

PEMILIHAN PEMASOK MENGGUNAKAN METODE K-MEANS KLUSTERING BERBASIS PYTHON

Miftakhul Zaen¹, Maulida Boru Butar Butar², Syarifuddin Nasution³, Asep Mohamad Noor⁴

Teknik Industri dan Manajemen, Universitas Gunadarma, Depok
Jl. Margonda Raya 100, 16424
E-mail: mzaen@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRAK

Pemilihan pemasok merupakan proses pengambilan keputusan yang kompleks dan mengandung banyak risiko. Oleh karena itu, agar keputusan yang diambil lebih tepat maka pengambilan keputusan memerlukan alat bantu yang bersifat ilmiah, logis dan terstruktur. Saat ini pemilihan pemasok kebanyakan dilakukan dengan perhitungan manual, sehingga membutuhkan ketelitian dalam melakukannya. Dengan kemajuan teknologi saat ini pemilihan pemasok dapat diimplementasikan dengan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligent*). Mengimplementasikan kecerdasan buatan dengan pemilihan pemasok dapat mengurangi kesalahan dalam perhitungan manual dan diharapkan mendapatkan pemasok yang lebih baik. Tujuan penelitian ini yaitu mengimplementasikan kecerdasan buatan ke dalam pemilihan pemasok dengan metode yang digunakan yaitu K-means klustering dengan kriteria yang digunakan adalah kualitas, harga, dan waktu pengiriman. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang bersumber dari Kaggle sehingga bobot setiap kriteria tidak diketahui. Hasil dari penelitian ini didapatkan pemasok terbaik adalah pemasok 19 pada kluster 0, pemasok 8 pada kluster 1, dan pemasok 20 pada kluster 3.

Kata kunci: Pemilihan Pemasok, K-means Klustering, Python

ABSTRACT

Supplier selection is a decision-making process that is complex and carries a lot of risks. Therefore, in order to make decisions more precise, decision-making requires tools that are scientific, logical and structured. Currently, most supplier selection is done using manual calculations, so it requires accuracy in doing so. With current technological advances supplier selection can be implemented with artificial intelligence. Implementing artificial intelligence by selecting suppliers can reduce errors in manual calculations and hopefully get better suppliers. The purpose of this research is to implement artificial intelligence into supplier selection with the method used, namely K-means clustering with the criteria used are quality, price, and delivery time. The data used in this research is secondary data sourced from Kaggle so the weight of each criterion is unknown. The results of this study show that the best suppliers are supplier 19 in cluster 0, supplier 8 in cluster 1, and supplier 20 in cluster 3.

Keywords: Supplier Selection, K-means Clustering, Python

1. PENDAHULUAN

Pemilihan pemasok merupakan proses pengambilan keputusan yang kompleks dan mengandung banyak risiko. Keputusan yang kurang tepat dalam memilih pemasok dapat berdampak pada efisiensi produksi, biaya operasional, serta kualitas produk akhir. Oleh karena itu, agar keputusan yang diambil lebih tepat maka pengambilan keputusan memerlukan

alat bantu yang bersifat ilmiah, logis dan terstruktur. Dalam industri manufaktur, pemilihan pemasok menjadi salah satu faktor strategis yang memengaruhi harga jual, kualitas produk, serta ketersediaan bahan baku. Pemasok yang dipilih harus memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan oleh perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan perlu menilai pemasok secara tepat. Penentuan pemasok merupakan

kegiatan strategis, terutama apabila pemasok tersebut akan memasok bahan baku yang penting dan digunakan dalam jangka panjang (Revi *et al.*, 2018).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Zikri and Nasari (2020) dalam mengelompokkan pemasok menggunakan metode K-Means Clustering untuk mengelompokkan pemasok berdasarkan jenis obat dan total keuangan. Pendekatan ini membantu perusahaan dalam menentukan pemasok yang paling sesuai dengan kebutuhan mereka. Namun, pendekatan tersebut belum memperhatikan kriteria lain seperti kualitas dan ketepatan waktu pengiriman yang juga krusial dalam proses evaluasi pemasok. Penelitian ini bertujuan mengisi celah tersebut (*research gap*) dengan mempertimbangkan lebih banyak kriteria.

Pada penelitian ini pemilihan pemasok dilakukan menggunakan K-Means Klustering. metode *K-Means Clustering* digunakan untuk mengelompokkan pemasok ke dalam beberapa kluster berdasarkan tiga kriteria utama, yaitu kualitas, harga, dan waktu pengiriman. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam mengolah data dalam jumlah besar dengan ketelitian yang tinggi terhadap ukuran objek (Bastian, 2018). Proses klustering dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi perhitungan.

Berdasarkan hasil klustering yang didapatkan kemudian memilih pemasok terbaik dari setiap kluster yang terbentuk. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang bersumber dari Kaggle sehingga bobot setiap kriteria tidak diketahui. Data sekunder digunakan untuk mengurangi waktu dalam pengambilan data dan beberapa perusahaan tidak mau memberikan data pemasok karena bersifat rahasia dan tidak ingin diketahui oleh lawan bisnis yang lain. Kriteria yang digunakan pada penelitian adalah kualitas, harga, dan waktu pengiriman.

Penelitian ini diharapkan dapat memperluas literatur dalam manajemen rantai pasok, khususnya pemilihan pemasok. Dengan memanfaatkan algoritma K-Means klustering dan pendekatan berbasis data, penelitian ini menunjukkan urgensi penerapan teknologi kecerdasan buatan dalam meningkatkan efisiensi, dan akurasi dalam proses seleksi pemasok, yang selama ini banyak dilakukan secara subjektif atau manual. Selain itu

penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi perusahaan dalam pemilihan pemasok.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. K-means Klustering

K-Means merupakan suatu metode pengelompokkan data *non hierarchical* yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk satu atau lebih *cluster*/kelompok. Metode ini mengumpulkan data yang dikelompokkan ke dalam kluster yang sama berdasarkan karakteristik data tersebut. K-means merupakan algoritma yang sangat sederhana berdasarkan kemiripan. Ukuran kesamaan memainkan peran penting dalam proses *clustering*. Data yang mirip dijadikan ke kluster yang sama, dan yang berbeda dalam kluster yang berbeda. Biasanya digunakan *Euclidean Distance* untuk mengukur kesamaan antara dua titik data. Metode metrik yang berbeda untuk pengukuran kemiripan tidak akan mengubah hasilnya, tetapi hasil dari K-Means lebih sensitif terhadap *centroid* awal.

Dalam algoritma K-means, pemilihan pusat awal adalah kunci untuk mendapatkan hasil yang tepat. Jika memilih awal yang tepat *centroid* akan mendapatkan hasil yang baik, tetapi jika tidak, hasilnya akan bertambah buruk, hal itu mungkin membuat kepadatan besar dan kluster dibagi menjadi potongan-potongan, atau menggabungkan dua *cluster* dekat menjadi satu kelompok.

b. Python

Menurut (Enterprise, 2019) python adalah bahasa pemrograman interpretatif yang dianggap mudah dipelajari serta berfokus pada keterbacaan kode. Berdasarkan hal tersebut bahasa pemrograman python dianggap memiliki kode pemrograman yang jelas, mudah dipahami, dan lengkap. Python memiliki beberapa pustaka yang dapat digunakan guna membantu pembuat dalam menjalankan program.

Adapun python memiliki kelebihan diantaranya, yaitu: sudah tersedia modul-modul atau pustaka yang bisa digunakan sesuai keperluan, memiliki struktur pemrograman sederhana dan mudah dipahami.

3. METODE PENELITIAN

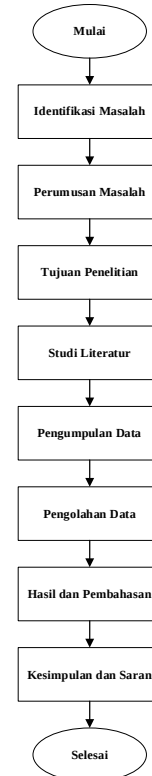
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksploratif berbasis data mining. Model penelitian yang digunakan adalah proses klasterisasi pemasok dengan algoritma *K-Means Clustering* menggunakan bahasa pemrograman Python. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengelompokkan pemasok berdasarkan kriteria kualitas, harga, dan waktu pengiriman, kemudian memilih pemasok terbaik dari setiap kluster yang terbentuk.

Tahapan awal penelitian ini yaitu identifikasi masalah. Tahapan identifikasi masalah bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada pemilihan pemasok. Dilanjutkan dengan perumusan masalah. Perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah apa saja usulan pemasok dari pemilihan pemasok menggunakan program python dengan metode yang digunakan adalah metode K-means Klustering. Tahap selanjutnya yaitu studi literatur. Tahapan studi pustaka bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai teori-teori yang akan digunakan dalam menjawab permasalahan yang ada secara teoritis yang didapatkan dari berbagai sumber seperti buku dan jurnal.

Tahap selanjutnya yaitu pengumpulan data. Tahapan pengumpulan data bertujuan untuk mengumpulkan data yang digunakan dalam penelitian ini, data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder. data yang digunakan berupa data pemasok yang bersumber dari Kaggle. Selanjutnya megolah data menggunakan *software* Visual Studi Code untuk menjalankan program menggunakan bahasa pemrograman python.

Hasil dan pembahasan berisikan penjelasan mengenai pengolahan data yang dilakukan. Pada hasil dan pembahasan dijelaskan proses pemilihan pemasok menggunakan metode K-means Klustering dari awal hingga mendapatkan usulan pemasok berdasarkan data yang digunakan. Kesimpulan didapatkan berdasarkan pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan, sekaligus menjawab tujuan penelitian yang telah ditentukan sebelumnya. Kesimpulan dalam penelitian yaitu usulan pemasok yang telah didapatkan dari pengolahan data menggunakan metode K-means Klustering. Saran merupakan masukan yang dapat diberikan

setelah diselesaikannya seluruh langkah penelitian dan pengembangan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan. Berikut merupakan *FlowChart* penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. FlowChart Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data berisi proses pengolahan dari data yang telah didapatkan hingga mendapatkan hasil berupa usulan pemasok. Pengolahan data yang dilakukan yaitu pembersihan data atau menghilangkan data-data yang tidak dibutuhkan dalam proses pengolahan. Berikut merupakan data yang digunakan dalam pemilihan pemasok.

Tabel 1. Data Pemasok (Clodeemil, 2023)

Supplier	Quality	Quantity	Conditions And	Availability	Communication	Supplier And Its	Flexibility	Financial Condition	Condition Of The	Number Of	Price	Delivery Time	Supplier's Location	And Traffic
1	4	5	3	3	4	4	4	3	5	5	2	5		
		0										0		
2	2	3	2	5	4	3	5	4	6	7	3	6		
		5										0		

Supplier	Quality	Quantity	Conditions And Communication Supplier And Its	Flexibility	Financial Condition	Condition Of The Businesses	Number Of	Price	Delivery Time Supplier's Location And Traffic
		0							
3	2	4	5	3	6	5	4	7	8
4	4	2	6	3	6	8	5	7	8
5	3	1	7	3	7	6	2	6	5
6	4	1	8	1	8	8	2	9	7
7	3	3	5	1	3	4	4	4	3
8	3	2	5	1	6	5	3	6	5
9	5	3	6	4	9	8	5	8	6
10	4	2	4	4	9	8	3	8	6
11	5	1	2	4	5	6	4	6	7
12	2	5	2	5	7	6	2	6	5
13	3	1	9	5	7	8	3	8	8
14	4	4	5	5	8	7	4	7	6
15	3	3	5	3	6	6	4	6	5
16	5	6	5	2	7	7	3	7	8
17	2	8	7	3	8	9	5	4	3
18	4	3	5	1	6	5	3	5	4

Supplier	Quality	Quantity	Conditions And Communication Supplier And Its	Flexibility	Financial Condition	Condition Of The Businesses	Number Of	Price	Delivery Time Supplier's Location And Traffic
1	5	3	5	5	3	4	4	3	5
2	4	6	5	4	4	5	3	5	4
2	5	4	5	1	5	4	4	6	5
2	3	4	0	2	5	5	4	4	6
2	3	5	3	6	8	3	5	4	5
2	3	3	5	3	8	9	3	7	8
2	5	2	4	4	7	9	4	8	7
2	6	3	2	2	8	7	2	9	8
2	7	3	5	3	9	8	3	8	7
2	8	4	5	4	6	7	4	5	4
2	9	3	5	5	3	6	3	4	6
3	0	4	2	1	4	5	4	5	6
3	1	2	5	1	5	4	2	4	5
3	2	4	5	2	5	4	3	4	5
3	3	3	5	2	4	5	4	6	7
3	4	3	5	3	5	6	3	4	6
3	2	1	4	5	6	3	4	6	7

Supplier	Quality	Quantity	Conditions And Method of Payment	Serviceability and Communicativeness of the Supplier And Its Competence	Flexibility Financial Condition Of The Supplier's Assets	Condition Of The Business Results And Number Of Employees	Price	Delivery Time Supplier's Location And Traffic
5	5	0						2

Tabel 4.1 Data Pemasok menunjukkan kolom *supplier*, *quality*, *quantity*, *conditions and method of payment*, *serviceability and communicativeness of the supplier*, *reputation of the supplier and its competence*, *flexibility, financial condition of the supplier*, *condition of the supplier's assets*, *business results and number of employees*, *price*, *delivery time*, *supplier's location and traffic connections*. Terdapat 35 pemasok berdasarkan data yang digunakan. Pada kriteria kualitas nilai didapatkan nilai tertinggi sebesar 5 dan nilai terendah sebesar 1. Dalam data tersebut nilai yang dimiliki oleh setiap kolom kriteria menandakan nilai yang lebih tinggi berarti lebih baik dibandingkan nilai yang lebih rendah. Sehingga pada kriteria kualitas nilai 5 berarti kualitas dari bahan baku yang diberikan memiliki kualitas yang tinggi.

Langkah awal dalam pemilihan pemasok yaitu pembersihan data dengan tujuan untuk menghilangkan data-data yang tidak diperlukan dalam proses pengolahan. Dalam pengolahan data, hanya data *supplier*, *price*, *quality*, dan *delivery time* yang dibutuhkan. Oleh karena itu perlu dilakukan pembersihan data untuk menghilangkan data-data yang tidak diperlukan. Berikut merupakan hasil dari pembersihan data yang telah dilakukan.

Tabel 2. Hasil Pembersihan Data

Supplier	Quality	Price	Delivery Time
1	4	5	2
2	2	7	3
3	2	8	4
4	4	7	1
5	3	7	2
6	4	8	0.5
7	3	5	2
8	3	6	4
9	5	6	3
10	4	7	1
11	5	5	2
12	2	8	2

Supplier	Quality	Price	Delivery Time
13	3	4	1
14	4	5	3
15	3	4	4
16	5	6	3
17	2	4	1
18	4	6	2
19	5	7	3
20	4	3	3
21	5	5	4
22	3	3	3
23	3	4	4
24	3	4	5
25	2	3	1
26	3	4	3
27	3	3	2
28	4	6	3
29	3	6	4
30	4	7	1
31	2	3	3
32	4	8	2
33	3	5	4
34	3	4	3
35	2	3	1

Selanjutnya untuk menentukan banyaknya kluster yang akan dibuat dapat menggunakan metode elbow. Berikut merupakan cara menentukan banyaknya kluster yang akan dibuat.

```
data = pd.read_excel("supplier_ranking_grades.xlsx")
X = data.values

cluster = range(1,10)
inertia = []

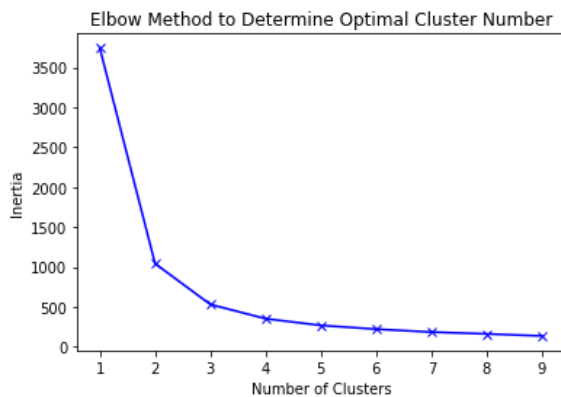
for i in cluster:
    kmeans = KMeans(n_clusters= i)
    kmeans.fit(X)
    inertia.append(kmeans.inertia_)

plt.plot(cluster, inertia, 'bx-')
plt.xlabel('Number of Clusters')
plt.ylabel('Inertia')
plt.title('Elbow Method to Determine Optimal Cluster Number')
plt.show()
inertia
```

Gambar 2 Penentuan Jumlah Kluster

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode elbow yang bertujuan untuk menentukan banyaknya kluster yang akan dibuat. Didapatkan bahwa titik sikut berada di antara nilai 2 dan 3. Oleh karena itu pada penelitian ini banyaknya kluster yang dibuat adalah 3. Banyaknya 3 kluster yang digunakan karena menyesuaikan dengan kriteria yang digunakan yaitu *quality*, *price*, dan *delivery*

time. Berikut merupakan grafik hasil metode elbow.



Gambar 3. Hasil Metode Elbow

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan menggunakan metode K-Means Klustering diperoleh kluster untuk setiap pemasok. Berikut merupakan hasil yang didapatkan setelah melakukan pengolahan data menggunakan metode K-Means Klustering.

Tabel 3 Kluster 0

Supplier	Quality	Price	Delivery Time	Cluster_Label
1	4	5	2	0
32	4	8	2	0
30	4	7	1	0
28	4	6	3	0
21	5	5	4	0
19	5	7	3	0
16	5	6	3	0
14	4	5	3	0
11	5	5	2	0
18	4	6	2	0
9	5	6	3	0
4	4	7	1	0
10	4	7	1	0
6	4	8	0.5	0
5	3	7	2	0

Berdasarkan Tabel 2. Kluster 0 terdapat 15 pemasok yang memiliki kriteria kualitas yang lebih baik. Berdasarkan analisis kluster yang telah dibuat kluster 0 termasuk kedalam kluster kualitas. Sehingga pemasok yang memiliki kualitas produk terbaik termasuk kedalam kluster ini.

Tabel 4 Kluster 1

Supplier	Quality	Price	Delivery Time	Cluster_Label
33	3	5	4	1
2	2	7	3	1
3	2	8	4	1

Supplier	Quality	Price	Delivery Time	Cluster_Label
29	3	6	4	1
24	3	4	5	1
23	3	4	4	1
15	3	4	4	1
8	3	6	4	1
12	2	8	2	1

Berdasarkan Tabel 4. Kluster 1 terdapat 9 pemasok yang memiliki kriteria harga yang lebih baik. Berdasarkan analisis kluster yang telah dibuat kluster 1 termasuk kedalam kluster harga. Sehingga pemasok yang memiliki harga produk terbaik termasuk kedalam kluster ini.

Tabel 5 Kluster 2

Supplier	Quality	Price	Delivery Time	Cluster_Label
22	3	3	3	2
34	3	4	3	2
17	2	4	1	2
25	2	3	1	2
26	3	4	3	2
27	3	3	2	2
7	3	5	2	2
31	2	3	3	2
13	3	4	1	2
20	4	3	3	2
35	2	3	1	2

Berdasarkan Tabel 5. Kluster 2 terdapat 11 pemasok yang memiliki kriteria pengiriman yang lebih baik. Berdasarkan analisis kluster yang telah dibuat kluster 2 termasuk kedalam kluster pengiriman. Sehingga pemasok yang memiliki pengiriman produk terbaik termasuk kedalam kluster ini.

Selanjutnya untuk membuat plot untuk mengetahui sebaran data yang dihasilkan oleh metode K-means Klustering. Berikut merupakan cara untuk menampilkan plot sebaran data.

```

# Membaca data dari file Excel
data = pd.read_excel("supplier_ranking_grades.xlsx")
features = data[['price', 'quality', 'delivery time']]

scaler = StandardScaler()
scaled_features = scaler.fit_transform(features)

k = 3
kmeans = KMeans(n_clusters=k, random_state=42)
kmeans.fit(scaled_features)

# Menghitung pusat cluster
centroids = kmeans.cluster_centers_

labels = kmeans.labels_
data['cluster_label'] = labels

# Plot hasil kluster
colors = ['r', 'g', 'b']
for i in range(k):
    points = np.array([scaled_features[j] for j in range(len(scaled_features)) if labels[j] == i])
    plt.scatter(points[:, 0], points[:, 1], s=50, c=colors[i], label=f'Kluster {i}')

# Plot pusat cluster
for i, centroid in enumerate(centroids):
    plt.scatter(centroid[0], centroid[1], marker='*', s=200, c=colors[i], label=f'Centroid {i}')

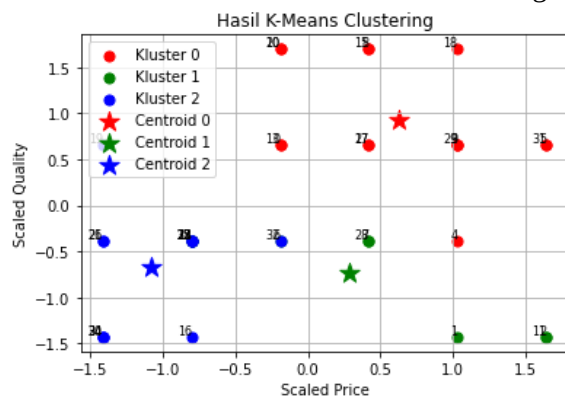
# Menambahkan label untuk setiap data point
for i, txt in enumerate(data.index):
    plt.annotate(txt, (scaled_features[i, 0], scaled_features[i, 1]), fontsize=8, ha='right', va='bottom')

plt.xlabel('Scaled Price')
plt.ylabel('Scaled Quality')
plt.title('Hasil K-Means Clustering')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

```

Gambar 4. Menampilkan Plot Sebaran Data

Berdasarkan hasil K-means Klustering didapatkan plot yang menunjukkan sebaran pemasok. Plot tersebut menampilkan titik-titik data yang telah di klusterkan berdasarkan kriteria harga, kualitas, dan waktu pengiriman. Berikut merupakan plot yang didapatkan berdasarkan hasil metode K-means Klustering.



Gambar 5 Plot Sebaran Data

Berdasarkan plot yang didapatkan setiap kluster ditandai dengan warna yang berbeda-beda, sedangkan centroid dari setiap kluster ditandai dengan simbol bintang dengan warna yang berbeda-beda. Pada titik-titik pada kluster 0 diberi warna merah dan dikelompokkan berdasarkan atribut harga dan kualitas. Titik-titik pada data ini akan lebih dekat ke *centroid* kluster 0. Pada titik-titik pada kluster 1 diberi warna hijau dan dikelompokkan berdasarkan atribut harga dan kualitas. Titik-titik pada data ini akan lebih dekat ke *centroid* kluster 1. Pada titik-titik pada kluster 2 diberi warna biru dan dikelompokkan berdasarkan atribut harga dan kualitas. Titik-titik pada data ini akan lebih dekat ke *centroid* kluster 2.

Selanjutnya menampilkan titik pusat koordinat untuk mengetahui koordinat pusat dari setiap kluster yang dihasilkan oleh metode K-means Klustering. Berikut merupakan cara menampilkan titik koordinat pusat dari setiap kluster..

```

# Membaca data dari file Excel
data = pd.read_excel("supplier_ranking_grades.xlsx")

features = data[['price', 'quality', 'delivery time']]

scaler = StandardScaler()
scaled_features = scaler.fit_transform(features)

k = 3
kmeans = KMeans(n_clusters=k, random_state=42)
kmeans.fit(scaled_features)

# Menghitung pusat cluster
centroids = kmeans.cluster_centers_

```

Gambar 6. Menampilkan Titik Koordinat Pusat Kluster

Dalam metode K-means memerlukan koordinat pusat (*centroid*) dari setiap kluster yang digunakan untuk menentukan setiap pemasok termasuk ke dalam kluster 0, 1, atau 2. Berikut merupakan koordinat pusat dari setiap kluster yang telah terbentuk.

Tabel 6. Koordinat Pusat Kluster

	Price	Quality	Delivery Time
Kluster 0	0.623337	0.933765	-0.339185
Kluster 1	0.283512	-0.735091	1.060297
Kluster 2	-1.081970	-0.671877	-0.404991

Hasil *Euclidean distance* menggambarkan seberapa jauh jarak antar kluster yang terbentuk berdasarkan atribut yang digunakan untuk klasterisasi (*price*, *quality*, dan *delivery time*). Semakin besar nilai *Euclidean distance* antara dua *centroid* klaster, semakin jauh jarak antara klaster-klasternya. Pada kluster 0 dengan kluster 1 memiliki jarak sebesar 2,204, sedangkan jarak antara kluster 0 dengan kluster 2 memiliki jarak sebesar 2,341 yang berarti jarak kluster 0 dengan 1 lebih dekat dibandingkan dengan jarak antara kluster 0 dengan kluster 2. Pada kluster 1 dengan kluster 0 memiliki jarak sebesar 2.204, sedangkan jarak antara kluster 1 dengan kluster 2 memiliki jarak sebesar 2,003 yang berarti jarang kluster 1 dengan kluster 2 lebih dekat dibandingkan dengan jarak antara kluster 1 dengan kluster 0. Pada kluster 2 dengan kluster 0 memiliki jarak sebesar 2,343, sedangkan jarak antara kluster 2 dengan kluster 1 memiliki jarak sebesar 2,003 yang berarti jarak kluster 2

dengan kluster 1 lebih dekat dibandingkan dengan jarak antara kluster 2 dengan kluster 0.

Selanjutnya menampilkan pemasok terpilih dari setiap kluster yang dihasilkan oleh metode K-means Klustering. Berikut merupakan cara menentukan pemasok terpilih dari setiap kluster.

```
data = pd.read_excel("supplier_ranking_grades.xlsx")
features = data[['price', 'quality', 'delivery time']]
data = data.drop(["quantity", "conditions and method of payment", "serviceability and communicativeness of the supplier",
"reputation of the supplier and its competence", "flexibility", "financial condition of the supplier",
"condition of the supplier's assets", "business results and number of employees",
"supplier's location and traffic connections" ], axis=1)

scaler = StandardScaler()
scaled_features = scaler.fit_transform(features)

k = 3
kmeans = KMeans(n_clusters=k, random_state=42)
kmeans.fit(scaled_features)
labels = kmeans.labels_
data['cluster_label'] = labels
```

Gambar 7. Menampilkan Pemasok Terpilih

Berdasarkan hasil kluster yang didapatkan. Selanjutnya menentukan pemasok terbaik dari setiap kluster yang telah terbentuk. pemasok terbaik ditentukan berdasarkan kriteria kualitas, harga, dan waktu pengiriman tertinggi. Berikut merupakan pemasok terpilih dari setiap kluster.

Tabel 7. Pemasok Terpilih

Supplier	Quality	Price	Delivery Time	Cluster_Label
19	5	7	3.0	0
8	3	6	4.0	1
20	4	3	3.0	2

Tabel diatas merupakan hasil yang didapatkan dengan menggunakan urutan kriteria kualitas, harga, pengiriman. Hasil usulan pemasok yang didapatkan dari setiap kluster adalah pemasok 19 pada kluster 0, pemasok 8 pada kluster 1, dan pemasok 20 pada kluster 2.

Berdasarkan hasil skenario yang dilakukan, diketahui bahwa posisi urutan kriteria yang digunakan dapat menghasilkan usulan pemasok yang berbeda pada K-means Klustering. Sebelumnya urutan posisi kriteria yang digunakan adalah Kualitas, Harga, dan Pengiriman, yang berarti kriteria kualitas memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan harga. Selanjutnya kriteria yang harga yang digunakan setelah kriteria kualitas memiliki arti bahwa bobot kriteria harga masih dibawah kriteria kualitas dan memiliki bobot lebih besar dibandingkan kriteria pengiriman. Berikut merupakan hasil kesimpulan skenario yang dilakukan.

Tabel 8. Kesimpulan Hasil Skenario

Skenario	Urutan Kriteria	Usulan Pemasok	Kluster
Skenario	Kualitas,	Pemasok 19	Kluster

Skenario	Urutan Kriteria	Usulan Pemasok	Kluster
1	Harga, Pengiriman		0
		Pemasok 8	Kluster 1
		Pemasok 20	Kluster 2
Skenario 2	Kualitas, Pengiriman, Harga	Pemasok 21	Kluster 0
		Pemasok 24	Kluster 1
		Pemasok 20	Kluster 2
Skenario 3	Harga, Kualitas, Pengiriman	Pemasok 32	Kluster 0
		Pemasok 3	Kluster 1
		Pemasok 7	Kluster 2
Skenario 4	Harga, Pengiriman, Kualitas	Pemasok 32	Kluster 0
		Pemasok 3	Kluster 1
		Pemasok 7	Kluster 2
Skenario 5	Pengiriman, Harga, Kualitas	Pemasok 21	Kluster 0
		Pemasok 24	Kluster 1
		Pemasok 20	Kluster 2
Skenario 6	Pengiriman, Kualitas, Harga	Pemasok 21	Kluster 0
		Pemasok 24	Kluster 1
		Pemasok 20	Kluster 2

Berdasarkan hasil kesimpulan skenario diketahui bahwa penggunaan urutan skenario yang berbeda dapat menghasilkan usulan pemasok yang berbeda. Hal tersebut dapat terjadi karena pada program yang dibuat urutan kriteria yang digunakan pertama dianggap memiliki prioritas yang lebih tinggi dalam pemilihan pemasok.

Berikut merupakan skenario yang dapat digunakan sebagai usulan yang dapat digunakan perusahaan dalam memilih pemasok yang disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan. Pada skenario 1 peneliti menggunakan urutan posisi kriteria yang digunakan adalah kualitas, harga, pengiriman.

Tabel 9. Skenario 1 Kualitas, Harga, Pengiriman

<i>Supplier</i>	<i>Quality</i>	<i>Price</i>	<i>Delivery Time</i>	<i>Cluster_Label</i>
19	5	7	3.0	0
8	3	6	4.0	1
20	4	3	3.0	2

Tabel diatas merupakan hasil yang didapatkan dengan menggunakan urutan kriteria kualitas, harga, pengiriman. Hasil usulan pemasok yang didapatkan dari setiap kluster adalah pemasok 19 pada kluster 0, pemasok 8 pada kluster 1, dan pemasok 20 pada kluster 2.

Pada skenario 2 peneliti menggunakan urutan posisi kriteria yang digunakan adalah kualitas, pengiriman, harga. Berikut meripukan hasil pengujian skenario 2 yang dilakukan.

Tabel 10. Skenario 2 Kualitas, Pengiriman, Harga

<i>Supplier</i>	<i>Quality</i>	<i>Price</i>	<i>Delivery Time</i>	<i>Cluster_Label</i>
21	5	5	4.0	0
24	3	4	5.0	1
20	4	3	3.0	2

Tabel diatas merupakan hasil yang didapatkan dengan menggunakan urutan kriteria kualitas, pengiriman, harga. Hasil usulan pemasok yang didapatkan dari setiap kluster adalah pemasok 21 pada kluster 0, pemasok 24 pada kluster 1, dan pemasok 20 pada kluster 2.

Pada skenario 3 peneliti menggunakan urutan posisi kriteria yang digunakan adalah harga, kualitas, pengiriman. Berikut meripukan hasil pengujian skenario 3 yang dilakukan.

Tabel 11. Skenario 3 Harga, Kualitas, Pengiriman

<i>Supplier</i>	<i>Quality</i>	<i>Price</i>	<i>Delivery Time</i>	<i>Cluster_Label</i>
32	4	8	2.0	0
3	2	8	4.0	1
7	3	5	2.0	2

Tabel diatas merupakan hasil yang didapatkan dengan menggunakan urutan kriteria harga, kualitas, pengiriman. Hasil usulan pemasok yang didapatkan dari setiap kluster adalah pemasok 32 pada kluster 0, pemasok 3 pada kluster 1, dan pemasok 7 pada kluster 2.

Pada skenario 4 peneliti menggunakan urutan posisi kriteria yang digunakan adalah harga, pengiriman, kualitas. Berikut meripukan hasil pengujian skenario 4 yang dilakukan.

Tabel 12. Skenario 4 Harga, Pengiriman, Kualitas

<i>Supplier</i>	<i>Quality</i>	<i>Price</i>	<i>Delivery Time</i>	<i>Cluster_Label</i>
32	4	8	2.0	0
3	2	8	4.0	1
7	3	5	2.0	2

Tabel diatas merupakan hasil yang didapatkan dengan menggunakan urutan kriteria harga, pengiriman, kualitas. Hasil usulan pemasok yang didapatkan dari setiap kluster adalah pemasok 32 pada kluster 0, pemasok 3 pada kluster 1, dan pemasok 7 pada kluster 2.

Pada skenario 5 peneliti menggunakan urutan posisi kriteria yang digunakan adalah pengiriman, kualitas, harga. Berikut meripukan hasil pengujian skenario 5 yang dilakukan.

Tabel 13. Skenario 5 Pengiriman, Harga, Kualitas

<i>Supplier</i>	<i>Quality</i>	<i>Price</i>	<i>Delivery Time</i>	<i>Cluster_Label</i>
21	5	5	4.0	0
24	3	4	5.0	1
20	4	3	3.0	2

Tabel diatas merupakan hasil yang didapatkan dengan menggunakan urutan kriteria pengiriman, harga, kualitas. Hasil usulan pemasok yang didapatkan dari setiap kluster adalah pemasok 21 pada kluster 0, pemasok 24 pada kluster 1, dan pemasok 20 pada kluster 2.

Pada skenario 6 peneliti menggunakan urutan posisi kriteria yang digunakan adalah pengiriman, harga, kualitas. Berikut meripukan hasil pengujian skenario 6 yang dilakukan.

Tabel 14. Skenario 6 Pengiriman, Kualitas, Harga

<i>Supplier</i>	<i>Quality</i>	<i>Price</i>	<i>Delivery Time</i>	<i>Cluster_Label</i>
21	5	5	4.0	0
24	3	4	5.0	1
20	4	3	3.0	2

Tabel diatas merupakan hasil yang didapatkan dengan menggunakan urutan kriteria pengiriman, kualitas, harga. Hasil usulan pemasok yang didapatkan dari setiap kluster adalah pemasok 21 pada kluster 0, pemasok 24 pada kluster 1, dan pemasok 20 pada kluster 2.

Masalah utama dalam penelitian ini adalah kesulitan perusahaan dalam memilih pemasok secara objektif berdasarkan banyak kriteria. Dengan menggunakan algoritma *K-Means*, sistem dapat mengelompokkan pemasok tanpa perlu penilaian manual, yang selama ini cenderung subjektif dan memakan waktu. Metode ini menjawab kebutuhan akan pendekatan yang otomatis, terstruktur, dan berbasis data dalam pengambilan keputusan.

Berdasarkan pengolahan data didapatkan tiga kluster yang terbentuk berdasarkan kriteria yang digunakan. Setiap kluster yang terbentuk menunjukkan karakteristik yang berbeda-beda berdasarkan kriteria kualitas, harga, dan waktu pengiriman. Kluster 0 didominasi oleh pemasok dengan kualitas tinggi dan dengan harga kompetitif, tetapi waktu pengiriman yang tidak optimal. Kluster 1 didominasi oleh pemasok dengan kualitas yang kurang baik, dengan harga yang kompetitif dan waktu pengiriman yang optimal. Kluster 2 didominasi oleh pemasok dengan kualitas cukup tinggi, waktu pengiriman kurang optimal dengan harga relatif lebih tinggi.

Hasil ini memberikan alternatif bagi perusahaan untuk memilih pemasok sesuai dengan prioritas strategi yang sesuai dengan perusahaan manufaktur. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Zikri dan Nasari (2020), yang menggunakan *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan pemasok berdasarkan jenis produk dan nilai transaksi. Namun, pendekatan pada penelitian ini lebih menambahkan dimensi kualitas dan ketepatan waktu, dua kriteria penting yang juga diidentifikasi oleh Revi et al. (2018) sebagai penentu keberhasilan manajemen rantai pasok. Selain itu, Bastian (2018) menunjukkan bahwa *K-Means* efektif untuk pengolahan data besar karena ketepatannya terhadap struktur data numerik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan untuk menjawab tujuan yang telah ditentukan sebelumnya. Berdasarkan hasil metode *K-Means* didapatkan 3 kluster yang terbentuk,

yaitu kluster 0, kluster 1, kluster 2. Pada kluster 0 terdapat 15 pemasok, pada kluster 1 terdapat 9 pemasok, dan pada kluster 2 terdapat 11 pemasok. Setiap kluster yang terbentuk menunjukkan karakteristik yang berbeda-beda berdasarkan kriteria kualitas, harga, dan waktu pengiriman.

6. SARAN

Diharapkan penelitian selanjutnya menggunakan kriteria yang berbeda atau kriteria yang disesuaikan dengan perusahaan serta menggunakan data langsung yang diperoleh dari perusahaan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdirad, M., & Krishnan, K. (2021). Industry 4.0 in logistics and supply chain management: a systematic literature review. *Engineering Management Journal*, 33(3), 187-201.
- Ali, M. R., Nipu, S. M. A., & Khan, S. A. (2023). A decision support system for classifying supplier selection criteria using machine learning and random forest approach. *Decision Analytics Journal*, 7, 100238.
- Bastian, A. (2018). Penerapan algoritma k-means clustering analysis pada penyakit menular manusia (studi kasus kabupaten Majalengka). *Jurnal Sistem Informasi*, 14(1), 28-34.
- Clode, M. (2023). *Suppliers Ranking Grades* [Data set]. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/michaelclodeemil/suppliers-ranking-grades>
- Enterprise, J. (2019). *Python untuk Programmer Pemula*. Elex media komputindo.
- Revi, A., Parlina, I., & Wardani, S. (2018). Analisis Perhitungan Metode MOORA dalam Pemilihan Supplier Bahan Bangunan di Toko Megah Gracindo Jaya. *InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, 3(1), 95-99.
- Zikri, F., & Nasari, F. (2020). Algoritma K-Means Untuk Mengelompokkan Suplier Obat (Studi Kasus: RS. Prima Husada Cipta Medan). *Infosys (Information System) Journal*, 5(1), 01-11.