
	3	1	660000	2
	3	5	720000	0
	1	2	200000	1
	2	3	480000	0
	2	5	580000	0
	3	1	420000	2
	1	2	200000	1
	3	5	870000	0
	2	1	480000	2
	2	5	400000	0
	3	4	690000	0
	2	3	480000	0
	2	5	480000	0
	2	1	500000	2
	3	5	720000	0
	2	2	340000	1
	3	2	870000	2

↔	1	4	240000	1
	1	1	240000	1
	2	1	640000	2
	2	3	340000	0
	1	4	170000	1
	1	1	200000	1
	2	2	460000	2
	1	3	220000	1
	3	5	510000	0
	2	2	500000	2
	3	3	720000	2
	2	5	500000	0
	2	5	480000	0
	1	3	230000	1
	1	5	170000	1
	3	1	420000	2
	3	2	720000	2
	3	3	720000	2
	1	5	220000	1
	2	5	480000	0
	2	3	340000	0
	3	4	660000	0
	3	1	420000	2
	1	1	200000	1
	1	2	170000	1
	1	5	230000	1
	2	5	580000	0
	1	1	200000	1
	3	2	640000	2
	1	1	240000	1
	2	1	340000	2
	2	2	580000	2
↔	3	3	690000	2
	3	3	420000	0
	1	1	230000	1
	1	3	250000	1
	2	3	280000	1
	2	1	480000	2
	2	5	480000	0
	3	2	600000	2
	2	2	400000	2
	2	5	480000	0
	1	1	320000	1
	1	4	250000	1

⇒	2	3	440000	0
	2	1	480000	2
	2	5	480000	0
	2	4	440000	0
	1	3	200000	1
	3	4	720000	0
	2	1	580000	2
	1	1	170000	1
	3	2	690000	2
	3	1	690000	2
	1	5	240000	1
	3	4	660000	0
	3	2	510000	2
	3	1	660000	2
	2	2	580000	2
	2	2	340000	1
	2	5	440000	0
	3	2	660000	2
	2	2	440000	2
	1	1	220000	1
	2	5	440000	0
	1	5	230000	1
	1	1	140000	1
	1	5	240000	1
	3	4	690000	0
	2	3	400000	0
	1	3	320000	1
	1	4	250000	1
	1	3	290000	1
	3	3	240000	0
	1	1	140000	1
	1	4	240000	1
	3	2	720000	2
	1	1	290000	1
⇒	1	2	220000	1
	3	4	720000	0
	2	2	580000	2
	1	2	320000	1
	3	5	420000	0
	1	1	290000	1
	3	5	510000	0
	1	2	140000	1
	2	5	440000	0
	1	5	220000	1
	2	3	460000	0
	1	4	290000	1
	1	3	200000	1

↔	3	3	510000	2
	2	1	500000	2
	1	5	240000	1
	2	1	440000	2
	2	3	510000	0
	2	5	480000	0
	3	2	510000	2
	1	1	240000	1
	1	4	290000	1
	3	3	690000	2
	2	3	400000	0
	1	2	230000	1
	3	3	660000	2
	1	1	290000	1
	2	5	580000	0
	3	1	690000	2
	2	4	480000	0
	2	1	580000	2
	2	4	440000	0
	1	5	320000	1
	2	4	480000	0
	2	2	340000	1
	2	4	340000	0
	1	4	170000	1
	1	4	230000	1
	2	5	460000	0
	2	2	280000	1
	1	4	200000	1
	3	4	420000	0
	3	4	690000	0
	3	4	510000	0
	3	4	420000	0
	3	2	720000	2
	1	3	290000	1
↔	1	5	240000	1
	2	1	500000	2
	3	2	720000	2
	3	1	660000	2
	1	3	220000	1
	3	5	870000	0
	2	4	690000	0
	1	2	140000	1
	2	4	640000	0
	3	5	440000	0
	1	1	140000	1
	2	2	500000	2
	3	1	510000	2

↔	1	2	230000	1
	2	4	480000	0
	3	2	690000	2
	2	1	480000	2
	3	5	510000	0
	3	2	750000	2
	2	5	480000	0
	2	2	500000	2
	1	2	290000	1
	2	2	340000	1
	1	4	170000	1
	1	4	240000	1
	1	5	250000	1
	1	1	250000	1
	1	5	240000	1
	2	4	480000	0
	2	4	480000	0
	2	4	340000	0
	1	2	240000	1
	1	3	220000	1
	1	3	170000	1
	1	1	320000	1
	2	4	460000	0
	3	3	660000	2
	1	4	220000	1
	1	1	220000	1
	2	1	440000	2
	1	5	200000	1
	3	1	720000	2
	1	4	220000	1
	3	2	720000	2
	1	1	250000	1
	1	1	220000	1
	1	2	240000	1
↔	2	4	580000	0
	1	1	220000	1
	2	5	580000	0
	3	4	420000	0
	2	5	480000	0
	2	1	340000	2
	2	3	340000	0
	3	3	720000	2
	3	5	660000	0
	2	3	460000	0
	2	1	480000	2
	2	2	480000	2
	3	5	510000	0

↔	3	1	690000	2
	3	1	870000	2
	2	5	340000	0
	2	5	400000	0
	3	5	720000	0
	2	1	580000	2
	3	5	510000	0
	2	2	640000	2
	1	1	240000	1
	3	4	660000	0
	1	1	220000	1
	1	1	230000	1
	2	5	580000	0
	1	1	320000	1
	1	3	220000	1
	3	1	750000	2
	1	4	200000	1
	1	1	170000	1
	1	1	240000	1
	2	1	460000	2
	1	3	290000	1
	2	3	340000	0
	2	5	640000	0
	1	5	250000	1
	2	4	580000	0
	1	4	290000	1
	2	2	280000	1
	2	3	480000	0
	1	1	220000	1
	3	2	750000	2
	3	1	660000	2
	2	5	340000	0
	2	3	480000	0
	1	3	170000	1
↔	3	5	720000	0
	2	1	500000	2
	2	2	560000	2
	1	3	230000	1
	1	3	220000	1
	1	1	140000	1
	2	2	400000	2
	3	1	690000	2
	1	2	240000	1
	1	3	230000	1
	1	3	230000	1
	1	4	240000	1
	2	5	440000	0

↔	2	4	460000	0
	1	2	240000	1
	2	2	340000	1
	1	1	230000	1
	1	2	220000	1
	1	3	220000	1
	1	3	170000	1
	2	4	480000	0
	3	2	720000	2
	1	1	200000	1
	3	3	720000	2
	2	4	340000	0
	3	4	510000	0
	2	4	580000	0
	1	2	220000	1
	2	5	460000	0
	1	4	320000	1
	2	2	480000	2
	1	3	230000	1
	2	4	480000	0
	1	2	170000	1
	2	4	440000	0
	3	2	690000	2
	1	1	230000	1
	1	2	290000	1
	1	1	170000	1
	1	5	230000	1
	1	2	240000	1
	2	1	460000	2
	2	1	440000	2
	1	5	170000	1
	1	4	170000	1
	1	4	230000	1
	2	3	340000	0
↔	1	4	220000	1
	2	4	440000	0
	2	5	340000	0
	2	3	440000	0
	2	5	280000	0
	1	3	200000	1
	3	5	870000	0
	2	4	280000	0
	2	3	460000	0
	2	4	480000	0
	3	4	510000	0
	2	3	340000	0
	3	5	690000	0

↔	1	1	170000	1
	1	2	220000	1
	3	3	720000	2
	2	4	480000	0
	1	3	230000	1
	1	1	230000	1
	3	3	510000	2
	1	3	230000	1
	1	2	230000	1
	3	3	510000	2
	1	4	140000	1
	1	4	290000	1
	1	2	240000	1
	1	1	240000	1
	2	1	340000	2
	2	5	440000	0
	2	5	400000	0
	2	5	580000	0
	1	5	170000	1
	3	3	870000	2
	2	2	580000	2
	2	5	460000	0
	1	2	250000	1
	2	4	580000	0
	2	4	500000	0
	1	2	240000	1
	1	3	290000	1
	1	5	290000	1
	1	4	170000	1
	1	5	250000	1
	2	1	580000	2
	3	1	690000	2
	2	4	340000	0
↔	1	1	240000	1
	2	3	640000	0
	2	4	400000	0
	1	4	170000	1
	3	1	690000	2
	1	4	240000	1
	1	4	290000	1
	3	2	750000	2
	2	1	640000	2
	1	1	320000	1
	1	1	290000	1
	3	4	870000	0
	3	4	600000	0



3	3	720000	2
3	5	720000	0
3	2	660000	2
1	4	290000	1
3	1	510000	2
1	1	230000	1
3	2	720000	2
3	3	600000	2
2	2	480000	2
1	4	140000	1
1	4	200000	1

Gambar 4. 23 Hasil *Clustering*

Tahapan 13: Interpretasi Hasil *Clustering*

```
for cluster in sorted(data['Cluster'].unique()):
    print(f'\nInterpretasi Cluster {cluster+1}:')
    print(data[data['Cluster'] == cluster].describe())
```

Gambar 4. 24 Interpretasi Hasil *Clustering*

Tahapan ini digunakan untuk melakukan interpretasi terhadap setiap *cluster* yang terbentuk. Perulangan *for cluster in sorted(data['Cluster'].unique())*: akan mengambil semua nilai unik pada kolom *Cluster* dan mengurutkannya, lalu melakukan iterasi untuk setiap *cluster*. Di dalam loop, perintah *print(f'\nInterpretasi Cluster {cluster+1}:')* mencetak judul interpretasi dengan menambahkan 1 agar penomoran *cluster* dimulai dari 1, bukan 0. Kemudian, *print(data[data['Cluster'] == cluster].describe())* menampilkan statistik deskriptif (seperti *mean*, *min*, *max*) untuk semua data yang termasuk dalam *cluster* tersebut, sehingga memudahkan analisis karakteristik tiap kelompok.

Interpretasi Cluster 1:				
	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
count	114.000000	114.000000	114.000000	114.0
mean	2.307018	4.245614	506666.666667	0.0
std	0.463293	0.747401	131429.624943	0.0
min	2.000000	3.000000	240000.000000	0.0
25%	2.000000	4.000000	440000.000000	0.0
50%	2.000000	4.000000	480000.000000	0.0
75%	3.000000	5.000000	580000.000000	0.0
max	3.000000	5.000000	870000.000000	0.0
Interpretasi Cluster 2:				
	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
count	150.000000	150.000000	150.000000	150.0
mean	1.053333	2.666667	232733.333333	1.0
std	0.225450	1.403097	48187.228065	0.0
min	1.000000	1.000000	140000.000000	1.0
25%	1.000000	1.000000	200000.000000	1.0
50%	1.000000	2.500000	230000.000000	1.0
75%	1.000000	4.000000	250000.000000	1.0
max	2.000000	5.000000	340000.000000	1.0
Interpretasi Cluster 3:				
	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
count	96.000000	96.000000	96.000000	96.0
mean	2.59375	1.718750	599583.333333	2.0
std	0.49371	0.735608	129329.580340	0.0
min	2.00000	1.000000	340000.000000	2.0
25%	2.00000	1.000000	500000.000000	2.0
50%	3.00000	2.000000	600000.000000	2.0
75%	3.00000	2.000000	697500.000000	2.0
max	3.00000	3.000000	960000.000000	2.0

Gambar 4. 25 Interpretasi Hasil *Cluster 1*, *Cluster 2*, dan *Cluster 3*

4.2 Pembahasan

4.2.1 Evaluasi Model Clustering dan Penentuan Cluster Optimal

Dalam tahap ini dilakukan evaluasi untuk menentukan jumlah cluster (k) yang optimal sebelum model K-Means diterapkan. Evaluasi dilakukan menggunakan tiga metode, yaitu Elbow Method, Davies-Bouldin Index (DBI), dan Silhouette Coefficient. Ketiga metode ini memberikan perspektif yang berbeda dalam menilai kualitas clustering.

A. Elbow Method

Elbow Method digunakan untuk melihat hubungan antara jumlah cluster (k) dan nilai SSE (Sum of Squared Errors). Nilai SSE akan menurun seiring bertambahnya jumlah cluster, tetapi penurunan tersebut akan melandai pada titik tertentu. Titik melandai ini disebut *elbow point* yang menunjukkan jumlah cluster optimal. Pada Gambar 4.13 terlihat bahwa penurunan SSE signifikan terjadi hingga $k=3$, kemudian melandai setelahnya. Oleh karena itu, Elbow Method merekomendasikan jumlah cluster optimal adalah $k=3$.

B. Davies-Bouldin Index (DBI)

Davies-Bouldin Index mengukur kualitas cluster berdasarkan jarak antar cluster dan sebaran data di dalam cluster. Semakin kecil nilai DBI, semakin baik kualitas clustering. Pada evaluasi yang dilakukan, nilai DBI untuk $k=2$, $k=3$, dan $k=4$ masing-masing adalah sekitar 0,95; 0,98; dan 0,88. Nilai terendah terdapat pada $k=4$, sehingga dari sudut pandang DBI, 4 cluster memberikan hasil terbaik.

C. Silhouette Coefficient

Silhouette Coefficient mengukur seberapa mirip suatu data dengan cluster-nya sendiri dibandingkan dengan cluster lain. Nilai berada antara -1 hingga 1, dan semakin tinggi nilainya semakin baik clustering yang terbentuk. Berdasarkan hasil evaluasi, nilai Silhouette untuk $k=2$, $k=3$, dan $k=4$ masing-masing sekitar 0,424; 0,428; dan 0,415. Nilai tertinggi berada pada $k=3$, sehingga metode ini merekomendasikan 3 cluster.

Tabel 4. 1 Perbandingan Hasil Evaluasi Model

Metode Evaluasi	Kriteria Penilaian	Jumlah Cluster Terbaik
Elbow Method	Titik siku pada grafik SSE	3
Davies-Bouldin Index	Nilai terkecil DBI	4
Silhouette Coefficient	Nilai terbesar Silhouette	3

Dari ketiga metode evaluasi tersebut, Elbow Method dan Silhouette Coefficient sama-sama merekomendasikan jumlah cluster optimal adalah $k=3$, sedangkan Davies-Bouldin Index merekomendasikan $k=4$. Untuk menjaga keseimbangan antara interpretasi model dan kemudahan analisis, dipilih $k=3$ sebagai jumlah cluster optimal yang akan digunakan pada tahap implementasi.

4.2.2 Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dengan di Google Colab

Hasil Perhitungan Manual:

Perhitungan manual menggunakan Excel dilakukan dengan menentukan jarak setiap data terhadap masing-masing pusat *cluster* (*centroid*), kemudian data dikelompokkan ke *cluster* dengan jarak terdekat. Proses ini diulang secara bertahap hingga posisi *centroid* tetap atau tidak mengalami perubahan. Meskipun metode ini dapat dilakukan tanpa bantuan pemrograman, prosesnya memerlukan waktu yang cukup lama dan memiliki risiko terjadinya kesalahan perhitungan, khususnya apabila jumlah data yang diolah cukup besar. Hasil dari perhitungan manual tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 2 Cluster 1 Perhitungan Manual

No	Kode Pelanggan	Jenis Sepatu	Jumlah Item	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
1	CUST0002	Ventela Public	3	1	960000	1
2	CUST0004	New Balance	3	3	720000	1
3	CUST0005	Adidas Samba	3	1	660000	1
4	CUST0006	Sepatu Gunung	3	5	720000	1
5	CUST0009	Ventela Basic	2	5	580000	1
6	CUST0012	Ventela Basic	3	5	870000	1
7	CUST0015	Air Nike Zoom	3	4	690000	1
8	CUST0019	Sepatu Gunung	3	5	720000	1
9	CUST0021	Ventela Basic	3	2	870000	1
10	CUST0024	Ventela Public	2	1	640000	1
11	CUST0032	Onitsuka	3	3	720000	1
12	CUST0038	Sepatu Gunung	3	2	720000	1
13	CUST0039	Sepatu Gunung	3	3	720000	1
14	CUST0043	Jordan	3	4	660000	1
15	CUST0048	Ventela Basic	2	5	580000	1
16	CUST0050	Ventela Public	3	2	640000	1
17	CUST0053	Ventela Basic	2	2	580000	1
18	CUST0054	Sepatu Gunung	3	1	720000	1
19	CUST0056	Sepatu Fashion	3	3	690000	1
20	CUST0063	Vans	3	2	600000	1
21	CUST0073	New Balance	3	4	720000	1
22	CUST0074	Vantela Etnic	2	1	580000	1
23	CUST0076	Air Nike Zoom	3	2	690000	1
24	CUST0077	Sepatu Fashion	3	1	690000	1
25	CUST0079	Pentopel	3	4	660000	1
26	CUST0081	Adidas Samba	3	1	660000	1
27	CUST0082	Vantela Etnic	2	2	580000	1
28	CUST0085	Adidas Samba	3	2	660000	1
29	CUST0092	Air Nike Zoom	3	4	690000	1
30	CUST0100	Onitsuka	3	2	720000	1
31	CUST0103	Jordan	3	4	720000	1

No	Kode Pelanggan	Jenis Sepatu	Jumlah Item	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
32	CUST0104	Ventela Basic	2	2	580000	1
33	CUST0124	Air Nike Zoom	3	3	690000	1
34	CUST0127	Pentopel	3	3	660000	1
35	CUST0129	Ventela Basic	2	5	580000	1
36	CUST0130	Sepatu Fashion	3	1	690000	1
37	CUST0132	Ventela Basic	2	1	580000	1
38	CUST0144	Sepatu Fashion	3	4	690000	1
39	CUST0147	New Balance	3	2	720000	1
40	CUST0151	Jordan	3	2	720000	1
41	CUST0152	Adidas Samba	3	1	660000	1
42	CUST0154	Vantela Etnic	3	5	870000	1
43	CUST0155	Air Nike Zoom	2	4	690000	1
44	CUST0157	Ventela Public	2	4	640000	1
45	CUST0164	Air Nike Zoom	3	2	690000	1
46	CUST0167	Hoka	3	2	750000	1
47	CUST0185	Adidas Samba	3	3	660000	1
48	CUST0190	New Balance	3	1	720000	1
49	CUST0192	Onitsuka	3	2	720000	1
50	CUST0196	Ventela Basic	2	4	580000	1
51	CUST0198	Vantela Etnic	2	5	580000	1
52	CUST0203	New Balance	3	3	720000	1
53	CUST0204	Pentopel	3	5	660000	1
54	CUST0209	Air Nike Zoom	3	1	690000	1
55	CUST0210	Vantela Etnic	3	1	870000	1
56	CUST0213	New Balance	3	5	720000	1
57	CUST0214	Vantela Etnic	2	1	580000	1
58	CUST0216	Ventela Public	2	2	640000	1
59	CUST0218	Adidas Samba	3	4	660000	1
60	CUST0221	Vantela Etnic	2	5	580000	1
61	CUST0224	Hoka	3	1	750000	1
62	CUST0231	Ventela Public	2	5	640000	1
63	CUST0233	Ventela Basic	2	4	580000	1
64	CUST0238	Hoka	3	2	750000	1

No	Kode Pelanggan	Jenis Sepatu	Jumlah Item	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
65	CUST0239	Pentopel	3	1	660000	1
66	CUST0243	New Balance	3	5	720000	1
67	CUST0250	Sepatu Fashion	3	1	690000	1
68	CUST0264	New Balance	3	2	720000	1
69	CUST0266	Sepatu Gunung	3	3	720000	1
70	CUST0269	Vantela Ethnic	2	4	580000	1
71	CUST0278	Sepatu Fashion	3	2	690000	1
72	CUST0296	Ventela Basic	3	5	870000	1
73	CUST0302	Sepatu Fashion	3	5	690000	1
74	CUST0305	Sepatu Gunung	3	3	720000	1
75	CUST0320	Ventela Basic	2	5	580000	1
76	CUST0322	Vantela Ethnic	3	3	870000	1
77	CUST0323	Ventela Basic	2	2	580000	1
78	CUST0326	Ventela Basic	2	4	580000	1
79	CUST0333	Ventela Basic	2	1	580000	1
80	CUST0334	Sepatu Fashion	3	1	690000	1
81	CUST0338	Ventela Public	2	3	640000	1
82	CUST0341	Sepatu Fashion	3	1	690000	1
83	CUST0344	Hoka	3	2	750000	1
84	CUST0345	Ventela Public	2	1	640000	1
85	CUST0348	Vantela Ethnic	3	4	870000	1
86	CUST0349	Vans	3	4	600000	1
87	CUST0350	Sepatu Gunung	3	3	720000	1
88	CUST0351	Sepatu Gunung	3	5	720000	1
89	CUST0352	Adidas Samba	3	2	660000	1
90	CUST0356	Jordan	3	2	720000	1
91	CUST0357	Vans	3	3	600000	1

Tabel 4. 3 Cluster 2 Perhitungan Manual

No	Kode Pelanggan	Jenis Sepatu	Jumlah Item	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
1	CUST0001	Ardiles	1	2	170000	2
2	CUST0003	Sepatu Fashion	1	1	230000	2
3	CUST0007	Vans	1	2	200000	2
4	CUST0011	Vans	1	2	200000	2
5	CUST0022	New Balance	1	4	240000	2
6	CUST0023	Sepatu Gunung	1	1	240000	2
7	CUST0026	Asics Lokal	1	4	170000	2
8	CUST0027	Vans	1	1	200000	2
9	CUST0029	Pentopel	1	3	220000	2
10	CUST0035	Sepatu Fashion	1	3	230000	2
11	CUST0036	Ardiles	1	5	170000	2
12	CUST0040	Pentopel	1	5	220000	2
13	CUST0045	Vans	1	1	200000	2
14	CUST0046	Asics Lokal	1	2	170000	2
15	CUST0047	Air Nike Zoom	1	5	230000	2
16	CUST0049	Vans	1	1	200000	2
17	CUST0051	Sepatu Gunung	1	1	240000	2
18	CUST0058	Air Nike Zoom	1	1	230000	2
19	CUST0059	Hoka	1	3	250000	2
20	CUST0060	Pro ATT	2	3	280000	2
21	CUST0066	Ventela Public	1	1	320000	2
22	CUST0067	Hoka	1	4	250000	2
23	CUST0072	Vans	1	3	200000	2
24	CUST0075	Ando	1	1	170000	2
25	CUST0078	New Balance	1	5	240000	2
26	CUST0087	Pentopel	1	1	220000	2
27	CUST0089	Sepatu Fashion	1	5	230000	2
28	CUST0090	Pro ATT	1	1	140000	2
29	CUST0091	Jordan	1	5	240000	2

No	Kode Pelanggan	Jenis Sepatu	Jumlah Item	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
30	CUST0094	Ventela Public	1	3	320000	2
31	CUST0095	Hoka	1	4	250000	2
32	CUST0096	Ventela Basic	1	3	290000	2
33	CUST0097	Sepatu Gunung	3	3	240000	2
34	CUST0098	Pro ATT	1	1	140000	2
35	CUST0099	Onitsuka	1	4	240000	2
36	CUST0101	Vantela Etnic	1	1	290000	2
37	CUST0102	Adidas Samba	1	2	220000	2
38	CUST0105	Ventela Public	1	2	320000	2
39	CUST0107	Ventela Basic	1	1	290000	2
40	CUST0109	Pro ATT	1	2	140000	2
41	CUST0111	Pentopel	1	5	220000	2
42	CUST0113	Ventela Basic	1	4	290000	2
43	CUST0114	Vans	1	3	200000	2
44	CUST0117	Sepatu Gunung	1	5	240000	2
45	CUST0122	Jordan	1	1	240000	2
46	CUST0123	Vantela Etnic	1	4	290000	2
47	CUST0126	Air Nike Zoom	1	2	230000	2
48	CUST0128	Ventela Basic	1	1	290000	2
49	CUST0134	Ventela Public	1	5	320000	2
50	CUST0138	Ardiles	1	4	170000	2
51	CUST0139	Sepatu Fashion	1	4	230000	2
52	CUST0141	Pro ATT	2	2	280000	2
53	CUST0142	Vans	1	4	200000	2
54	CUST0148	Vantela Etnic	1	3	290000	2
55	CUST0149	New Balance	1	5	240000	2
56	CUST0153	Pentopel	1	3	220000	2
57	CUST0156	Pro ATT	1	2	140000	2
58	CUST0159	Pro ATT	1	1	140000	2
59	CUST0162	Sepatu Fashion	1	2	230000	2
60	CUST0170	Vantela Etnic	1	2	290000	2
61	CUST0172	Asics Lokal	1	4	170000	2
62	CUST0173	New Balance	1	4	240000	2

No	Kode Pelanggan	Jenis Sepatu	Jumlah Item	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
63	CUST0174	Hoka	1	5	250000	2
64	CUST0175	Hoka	1	1	250000	2
65	CUST0176	New Balance	1	5	240000	2
66	CUST0180	New Balance	1	2	240000	2
67	CUST0181	Pentopel	1	3	220000	2
68	CUST0182	Ando	1	3	170000	2
69	CUST0183	Ventela Public	1	1	320000	2
70	CUST0186	Pentopel	1	4	220000	2
71	CUST0187	Adidas Samba	1	1	220000	2
72	CUST0189	Vans	1	5	200000	2
73	CUST0191	Pentopel	1	4	220000	2
74	CUST0193	Hoka	1	1	250000	2
75	CUST0194	Pentopel	1	1	220000	2
76	CUST0195	Onitsuka	1	2	240000	2
77	CUST0197	Jordan	1	1	220000	2
78	CUST0217	Sepatu Gunung	1	1	240000	2
79	CUST0219	Pentopel	1	1	220000	2
80	CUST0220	Sepatu Fashion	1	1	230000	2
81	CUST0222	Ventela Public	1	1	320000	2
82	CUST0223	Pentopel	1	3	220000	2
83	CUST0225	Vans	1	4	200000	2
84	CUST0226	Asics Lokal	1	1	170000	2
85	CUST0227	Jordan	1	1	240000	2
86	CUST0229	Vantela Etnic	1	3	290000	2
87	CUST0232	Hoka	1	5	250000	2
88	CUST0234	Ventela Basic	1	4	290000	2
89	CUST0235	Pro ATT	2	2	280000	2
90	CUST0237	Pentopel	1	1	220000	2
91	CUST0242	Ardiles	1	3	170000	2
92	CUST0246	Sepatu Fashion	1	3	230000	2
93	CUST0247	Adidas Samba	1	3	220000	2
94	CUST0248	Pro ATT	1	1	140000	2
95	CUST0251	Jordan	1	2	240000	2

No	Kode Pelanggan	Jenis Sepatu	Jumlah Item	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
96	CUST0252	Air Nike Zoom	1	3	230000	2
97	CUST0253	Air Nike Zoom	1	3	230000	2
98	CUST0254	New Balance	1	4	240000	2
99	CUST0257	Jordan	1	2	240000	2
100	CUST0259	Sepatu Fashion	1	1	230000	2
101	CUST0260	Adidas Samba	1	2	220000	2
102	CUST0261	Adidas Samba	1	3	220000	2
103	CUST0262	Ando	1	3	170000	2
104	CUST0265	Vans	1	1	200000	2
105	CUST0270	Pentopel	1	2	220000	2
106	CUST0272	Ventela Public	1	4	320000	2
107	CUST0274	Air Nike Zoom	1	3	230000	2
108	CUST0276	Ardiles	1	2	170000	2
109	CUST0279	Air Nike Zoom	1	1	230000	2
110	CUST0280	Ventela Basic	1	2	290000	2
111	CUST0281	Ando	1	1	170000	2
112	CUST0282	Sepatu Fashion	1	5	230000	2
113	CUST0283	Jordan	1	2	240000	2
114	CUST0286	Asics Lokal	1	5	170000	2
115	CUST0287	Ando	1	4	170000	2
116	CUST0288	Sepatu Fashion	1	4	230000	2
117	CUST0290	Adidas Samba	1	4	220000	2
118	CUST0294	Pro ATT	2	5	280000	2
119	CUST0295	Vans	1	3	200000	2
120	CUST0297	Ando	2	4	280000	2
121	CUST0303	Ando	1	1	170000	2
122	CUST0304	Pentopel	1	2	220000	2
123	CUST0307	Sepatu Fashion	1	3	230000	2
124	CUST0308	Air Nike Zoom	1	1	230000	2
125	CUST0310	Air Nike Zoom	1	3	230000	2
126	CUST0311	Sepatu Fashion	1	2	230000	2
127	CUST0313	Pro ATT	1	4	140000	2
128	CUST0314	Vantela Etnic	1	4	290000	2

No	Kode Pelanggan	Jenis Sepatu	Jumlah Item	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
129	CUST0315	Jordan	1	2	240000	2
130	CUST0316	Sepatu Gunung	1	1	240000	2
131	CUST0321	Asics Lokal	1	5	170000	2
132	CUST0325	Hoka	1	2	250000	2
133	CUST0328	Sepatu Gunung	1	2	240000	2
134	CUST0329	Vantela Etnic	1	3	290000	2
135	CUST0330	Ventela Basic	1	5	290000	2
136	CUST0331	Ando	1	4	170000	2
137	CUST0332	Hoka	1	5	250000	2
138	CUST0336	Jordan	1	1	240000	2
139	CUST0337	Jordan	1	1	240000	2
140	CUST0340	Ando	1	4	170000	2
141	CUST0342	New Balance	1	4	240000	2
142	CUST0343	Vantela Etnic	1	4	290000	2
143	CUST0346	Ventela Public	1	1	320000	2
144	CUST0347	Ventela Basic	1	1	290000	2
145	CUST0353	Vantela Etnic	1	4	290000	2
146	CUST0355	Air Nike Zoom	1	1	230000	2
147	CUST0359	Pro ATT	1	4	140000	2
148	CUST0360	Vans	1	4	200000	2

Tabel 4. 4 Cluster 3 Perhitungan Manual

No	Kode Pelanggan	Jenis Sepatu	Jumlah Item	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
1	CUST0008	Onitsuka	2	3	480000	3
2	CUST0010	Pro ATT	3	1	420000	3
3	CUST0013	New Balance	2	1	480000	3
4	CUST0014	Vans	2	5	400000	3
5	CUST0016	New Balance	2	3	480000	3
6	CUST0017	Onitsuka	2	5	480000	3

No	Kode Pelanggan	Jenis Sepatu	Jumlah Item	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
7	CUST0018	Hoka	2	1	500000	3
8	CUST0020	Ando	2	2	340000	3
9	CUST0025	Ardiles	2	3	340000	3
10	CUST0028	Air Nike Zoom	2	2	460000	3
11	CUST0030	Ando	3	5	510000	3
12	CUST0031	Hoka	2	2	500000	3
13	CUST0033	Hoka	2	5	500000	3
14	CUST0034	Onitsuka	2	5	480000	3
15	CUST0037	Pro ATT	3	1	420000	3
16	CUST0041	New Balance	2	5	480000	3
17	CUST0042	Ardiles	2	3	340000	3
18	CUST0044	Pro ATT	3	1	420000	3
19	CUST0052	Asics Lokal	2	1	340000	3
20	CUST0055	Ando	3	2	510000	3
21	CUST0057	Pro ATT	3	3	420000	3
22	CUST0061	New Balance	2	1	480000	3
23	CUST0062	Onitsuka	2	5	480000	3
24	CUST0064	Vans	2	2	400000	3
25	CUST0065	Onitsuka	2	5	480000	3
26	CUST0068	Adidas Samba	2	3	440000	3
27	CUST0069	Sepatu Gunung	2	1	480000	3
28	CUST0070	Sepatu Gunung	2	5	480000	3
29	CUST0071	Pentopel	2	4	440000	3
30	CUST0080	Ardiles	3	2	510000	3
31	CUST0083	Ando	2	2	340000	3
32	CUST0084	Adidas Samba	2	5	440000	3
33	CUST0086	Adidas Samba	2	2	440000	3
34	CUST0088	Pentopel	2	5	440000	3
35	CUST0093	Vans	2	3	400000	3
36	CUST0106	Pro ATT	3	5	420000	3
37	CUST0107	Ventela Basic	1	1	290000	3
38	CUST0108	Asics Lokal	3	5	510000	3
39	CUST0110	Pentopel	2	5	440000	3

No	Kode Pelanggan	Jenis Sepatu	Jumlah Item	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
40	CUST0112	Air Nike Zoom	2	3	460000	3
41	CUST0115	Asics Lokal	3	3	510000	3
42	CUST0116	Hoka	2	1	500000	3
43	CUST0118	Adidas Samba	2	1	440000	3
44	CUST0119	Ardiles	2	3	510000	3
45	CUST0120	New Balance	2	5	480000	3
46	CUST0121	Ando	3	2	510000	3
47	CUST0125	Vans	2	3	400000	3
48	CUST0131	Onitsuka	2	4	480000	3
49	CUST0133	Pentopel	2	4	440000	3
50	CUST0135	Onitsuka	2	4	480000	3
51	CUST0136	Ardiles	2	2	340000	3
52	CUST0137	Ando	2	4	340000	3
53	CUST0140	Air Nike Zoom	2	5	460000	3
54	CUST0143	Pro ATT	3	4	420000	3
55	CUST0145	Ardiles	3	4	510000	3
56	CUST0146	Pro ATT	3	4	420000	3
57	CUST0150	Hoka	2	1	500000	3
58	CUST0158	Adidas Samba	3	5	440000	3
59	CUST0160	Hoka	2	2	500000	3
60	CUST0161	Ardiles	3	1	510000	3
61	CUST0163	Sepatu Gunung	2	4	480000	3
62	CUST0165	Onitsuka	2	1	480000	3
63	CUST0166	Asics Lokal	3	5	510000	3
64	CUST0168	New Balance	2	5	480000	3
65	CUST0169	Hoka	2	2	500000	3
66	CUST0171	Ando	2	2	340000	3
67	CUST0177	Jordan	2	4	480000	3
68	CUST0178	Sepatu Gunung	2	4	480000	3
69	CUST0179	Ando	2	4	340000	3
70	CUST0184	Air Nike Zoom	2	4	460000	3
71	CUST0188	Pentopel	2	1	440000	3
72	CUST0199	Pro ATT	3	4	420000	3

No	Kode Pelanggan	Jenis Sepatu	Jumlah Item	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
73	CUST0200	Jordan	2	5	480000	3
74	CUST0201	Ando	2	1	340000	3
75	CUST0202	Asics Lokal	2	3	340000	3
76	CUST0205	Sepatu Fashion	2	3	460000	3
77	CUST0206	New Balance	2	1	480000	3
78	CUST0207	New Balance	2	2	480000	3
79	CUST0208	Ardiles	3	5	510000	3
80	CUST0211	Ando	2	5	340000	3
81	CUST0212	Vans	2	5	400000	3
82	CUST0215	Ardiles	3	5	510000	3
83	CUST0228	Sepatu Fashion	2	1	460000	3
84	CUST0230	Ardiles	2	3	340000	3
85	CUST0236	Sepatu Gunung	2	3	480000	3
86	CUST0240	Asics Lokal	2	5	340000	3
87	CUST0241	New Balance	2	3	480000	3
88	CUST0244	Hoka	2	1	500000	3
89	CUST0245	Pro ATT	2	2	560000	3
90	CUST0249	Vans	2	2	400000	3
91	CUST0255	Pentopel	2	5	440000	3
92	CUST0256	Sepatu Fashion	2	4	460000	3
93	CUST0258	Ardiles	2	2	340000	3
94	CUST0263	Onitsuka	2	4	480000	3
95	CUST0267	Ando	2	4	340000	3
96	CUST0268	Ando	3	4	510000	3
97	CUST0271	Sepatu Fashion	2	5	460000	3
98	CUST0273	New Balance	2	2	480000	3
99	CUST0275	Onitsuka	2	4	480000	3
100	CUST0277	Pentopel	2	4	440000	3
101	CUST0284	Sepatu Fashion	2	1	460000	3
102	CUST0285	Adidas Samba	2	1	440000	3
103	CUST0289	Ardiles	2	3	340000	3
104	CUST0291	Pentopel	2	4	440000	3
105	CUST0292	Ardiles	2	5	340000	3

No	Kode Pelanggan	Jenis Sepatu	Jumlah Item	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
106	CUST0293	Adidas Samba	2	3	440000	3
107	CUST0298	Air Nike Zoom	2	3	460000	3
108	CUST0299	Jordan	2	4	480000	3
109	CUST0300	Ardiles	3	4	510000	3
110	CUST0301	Ardiles	2	3	340000	3
111	CUST0306	Jordan	2	4	480000	3
112	CUST0309	Ardiles	3	3	510000	3
113	CUST0312	Ando	3	3	510000	3
114	CUST0317	Asics Lokal	2	1	340000	3
115	CUST0318	Pentopel	2	5	440000	3
116	CUST0319	Vans	2	5	400000	3
117	CUST0324	Sepatu Fashion	2	5	460000	3
118	CUST0335	Ardiles	2	4	340000	3
119	CUST0339	Vans	2	4	400000	3
120	CUST0354	Ardiles	3	1	510000	3
121	CUST0358	Sepatu Gunung	2	2	480000	3

Hasil Perhitungan di Google Colab:

Pendekatan *Machine Learning* menggunakan algoritma K-Means untuk melakukan *clustering* secara otomatis. Proses ini dijalankan dengan Python, yang efektif dalam menghitung jarak, memperbarui posisi *centroid*, dan mengelompokkan data dengan cepat serta konsisten. Untuk mengevaluasi kualitas *clustering*, digunakan tiga metode, yaitu *Elbow Method*, *Davies-Bouldin Index (DBI)*, dan *Silhouette Coefficient (SC)*. Berdasarkan evaluasi tersebut, ditemukan bahwa jumlah *cluster* yang paling optimal adalah tiga ($k=3$). Oleh karena itu, pendekatan *Machine Learning* ini terbukti lebih unggul karena prosesnya cepat, hasilnya objektif, dan sangat ideal

untuk data dalam jumlah besar. Rincian perhitungannya dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan di Google Colab

	Customer ID	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
fv0	CUST0001	1	2	170000	1
1	CUST0002	3	1	960000	2
2	CUST0003	1	1	230000	1
3	CUST0004	3	3	720000	2
4	CUST0005	3	1	660000	2
5	CUST0006	3	5	720000	0
6	CUST0007	1	2	200000	1
7	CUST0008	2	3	480000	0
8	CUST0009	2	5	580000	0
9	CUST0010	3	1	420000	2
10	CUST0011	1	2	200000	1
11	CUST0012	3	5	870000	0
12	CUST0013	2	1	480000	2
13	CUST0014	2	5	400000	0
14	CUST0015	3	4	690000	0
15	CUST0016	2	3	480000	0
16	CUST0017	2	5	480000	0
17	CUST0018	2	1	500000	2
18	CUST0019	3	5	720000	0
19	CUST0020	2	2	340000	1
20	CUST0021	3	2	870000	2
21	CUST0022	1	4	240000	1
22	CUST0023	1	1	240000	1
23	CUST0024	2	1	640000	2
24	CUST0025	2	3	340000	0
25	CUST0026	1	4	170000	1
26	CUST0027	1	1	200000	1
27	CUST0028	2	2	460000	2
28	CUST0029	1	3	220000	1

	Customer ID	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
29	CUST0030	3	5	510000	0
30	CUST0031	2	2	500000	2
31	CUST0032	3	3	720000	2
32	CUST0033	2	5	500000	0
33	CUST0034	2	5	480000	0
34	CUST0035	1	3	230000	1
35	CUST0036	1	5	170000	1
36	CUST0037	3	1	420000	2
37	CUST0038	3	2	720000	2
38	CUST0039	3	3	720000	2
39	CUST0040	1	5	220000	1
40	CUST0041	2	5	480000	0
41	CUST0042	2	3	340000	0
42	CUST0043	3	4	660000	0
43	CUST0044	3	1	420000	2
44	CUST0045	1	1	200000	1
45	CUST0046	1	2	170000	1
46	CUST0047	1	5	230000	1
47	CUST0048	2	5	580000	0
48	CUST0049	1	1	200000	1
49	CUST0050	3	2	640000	2
50	CUST0051	1	1	240000	1
51	CUST0052	2	1	340000	2
52	CUST0053	2	2	580000	2
53	CUST0054	3	1	720000	2
54	CUST0055	3	2	510000	2
55	CUST0056	3	3	690000	2
56	CUST0057	3	3	420000	0
57	CUST0058	1	1	230000	1
58	CUST0059	1	3	250000	1
59	CUST0060	2	3	280000	1
60	CUST0061	2	1	480000	2
61	CUST0062	2	5	480000	0
62	CUST0063	3	2	600000	2

	Customer ID	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
63	CUST0064	2	2	400000	2
64	CUST0065	2	5	480000	0
65	CUST0066	1	1	320000	1
66	CUST0067	1	4	250000	1
67	CUST0068	2	3	440000	0
68	CUST0069	2	1	480000	2
69	CUST0070	2	5	480000	0
70	CUST0071	2	4	440000	0
71	CUST0072	1	3	200000	1
72	CUST0073	3	4	720000	0
73	CUST0074	2	1	580000	2
74	CUST0075	1	1	170000	1
75	CUST0076	3	2	690000	2
76	CUST0077	3	1	690000	2
77	CUST0078	1	5	240000	1
78	CUST0079	3	4	660000	0
79	CUST0080	3	2	510000	2
80	CUST0081	3	1	660000	2
81	CUST0082	2	2	580000	2
82	CUST0083	2	2	340000	1
83	CUST0084	2	5	440000	0
84	CUST0085	3	2	660000	2
85	CUST0086	2	2	440000	2
86	CUST0087	1	1	220000	1
87	CUST0088	2	5	440000	0
88	CUST0089	1	5	230000	1
89	CUST0090	1	1	140000	1
90	CUST0091	1	5	240000	1
91	CUST0092	3	4	690000	0
92	CUST0093	2	3	400000	0
93	CUST0094	1	3	320000	1
94	CUST0095	1	4	250000	1
95	CUST0096	1	3	290000	1
96	CUST0097	3	3	240000	0

	Customer ID	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
97	CUST0098	1	1	140000	1
98	CUST0099	1	4	240000	1
99	CUST0100	3	2	720000	2
100	CUST0101	1	1	290000	1
101	CUST0102	1	2	220000	1
102	CUST0103	3	4	720000	0
103	CUST0104	2	2	580000	2
104	CUST0105	1	2	320000	1
105	CUST0106	3	5	420000	0
106	CUST0107	1	1	290000	1
107	CUST0108	3	5	510000	0
108	CUST0109	1	2	140000	1
109	CUST0110	2	5	440000	0
110	CUST0111	1	5	220000	1
111	CUST0112	2	3	460000	0
112	CUST0113	1	4	290000	1
113	CUST0114	1	3	200000	1
114	CUST0115	3	3	510000	2
115	CUST0116	2	1	500000	2
116	CUST0117	1	5	240000	1
117	CUST0118	2	1	440000	2
118	CUST0119	2	3	510000	0
119	CUST0120	2	5	480000	0
120	CUST0121	3	2	510000	2
121	CUST0122	1	1	240000	1
122	CUST0123	1	4	290000	1
123	CUST0124	3	3	690000	2
124	CUST0125	2	3	400000	0
125	CUST0126	1	2	230000	1
126	CUST0127	3	3	660000	2
127	CUST0128	1	1	290000	1
128	CUST0129	2	5	580000	0
129	CUST0130	3	1	690000	2
130	CUST0131	2	4	480000	0

	Customer ID	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
131	CUST0132	2	1	580000	2
132	CUST0133	2	4	440000	0
133	CUST0134	1	5	320000	1
134	CUST0135	2	4	480000	0
135	CUST0136	2	2	340000	1
136	CUST0137	2	4	340000	0
137	CUST0138	1	4	170000	1
138	CUST0139	1	4	230000	1
139	CUST0140	2	5	460000	0
140	CUST0141	2	2	280000	1
141	CUST0142	1	4	200000	1
142	CUST0143	3	4	420000	0
143	CUST0144	3	4	690000	0
144	CUST0145	3	4	510000	0
145	CUST0146	3	4	420000	0
146	CUST0147	3	2	720000	2
147	CUST0148	1	3	290000	1
148	CUST0149	1	5	240000	1
149	CUST0150	2	1	500000	2
150	CUST0151	3	2	720000	2
151	CUST0152	3	1	660000	2
152	CUST0153	1	3	220000	1
153	CUST0154	3	5	870000	0
154	CUST0155	2	4	690000	0
155	CUST0156	1	2	140000	1
156	CUST0157	2	4	640000	0
157	CUST0158	3	5	440000	0
158	CUST0159	1	1	140000	1
159	CUST0160	2	2	500000	2
160	CUST0161	3	1	510000	2
161	CUST0162	1	2	230000	1
162	CUST0163	2	4	480000	0
163	CUST0164	3	2	690000	2
164	CUST0165	2	1	480000	2

	Customer ID	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
165	CUST0166	3	5	510000	0
166	CUST0167	3	2	750000	2
167	CUST0168	2	5	480000	0
168	CUST0169	2	2	500000	2
169	CUST0170	1	2	290000	1
170	CUST0171	2	2	340000	1
171	CUST0172	1	4	170000	1
172	CUST0173	1	4	240000	1
173	CUST0174	1	5	250000	1
174	CUST0175	1	1	250000	1
175	CUST0176	1	5	240000	1
176	CUST0177	2	4	480000	0
177	CUST0178	2	4	480000	0
178	CUST0179	2	4	340000	0
179	CUST0180	1	2	240000	1
180	CUST0181	1	3	220000	1
181	CUST0182	1	3	170000	1
182	CUST0183	1	1	320000	1
183	CUST0184	2	4	460000	0
184	CUST0185	3	3	660000	2
185	CUST0186	1	4	220000	1
186	CUST0187	1	1	220000	1
187	CUST0188	2	1	440000	2
188	CUST0189	1	5	200000	1
189	CUST0190	3	1	720000	2
190	CUST0191	1	4	220000	1
191	CUST0192	3	2	720000	2
192	CUST0193	1	1	250000	1
193	CUST0194	1	1	220000	1
194	CUST0195	1	2	240000	1
195	CUST0196	2	4	580000	0
196	CUST0197	1	1	220000	1
197	CUST0198	2	5	580000	0
198	CUST0199	3	4	420000	0

	Customer ID	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
199	CUST0200	2	5	480000	0
200	CUST0201	2	1	340000	2
201	CUST0202	2	3	340000	0
202	CUST0203	3	3	720000	2
203	CUST0204	3	5	660000	0
204	CUST0205	2	3	460000	0
205	CUST0206	2	1	480000	2
206	CUST0207	2	2	480000	2
207	CUST0208	3	5	510000	0
208	CUST0209	3	1	690000	2
209	CUST0210	3	1	870000	2
210	CUST0211	2	5	340000	0
211	CUST0212	2	5	400000	0
212	CUST0213	3	5	720000	0
213	CUST0214	2	1	580000	2
214	CUST0215	3	5	510000	0
215	CUST0216	2	2	640000	2
216	CUST0217	1	1	240000	1
217	CUST0218	3	4	660000	0
218	CUST0219	1	1	220000	1
219	CUST0220	1	1	230000	1
220	CUST0221	2	5	580000	0
221	CUST0222	1	1	320000	1
222	CUST0223	1	3	220000	1
223	CUST0224	3	1	750000	2
224	CUST0225	1	4	200000	1
225	CUST0226	1	1	170000	1
226	CUST0227	1	1	240000	1
227	CUST0228	2	1	460000	2
228	CUST0229	1	3	290000	1
229	CUST0230	2	3	340000	0
230	CUST0231	2	5	640000	0
231	CUST0232	1	5	250000	1
232	CUST0233	2	4	580000	0

	Customer ID	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
233	CUST0234	1	4	290000	1
234	CUST0235	2	2	280000	1
235	CUST0236	2	3	480000	0
236	CUST0237	1	1	220000	1
237	CUST0238	3	2	750000	2
238	CUST0239	3	1	660000	2
239	CUST0240	2	5	340000	0
240	CUST0241	2	3	480000	0
241	CUST0242	1	3	170000	1
242	CUST0243	3	5	720000	0
243	CUST0244	2	1	500000	2
244	CUST0245	2	2	560000	2
245	CUST0246	1	3	230000	1
246	CUST0247	1	3	220000	1
247	CUST0248	1	1	140000	1
248	CUST0249	2	2	400000	2
249	CUST0250	3	1	690000	2
250	CUST0251	1	2	240000	1
251	CUST0252	1	3	230000	1
252	CUST0253	1	3	230000	1
253	CUST0254	1	4	240000	1
254	CUST0255	2	5	440000	0
255	CUST0256	2	4	460000	0
256	CUST0257	1	2	240000	1
257	CUST0258	2	2	340000	1
258	CUST0259	1	1	230000	1
259	CUST0260	1	2	220000	1
260	CUST0261	1	3	220000	1
261	CUST0262	1	3	170000	1
262	CUST0263	2	4	480000	0
263	CUST0264	3	2	720000	2
264	CUST0265	1	1	200000	1
265	CUST0266	3	3	720000	2
266	CUST0267	2	4	340000	0

	Customer ID	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
267	CUST0268	3	4	510000	0
268	CUST0269	2	4	580000	0
269	CUST0270	1	2	220000	1
270	CUST0271	2	5	460000	0
271	CUST0272	1	4	320000	1
272	CUST0273	2	2	480000	2
273	CUST0274	1	3	230000	1
274	CUST0275	2	4	480000	0
275	CUST0276	1	2	170000	1
276	CUST0277	2	4	440000	0
277	CUST0278	3	2	690000	2
278	CUST0279	1	1	230000	1
279	CUST0280	1	2	290000	1
280	CUST0281	1	1	170000	1
281	CUST0282	1	5	230000	1
282	CUST0283	1	2	240000	1
283	CUST0284	2	1	460000	2
284	CUST0285	2	1	440000	2
285	CUST0286	1	5	170000	1
286	CUST0287	1	4	170000	1
287	CUST0288	1	4	230000	1
288	CUST0289	2	3	340000	0
289	CUST0290	1	4	220000	1
290	CUST0291	2	4	440000	0
291	CUST0292	2	5	340000	0
292	CUST0293	2	3	440000	0
293	CUST0294	2	5	280000	0
294	CUST0295	1	3	200000	1
295	CUST0296	3	5	870000	0
296	CUST0297	2	4	280000	0
297	CUST0298	2	3	460000	0
298	CUST0299	2	4	480000	0
299	CUST0300	3	4	510000	0
300	CUST0301	2	3	340000	0

	Customer ID	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
301	CUST0302	3	5	690000	0
302	CUST0303	1	1	170000	1
303	CUST0304	1	2	220000	1
304	CUST0305	3	3	720000	2
305	CUST0306	2	4	480000	0
306	CUST0307	1	3	230000	1
307	CUST0308	1	1	230000	1
308	CUST0309	3	3	510000	2
309	CUST0310	1	3	230000	1
310	CUST0311	1	2	230000	1
311	CUST0312	3	3	510000	2
312	CUST0313	1	4	140000	1
313	CUST0314	1	4	290000	1
314	CUST0315	1	2	240000	1
315	CUST0316	1	1	240000	1
316	CUST0317	2	1	340000	2
317	CUST0318	2	5	440000	0
318	CUST0319	2	5	400000	0
319	CUST0320	2	5	580000	0
320	CUST0321	1	5	170000	1
321	CUST0322	3	3	870000	2
322	CUST0323	2	2	580000	2
323	CUST0324	2	5	460000	0
324	CUST0325	1	2	250000	1
325	CUST0326	2	4	580000	0
326	CUST0327	2	4	500000	0
327	CUST0328	1	2	240000	1
328	CUST0329	1	3	290000	1
329	CUST0330	1	5	290000	1
330	CUST0331	1	4	170000	1
331	CUST0332	1	5	250000	1
332	CUST0333	2	1	580000	2
333	CUST0334	3	1	690000	2
334	CUST0335	2	4	340000	0

	Customer ID	Jumlah Item Dibeli	Frekuensi Pembelian	Jumlah Transaksi	Cluster
335	CUST0336	1	1	240000	1
336	CUST0337	1	1	240000	1
337	CUST0338	2	3	640000	0
338	CUST0339	2	4	400000	0
339	CUST0340	1	4	170000	1
340	CUST0341	3	1	690000	2
341	CUST0342	1	4	240000	1
342	CUST0343	1	4	290000	1
343	CUST0344	3	2	750000	2
344	CUST0345	2	1	640000	2
345	CUST0346	1	1	320000	1
346	CUST0347	1	1	290000	1
347	CUST0348	3	4	870000	0
348	CUST0349	3	4	600000	0
349	CUST0350	3	3	720000	2
350	CUST0351	3	5	720000	0
351	CUST0352	3	2	660000	2
352	CUST0353	1	4	290000	1
353	CUST0354	3	1	510000	2
354	CUST0355	1	1	230000	1
355	CUST0356	3	2	720000	2
356	CUST0357	3	3	600000	2
357	CUST0358	2	2	480000	2
358	CUST0359	1	4	140000	1
359	CUST0360	1	4	200000	1

4.2.3 Interpretasi Hasil Perhitungan

Tabel 4. 6 Interpretasi Hasil Perhitungan

Cluster	Anggota Cluster	Keterangan
C=1	CUST0002	Pelanggan Pasif
	CUST0004	
	CUST0005	

Cluster	Anggota Cluster	Keterangan
	CUST0006	
	CUST0009	
	CUST0012	
	CUST0015	
	CUST0019	
	CUST0021	
	CUST0024	
	CUST0032	
	CUST0038	
	CUST0039	
	CUST0043	
	CUST0048	
	CUST0050	
	CUST0053	
	CUST0054	
	CUST0056	
	CUST0063	
	CUST0073	
	CUST0074	
	CUST0076	
	CUST0077	
	CUST0079	
	CUST0081	
	CUST0082	
	CUST0085	
	CUST0092	
	CUST0100	
	CUST0103	
	CUST0104	
	CUST0124	
	CUST0127	
	CUST0129	
	CUST0130	
	CUST0132	
	CUST0144	

Cluster	Anggota Cluster	Keterangan
	CUST0147	
	CUST0151	
	CUST0152	
	CUST0154	
	CUST0155	
	CUST0157	
	CUST0164	
	CUST0167	
	CUST0185	
	CUST0190	
	CUST0192	
	CUST0196	
	CUST0198	
	CUST0203	
	CUST0204	
	CUST0209	
	CUST0210	
	CUST0213	
	CUST0214	
	CUST0216	
	CUST0218	
	CUST0221	
	CUST0224	
	CUST0231	
	CUST0233	
	CUST0238	
	CUST0239	
	CUST0243	
	CUST0250	
	CUST0264	
	CUST0266	
	CUST0269	
	CUST0278	
	CUST0296	
	CUST0302	

Cluster	Anggota Cluster	Keterangan
	CUST0305	
	CUST0320	
	CUST0322	
	CUST0323	
	CUST0326	
	CUST0333	
	CUST0334	
	CUST0338	
	CUST0341	
	CUST0344	
	CUST0345	
	CUST0348	
	CUST0349	
	CUST0350	
	CUST0351	
	CUST0352	
	CUST0356	
	CUST0357	
C=2	CUST0001	Pelanggan Netral
	CUST0003	
	CUST0007	
	CUST0011	
	CUST0022	
	CUST0023	
	CUST0026	
	CUST0027	
	CUST0029	
	CUST0035	
	CUST0036	
	CUST0040	
	CUST0045	
	CUST0046	
	CUST0047	
	CUST0049	
	CUST0051	

Cluster	Anggota Cluster	Keterangan
	CUST0058	
	CUST0059	
	CUST0060	
	CUST0066	
	CUST0067	
	CUST0072	
	CUST0075	
	CUST0078	
	CUST0087	
	CUST0089	
	CUST0090	
	CUST0091	
	CUST0094	
	CUST0095	
	CUST0096	
	CUST0097	
	CUST0098	
	CUST0099	
	CUST0101	
	CUST0102	
	CUST0105	
	CUST0107	
	CUST0109	
	CUST0111	
	CUST0113	
	CUST0114	
	CUST0117	
	CUST0122	
	CUST0123	
	CUST0126	
	CUST0128	
	CUST0134	
	CUST0138	
	CUST0139	
	CUST0141	

Cluster	Anggota Cluster	Keterangan
	CUST0142	
	CUST0148	
	CUST0149	
	CUST0153	
	CUST0156	
	CUST0159	
	CUST0162	
	CUST0170	
	CUST0172	
	CUST0173	
	CUST0174	
	CUST0175	
	CUST0176	
	CUST0180	
	CUST0181	
	CUST0182	
	CUST0183	
	CUST0186	
	CUST0187	
	CUST0189	
	CUST0191	
	CUST0193	
	CUST0194	
	CUST0195	
	CUST0197	
	CUST0217	
	CUST0219	
	CUST0220	
	CUST0222	
	CUST0223	
	CUST0225	
	CUST0226	
	CUST0227	
	CUST0229	
	CUST0232	

Cluster	Anggota Cluster	Keterangan
	CUST0234	
	CUST0235	
	CUST0237	
	CUST0242	
	CUST0246	
	CUST0247	
	CUST0248	
	CUST0251	
	CUST0252	
	CUST0253	
	CUST0254	
	CUST0257	
	CUST0259	
	CUST0260	
	CUST0261	
	CUST0262	
	CUST0265	
	CUST0270	
	CUST0272	
	CUST0274	
	CUST0276	
	CUST0279	
	CUST0280	
	CUST0281	
	CUST0282	
	CUST0283	
	CUST0286	
	CUST0287	
	CUST0288	
	CUST0290	
	CUST0294	
	CUST0295	
	CUST0297	
	CUST0303	
	CUST0304	

Cluster	Anggota Cluster	Keterangan
	CUST0307	
	CUST0308	
	CUST0310	
	CUST0311	
	CUST0313	
	CUST0314	
	CUST0315	
	CUST0316	
	CUST0321	
	CUST0325	
	CUST0328	
	CUST0329	
	CUST0330	
	CUST0331	
	CUST0332	
	CUST0336	
	CUST0337	
	CUST0340	
	CUST0342	
	CUST0343	
	CUST0346	
	CUST0347	
	CUST0353	
	CUST0355	
	CUST0359	
	CUST0360	
C=3	CUST0008	Pelanggan Potensial
	CUST0010	
	CUST0013	
	CUST0014	
	CUST0016	
	CUST0017	
	CUST0018	
	CUST0020	
	CUST0025	

Cluster	Anggota Cluster	Keterangan
	CUST0028	
	CUST0030	
	CUST0031	
	CUST0033	
	CUST0034	
	CUST0037	
	CUST0041	
	CUST0042	
	CUST0044	
	CUST0052	
	CUST0055	
	CUST0057	
	CUST0061	
	CUST0062	
	CUST0064	
	CUST0065	
	CUST0068	
	CUST0069	
	CUST0070	
	CUST0071	
	CUST0080	
	CUST0083	
	CUST0084	
	CUST0086	
	CUST0088	
	CUST0093	
	CUST0106	
	CUST0107	
	CUST0108	
	CUST0110	
	CUST0112	
	CUST0115	
	CUST0116	
	CUST0118	
	CUST0119	

Cluster	Anggota Cluster	Keterangan
	CUST0120	
	CUST0121	
	CUST0125	
	CUST0131	
	CUST0133	
	CUST0135	
	CUST0136	
	CUST0137	
	CUST0140	
	CUST0143	
	CUST0145	
	CUST0146	
	CUST0150	
	CUST0158	
	CUST0160	
	CUST0161	
	CUST0163	
	CUST0165	
	CUST0166	
	CUST0168	
	CUST0169	
	CUST0171	
	CUST0177	
	CUST0178	
	CUST0179	
	CUST0184	
	CUST0188	
	CUST0199	
	CUST0200	
	CUST0201	
	CUST0202	
	CUST0205	
	CUST0206	
	CUST0207	
	CUST0208	

Cluster	Anggota Cluster	Keterangan
	CUST0211	
	CUST0212	
	CUST0215	
	CUST0228	
	CUST0230	
	CUST0236	
	CUST0240	
	CUST0241	
	CUST0244	
	CUST0245	
	CUST0249	
	CUST0255	
	CUST0256	
	CUST0258	
	CUST0263	
	CUST0267	
	CUST0268	
	CUST0271	
	CUST0273	
	CUST0275	
	CUST0277	
	CUST0284	
	CUST0285	
	CUST0289	
	CUST0291	
	CUST0292	
	CUST0293	
	CUST0298	
	CUST0299	
	CUST0300	
	CUST0301	
	CUST0306	
	CUST0309	
	CUST0312	
	CUST0317	

Cluster	Anggota Cluster	Keterangan
	CUST0318	
	CUST0319	
	CUST0324	
	CUST0335	
	CUST0339	
	CUST0354	
	CUST0358	

Setelah proses pengelompokan dengan algoritma *K-Means*, diperoleh tiga cluster yang merepresentasikan perilaku konsumen berdasarkan tiga variabel utama, yaitu Jumlah Item Dibeli, Frekuensi Pembelian, dan Jumlah Transaksi. Berikut interpretasi dari masing-masing cluster:

A. *Cluster 1* (Pelanggan Pasif)

Cluster ini terdiri dari konsumen dengan jumlah item dibeli sedikit, frekuensi pembelian rendah, dan jumlah transaksi relatif sedikit. Karakteristik ini menunjukkan bahwa anggota *cluster* ini adalah pelanggan yang jarang melakukan pembelian dan tidak memiliki loyalitas tinggi terhadap toko.

B. *Cluster 2* (Pelanggan Netral)

Cluster ini memiliki nilai variabel yang moderate dibandingkan dengan cluster lainnya. Jumlah item dibeli, frekuensi pembelian, dan jumlah transaksi berada pada tingkat menengah. Pelanggan pada *cluster* ini cenderung cukup aktif, meskipun tidak seintensif kelompok dengan nilai tinggi.

C. *Cluster 3* (Pelanggan Potensial)

Cluster ini berisi konsumen dengan jumlah item dibeli besar, frekuensi pembelian tinggi, dan jumlah transaksi paling banyak. Kelompok ini dapat diidentifikasi sebagai pelanggan loyal atau pelanggan utama yang memberikan kontribusi besar terhadap penjualan.