

Pemanfaatan Algoritma K-Medoids untuk Klustering Kecambah Kelapa Sawit

Utilization of K-Medoids Algorithm for Klustering of Oil Palm Sprouts

Sri Nuraini¹, Indra Gunawan², Widodo Saputra³

^{1,2,3} STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Article Info

Genesis Artikel:

Diterima, 7 Februari 2022

Direvisi, 18 Februari 2022

Disetujui, 2 Maret 2022

Kata Kunci:

Pengelompokan

Kelapa Sawit

K-Medoids

Kecambah

Data Mining

ABSTRAK

Kelapa sawit masih menjadi komoditas primadona di sektor perkebunan dan sebagai penyumbang devisa utama hingga saat ini. Riset dan pengembangan komoditas ini menjadi sangat penting untuk tetap mempertahankan posisi Indonesia sebagai Negara penghasil minyak sawit terbesar di dunia. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor-faktor internal dan eksternal apa saja yang menjadi kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman bagi pemasaran kecambah sawit di PPKS Marihat. Untuk menganalisis strategi apa yang menjadi prioritas untuk diimplementasikan bagi pemasaran kecambah di PPKS Marihat. Metode penelitian yang digunakan adalah algoritma K-Medoids klustering dengan menyeleksi data kecambah agar bisa mengetahui kualitas kecambah terbaik. Berdasarkan hasil penelitian menggunakan algoritma K-Medoids dengan perhitungan manual maupun pengujian diperoleh hasil yang sama, yakni *cluster* 1 dengan kategori kecambah amat baik memiliki 7 anggota, *cluster* 2 dengan kategori kecambah baik memiliki 12 anggota dan *cluster* 3 dengan kategori kecambah kurang baik memiliki 7 anggota. Pengujian data pada Rapid Miner dengan menggunakan algoritma K-Medoids dapat menampilkan 3 kelas dengan persentase keakuratan sebesar 100%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa algoritma K-Medoids dapat digunakan untuk klustering kecambah kelapa sawit di PPKS Marihat.

ABSTRACT

Palm oil is still a prima donna commodity in the plantation sector and as a major foreign exchange earner to date. Research and development of this commodity is very important to maintain Indonesia's position as the largest palm oil producing country in the world. The purpose of this study was to analyze what internal and external factors are the strengths, weaknesses, opportunities and threats for marketing oil palm sprouts in PPKS Marihat. To analyze what are the priority strategies to be implemented for the marketing of sprouts at PPKS Marihat. The research method used is the K-Medoids clustering algorithm by selecting the sprout data in order to determine the best quality of sprouts. Based on the results of research using the K-Medoids algorithm with manual calculations and testing, the same results were obtained, namely cluster 1 with very good sprouts category had 7 members, cluster 2 with good sprouts category had 12 members and cluster 3 with poor sprouts category had 7 members. . Testing data on Rapid Miner using the K-Medoids algorithm can display 3 classes with an accuracy percentage of 100%. So it can be concluded that the K-Medoids algorithm can be used for clustering oil palm sprouts at PPKS Marihat.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Penulis Korespondensi:

Sri Nuraini,

Program Studi Teknik Informatika,

STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Email: srinurainii@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kelapa sawit adalah salah satu jenis tanaman perkebunan yang memiliki posisi penting di sektor pertanian, yang menghasilkan minyak tertinggi di dunia khususnya di pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan dan Papua di Indonesia [1], hal ini disebabkan karena dari sekian banyak tanaman yang menghasilkan minyak atau lemak. Kelapa sawit merupakan tumbuhan tropis golongan *palmae* alam tropis Indonesia yang beriklim tropis [2]. Pertumbuhan dan panen kelapa sawit juga tergantung pupuk dan curah hujan yang turun tiap harinya [3]. Kelapa sawit dianggap sudah tua jika berumur 20 sampai 25 tahun. Pada proses tahapan untuk mendapatkan bibit yang bermutu, harus dilakukan seleksi di masa pembibitan untuk mendapatkan kualitas bibit yang terbaik sebagai bahan tanaman. Bibit yang baik dapat dilihat secara fisiknya memiliki organ tubuh yang normal, tidak terkena hama dan penyakit serta memiliki sifat keturunan yang unggul. Bibit yang bermutu berasal dari pemeliharaan kecambah yang optimal dan dilakukan seleksi berdasarkan pertumbuhan yang dilakukan secara fisik. Salah satu ciri kecambah tanaman kelapa sawit yang baik adalah memiliki satu buah *radikula* dan satu buah *plumula*. Namun adapun kecambah kelapa sawit memiliki lebih dari satu calon titik tumbuh disebut kecambah poliembrioni.

Banyak instansi milik pemerintah maupun swasta yang berkecimpung dibidang penelitian kelapa sawit, salah satu diantara nya adalah PPKS Marihat yang terletak di Kecamatan Siantar, Kabupaten Simalungun, provinsi Sumatera Utara. Sesuai visi dan misi yang diemban PPKS untuk menjadi pusat unggulan di bidang kelapa sawit yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, PPKS berkomitmen untuk secara aktif dan konsisten dalam memenuhi kebutuhan pekebun beserta seluruh stake holder industri minyak sawit terhadap produk dan teknologi berbasis riset, dengan menerapkan budaya kerja yang Inovatif, Objektif, Profesional, *Reliable*, dan Penuh Integritas (IOPRI). PPKS bertekad menjadi lembaga riset yang selalu menghadirkan inovasi dan melayani dengan sepenuh hati. Kelapa sawit melalui penerapan konsep kluster di provinsi Sumatra utara menjadi harapan pemerintah untuk meningkat kan nilai tambah dan daya saing produk. Namun demikian, hingga saat ini hal tersebut masih menjadi tantangan, terutama terkait dengan kondisi keragaman para pelaku dalam rantai industri serta penyediaan pasokan persaingan usaha dalam pasar global yang mengikutkan aspek lingkungan. Karena itu, analisis kluster yang di lihat dari perspektif rantai pengolahan kelapa sawit menjadi menarik.

Analisis kluster bertujuan untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan karakteristik diantar objek-objek itu, sehingga dapat diketahui ciri khas pada setiap kelompok [4]. Banyak objek yang dapat di kelompokkan dengan meng kluster. Analisis kluster adalah suatu alat untuk mengelompokkan sejumlah objek berdasarkan variabel yang secara relative mempunyai kesamaan karakteristik diantara objek-objek tersebut, sehingga keragaman dalam suatu kelompok tersebut lebih kecil dibanding kan dengan keragaman antar kelompok, sehingga objek-objek yang berada dalam satu kluster akan mempunyai kemiripan atau kesamaan karakter.

Banyak cabang ilmu Komputer dapat memecahkan masalah yang kompleks, salah satunya data mining [5]–[14]. Data mining merupakan teknik pengelolaan data dalam jumlah besar yang dapat digunakan untuk klasifikasi, asosiasi, estimasi / prediksi hingga klustering. Berikut beberapa penelitian yang menjadi acuan terutama klustering K-Medoids dalam menyelesaikan masalah seperti yang dilakukan (Windarto et al., 2020) tentang kombinasi metode klustering dan klasifikasi pada Pandemi Covid-19 di Indonesia. Tujuan dari penelitian untuk melakukan kombinasi metode klustering dan klasifikasi yang merupakan bagian dari data mining. Metode klustering yang digunakan adalah K-Medoids. Kasus yang diangkat adalah Pandemi Covid-19 di Indonesia. Hasil penelitian menyebutkan bahwa K-Medoids dapat diterapkan dengan hasil pemetaan diperoleh 9 provinsi berada di kluster tinggi (C1= zona merah), 3 provinsi berada di kluster waspada (C2= zona kuning) dan 22 provinsi berada di kluster rendah (C3= zona hijau) [15]. Berikutnya penelitian (Rahman et al., 2020) tentang ekspor bahan mentah minyak bumi ke negara tujuan. Tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisis dan mengimplementasikan teknik data mining dalam ekspor bahan mentah minyak bumi ke negara tujuan dengan menggunakan metode K-Medoids. Hasil penelitian menyatakan K-Medoids dapat diterapkan dengan hasil kluster tinggi (C1) terdiri dari 3 negara (Jepang, Thailand dan Amerika Serikat) dan kluster rendah (C2) terdiri dari 6 negara (Korea Selatan, Taiwan, China, Singapura, Malaysia dan Singapura) [16]. Selanjutnya penelitian (Wira et al., 2019) tentang *clustering* untuk mengetahui pola pemilihan program studi mahasiswa baru tahun 2018 di universitas Kanjuruhan Malang. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pola pemilihan program studi mahasiswa baru dengan menggunakan metode K-Medoids. Penerapan metode K-Medoids dapat dilakukan dengan hasil penelitian bahwa mahasiswa baru yang berasal dari SMA/SMK dengan nilai ujian diatas 70 mengambil jurusan TI, sedangkan mahasiswa baru yang berasal dari SMK dengan nilai ujian dibawah 70 dan SMA dengan nilai ujian dibawah 50 mengambil jurusan SI, dan sisanya mengambil jurusan NON TI/SI [17].

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dijabarkan, maka pada penelitian ini akan menggunakan Algoritma K-Medoids untuk klustering kecambah kelapa sawit pada PPKS Marihat.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian memberikan rancangan atau gambaran dalam penelitian yang akan meliputi : Metode pengumpulan data, implementasi data, sumber data, kontribusi penelitian, lokasi penelitian dan waktu pengumpulan data.

2.1. Lokasi, Waktu dan Data Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Marihat, dengan waktu pengumpulan data dilakukan pada tanggal 31 September 2020 sampai dengan 4 September 2020. Pengumpulan data penelitian dengan cara berikut:

1. Pengamatan Langsung (Observasi)

Pengamatan dilakukan secara langsung dengan datang ke kantor PPKS yang ada di Marihat guna memperoleh data yang diperlukan.

2. Wawancara

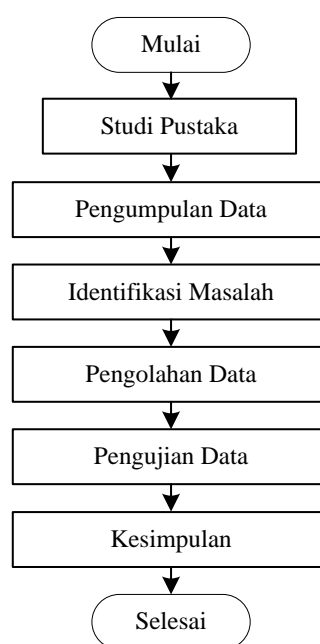
Wawancara dilakukan dengan memberikan pertanyaan kepada pegawai yang bekerja di bagian yang mengolah hasil panen agar mendapatkan informasi tentang data kecambah kelapa sawit

Tabel 1. Data Kecambah Kelapa Sawit

No.	No. Serbuk	Baik	Tafir	Jlh. Butir
1.	MA-03138/2019	117	90	207
2.	MA-03291/2019	650	41	691
3.	BJ-01594/2019	450	50	500
4.	BJ-01625/2019	50	80	130
5.	MA-03290/2019	305	20	325
6.	MA-03248/2019	170	25	195
7.	MA-03249/2019	367	30	397
8.	MA-03220/2019	178	30	208
9.	BJ-01621/2019	160	20	180
10.	BJ-01604/2019	322	60	382
11.	MA-03195/2019	356	40	396
12.	MA-03247/2019	500	30	530
13.	BJ-01639/2019	303	30	333
14.	MA-03271/2019	167	38	205
15.	MA-03321/2019	180	0	180
16.	BJ-01650/2019	452	47	499
17.	BJ-01628/2019	83	11	94
18.	BJ-01660/2019	70	0	70
19.	BJ-01651/2019	150	30	180
20.	MA-03289/2019	150	75	225
21.	BJ-01538/2019	300	17	317
22.	BJ-01538/2019	300	17	317
23.	MA-03183/2019	503	86	589
24.	MA-03196/2019	785	8	793
25.	MA-03037/2019	493	32	525
26.	MA-03092/2019	193	32	225

2.2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dilakukan dengan melakukan sebuah pengamatan, selanjutnya mengumpulkan data, setelah data tersebut dimasukkan ke *Microsoft excel* lalu data akan diolah melalui proses perhitungan dan mengikuti langkah-langkah algoritma K-Medoids. Hasil perhitungan tersebut dapat diaplikasikan ke *Rapid Miner* untuk melihat hasil yang akurat. Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



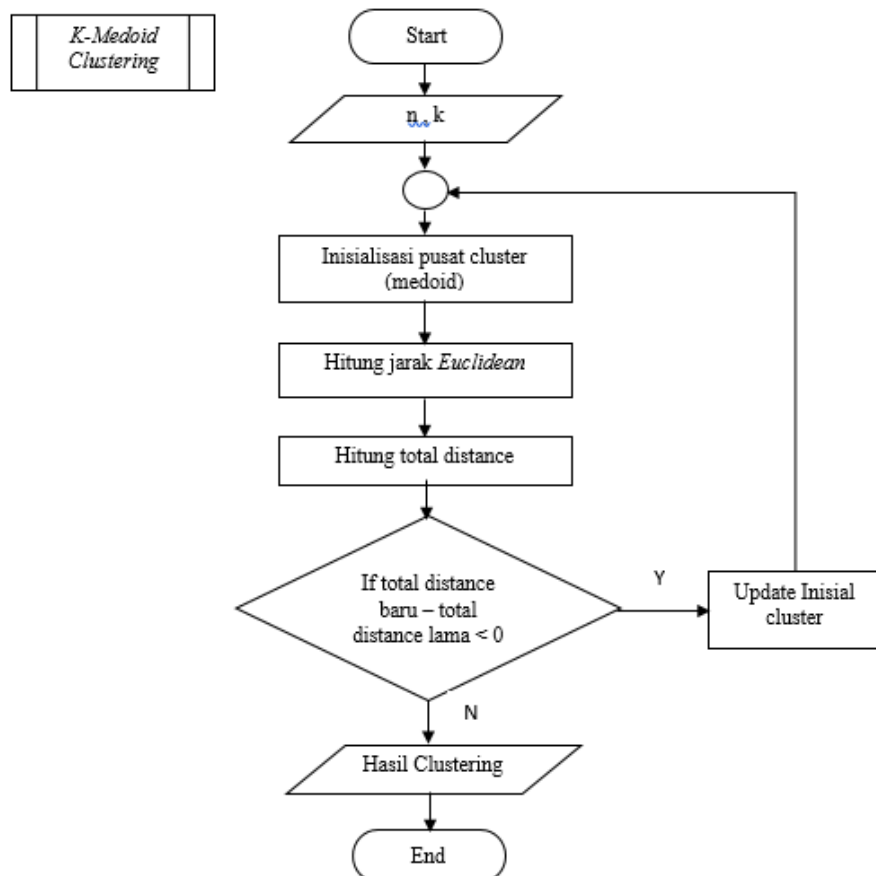
Gambar 1. Tahapan Penelitian

Keterangan:

1. Studi Pustaka
Tahapan ini merupakan langkah untuk mendapatkan ataupun mengumpulkan informasi yang terkait terhadap topik, metode atau masalah yang terjadi pada penelitian ini. Maka, pada tahapan ini pengumpulan informasi diperoleh dari berbagai buku, jurnal ataupun e-book yang terkait dengan topik dari penelitian ini.
2. Pengumpulan Data
Pada tahapan ini, data-data yang di dapat berasal dari kantor PPKS Marihat yaitu data kecambah.
3. Identifikasi Masalah
Tahapan identifikasi masalah ini dilakukan setelah semua data-data terpenuhi kemudian didapatkan dataset yang sesuai untuk dilakukan proses pada tahapan konversi data yang didapat sesuai dengan bobot yang ditentukan.
4. Pengolahan Data dengan K-Medoids
Pengolahan ataupun proses penyelesaian masalah dengan menggunakan Aloritma K-Medoids yang bertujuan untuk mendapatkan data yang siap diolah untuk digunakan penelitian.
5. Pengujian Data dengan Rapid Miner
Pengujian Data dilakukan dengan menggunakan *tools* Rapid Miner.
6. Kesimpulan
Kesimpulan didapatkan dari penyelesaian masalah yang menjadi akhir keputusan dari penelitian.

2.3. Diagram Alir Algoritma K-Medoids

Berikut ini disajikan Diagram alir dari metode *Clustering K-Medoids*.



Gambar 2. Diagram alir metode *K-Medoids* [18]

Langkah-langkah metode *K-Medoids* dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Inisialisasi pusat *cluster* sebanyak *k* (jumlah *cluster*).
2. Alokasi kan setiap data (objek) ke *cluster* terdekat menggunakan persamaan ukuran jarak Euclidian Distance.
3. Pilih secara acak objek pada masing-masing *cluster* sebagai kandidat medoids baru
4. Hitung jarak setiap objek yang berada pada masing-masing *cluster* dengan kandidat medoids baru
5. Hitung total simpangan (*S*) dengan menghitung nilai total distance baru – total distance lama. Jika $S < 0$, maka tukar objek dengan data *cluster* untuk membentuk sekumpulan *k* objek baru sebagai medoid

6. Ulangi langkah 3 sampai 5 hingga tidak terjadi perubahan *medoids*, sehingga didapatkan *cluster* beserta anggota *cluster* masing-masing.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengolahan Data

Proses *clustering* dilakukan dengan penentuan data yang ingin di *cluster*. Berikut adalah langkah-langkah penyelesaian yang penulis lakukan dalam mengelompokkan kecambah kelapa sawit menggunakan algoritma K-Medoids :

1. Inisialisasi pusat *cluster* sebanyak 3 *cluster* dari data sampel. Untuk pemilihan setiap *medoid* dipilih secara acak. Seperti yang dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Medoid Awal (Berdasarkan Tabel 1)

<i>Cluster</i>	Baik	Tafir	Jlh. Butir
MA-03247/2019 (C1)	500	30	530
BJ-01651/2019 (C2)	150	30	180
BJ-01639/2019 (C3)	303	30	333

2. Menghitung nilai jarak dengan persamaan *Euclidean Distance*. Berikut adalah perhitungan jarak pada data kecambah kelapa sawit dengan titik pusat pada *cluster* pertama, *cluster* kedua dan *cluster* ketiga.

$$\begin{aligned}
 D_{(1,1)} &= \sqrt{(117 - 500)^2 + (90 - 30)^2 + (207 - 530)^2} = 504,59 \\
 D_{(2,1)} &= \sqrt{(117 - 150)^2 + (90 - 30)^2 + (207 - 180)^2} = 73,60 \\
 D_{(3,1)} &= \sqrt{(117 - 303)^2 + (90 - 30)^2 + (207 - 333)^2} = 232,53 \\
 D_{(1,2)} &= \sqrt{(650 - 500)^2 + (41 - 30)^2 + (691 - 530)^2} = 220,32 \\
 D_{(2,2)} &= \sqrt{(650 - 150)^2 + (41 - 30)^2 + (691 - 180)^2} = 715,01 \\
 D_{(3,2)} &= \sqrt{(650 - 303)^2 + (41 - 30)^2 + (691 - 333)^2} = 489,69 \\
 D_{(1,3)} &= \sqrt{(450 - 500)^2 + (50 - 30)^2 + (500 - 530)^2} = 61,64 \\
 D_{(2,3)} &= \sqrt{(450 - 150)^2 + (50 - 30)^2 + (500 - 180)^2} = 439,08 \\
 D_{(3,3)} &= \sqrt{(450 - 303)^2 + (50 - 30)^2 + (500 - 180)^2} = 223,37 \\
 D_{(1,4)} &= \sqrt{(50 - 500)^2 + (80 - 30)^2 + (130 - 530)^2} = 604,15 \\
 D_{(2,4)} &= \sqrt{(50 - 150)^2 + (80 - 30)^2 + (130 - 180)^2} = 122,47 \\
 D_{(3,4)} &= \sqrt{(50 - 303)^2 + (80 - 30)^2 + (130 - 180)^2} = 328,20 \\
 D_{(1,5)} &= \sqrt{(305 - 500)^2 + (20 - 30)^2 + (325 - 530)^2} = 283,10 \\
 D_{(2,5)} &= \sqrt{(305 - 150)^2 + (20 - 30)^2 + (325 - 530)^2} = 212,48 \\
 D_{(3,5)} &= \sqrt{(305 - 303)^2 + (20 - 30)^2 + (325 - 333)^2} = 12,96 \\
 D_{(1,6)} &= \sqrt{(170 - 500)^2 + (25 - 30)^2 + (195 - 530)^2} = 470,26 \\
 D_{(2,6)} &= \sqrt{(170 - 150)^2 + (25 - 30)^2 + (195 - 180)^2} = 25,49 \\
 D_{(3,6)} &= \sqrt{(170 - 303)^2 + (25 - 30)^2 + (195 - 333)^2} = 191,72 \\
 D_{(1,7)} &= \sqrt{(367 - 500)^2 + (30 - 30)^2 + (397 - 530)^2} = 188,09 \\
 D_{(2,7)} &= \sqrt{(367 - 150)^2 + (30 - 30)^2 + (397 - 180)^2} = 306,88 \\
 D_{(3,7)} &= \sqrt{(367 - 303)^2 + (30 - 30)^2 + (397 - 333)^2} = 90,50 \\
 D_{(1,8)} &= \sqrt{(178 - 500)^2 + (30 - 30)^2 + (208 - 530)^2} = 455,37 \\
 D_{(2,8)} &= \sqrt{(178 - 150)^2 + (30 - 30)^2 + (208 - 180)^2} = 39,59 \\
 D_{(3,8)} &= \sqrt{(178 - 303)^2 + (30 - 30)^2 + (208 - 333)^2} = 176,77 \\
 D_{(1,9)} &= \sqrt{(160 - 500)^2 + (20 - 30)^2 + (180 - 530)^2} = 488,05 \\
 D_{(2,9)} &= \sqrt{(160 - 150)^2 + (20 - 30)^2 + (180 - 180)^2} = 14,14 \\
 D_{(3,9)} &= \sqrt{(160 - 303)^2 + (20 - 30)^2 + (180 - 333)^2} = 209,66 \\
 D_{(1,10)} &= \sqrt{(322 - 500)^2 + (60 - 30)^2 + (382 - 530)^2} = 233,42 \\
 D_{(2,10)} &= \sqrt{(322 - 150)^2 + (60 - 30)^2 + (382 - 180)^2} = 266,99 \\
 D_{(3,10)} &= \sqrt{(322 - 303)^2 + (60 - 30)^2 + (382 - 333)^2} = 60,51 \\
 D_{(1,11)} &= \sqrt{(356 - 500)^2 + (40 - 30)^2 + (396 - 530)^2} = 196,95 \\
 D_{(2,11)} &= \sqrt{(356 - 150)^2 + (40 - 30)^2 + (396 - 180)^2} = 298,65
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{(3,11)} &= \sqrt{(356 - 303)^2 + (40 - 30)^2 + (396 - 333)^2} = 82,93 \\
D_{(1,12)} &= \sqrt{(500 - 500)^2 + (30 - 30)^2 + (530 - 530)^2} = 0 \\
D_{(2,12)} &= \sqrt{(500 - 150)^2 + (30 - 30)^2 + (530 - 180)^2} = 494,97 \\
D_{(3,12)} &= \sqrt{(500 - 303)^2 + (30 - 30)^2 + (530 - 333)^2} = 278,60 \\
D_{(1,13)} &= \sqrt{(303 - 500)^2 + (30 - 30)^2 + (333 - 530)^2} = 278,60 \\
D_{(2,13)} &= \sqrt{(303 - 150)^2 + (30 - 30)^2 + (333 - 180)^2} = 216,37 \\
D_{(3,13)} &= \sqrt{(303 - 303)^2 + (30 - 30)^2 + (333 - 333)^2} = 0 \\
D_{(1,14)} &= \sqrt{(167 - 500)^2 + (38 - 30)^2 + (205 - 530)^2} = 465,37 \\
D_{(2,14)} &= \sqrt{(303 - 150)^2 + (30 - 30)^2 + (333 - 180)^2} = 31,27 \\
D_{(3,14)} &= \sqrt{(303 - 303)^2 + (30 - 30)^2 + (333 - 333)^2} = 186,93 \\
D_{(1,15)} &= \sqrt{(180 - 500)^2 + (0 - 30)^2 + (180 - 530)^2} = 475,18 \\
D_{(2,15)} &= \sqrt{(180 - 150)^2 + (0 - 30)^2 + (180 - 180)^2} = 42,42 \\
D_{(3,15)} &= \sqrt{(180 - 303)^2 + (0 - 30)^2 + (180 - 333)^2} = 198,59 \\
D_{(1,16)} &= \sqrt{(452 - 500)^2 + (47 - 30)^2 + (499 - 530)^2} = 59,61 \\
D_{(2,16)} &= \sqrt{(452 - 150)^2 + (47 - 30)^2 + (499 - 180)^2} = 439,60 \\
D_{(3,16)} &= \sqrt{(452 - 303)^2 + (47 - 30)^2 + (499 - 333)^2} = 223,70 \\
D_{(1,17)} &= \sqrt{(83 - 500)^2 + (11 - 30)^2 + (94 - 530)^2} = 603,61 \\
D_{(2,17)} &= \sqrt{(83 - 150)^2 + (11 - 30)^2 + (94 - 180)^2} = 110,66 \\
D_{(3,17)} &= \sqrt{(83 - 303)^2 + (11 - 30)^2 + (94 - 333)^2} = 325,39 \\
D_{(1,18)} &= \sqrt{(70 - 500)^2 + (0 - 30)^2 + (70 - 530)^2} = 630,39 \\
D_{(2,18)} &= \sqrt{(70 - 150)^2 + (0 - 30)^2 + (70 - 180)^2} = 139,28 \\
D_{(3,18)} &= \sqrt{(70 - 303)^2 + (0 - 30)^2 + (70 - 333)^2} = 352,64 \\
D_{(1,19)} &= \sqrt{(150 - 500)^2 + (30 - 30)^2 + (180 - 530)^2} = 494,97 \\
D_{(2,19)} &= \sqrt{(150 - 150)^2 + (30 - 30)^2 + (180 - 180)^2} = 0 \\
D_{(3,19)} &= \sqrt{(150 - 303)^2 + (30 - 30)^2 + (180 - 333)^2} = 216,37 \\
D_{(1,20)} &= \sqrt{(150 - 500)^2 + (75 - 30)^2 + (225 - 530)^2} = 466,42 \\
D_{(2,20)} &= \sqrt{(150 - 150)^2 + (75 - 30)^2 + (225 - 180)^2} = 63,63 \\
D_{(3,20)} &= \sqrt{(150 - 303)^2 + (75 - 30)^2 + (225 - 333)^2} = 192,60 \\
D_{(1,21)} &= \sqrt{(300 - 500)^2 + (17 - 30)^2 + (317 - 530)^2} = 292,46 \\
D_{(2,21)} &= \sqrt{(300 - 150)^2 + (17 - 30)^2 + (317 - 180)^2} = 203,56 \\
D_{(3,21)} &= \sqrt{(300 - 303)^2 + (17 - 30)^2 + (317 - 333)^2} = 20,83 \\
D_{(1,22)} &= \sqrt{(300 - 500)^2 + (17 - 30)^2 + (317 - 530)^2} = 292,46 \\
D_{(2,22)} &= \sqrt{(300 - 150)^2 + (17 - 30)^2 + (317 - 180)^2} = 203,56 \\
D_{(3,22)} &= \sqrt{(300 - 303)^2 + (17 - 30)^2 + (317 - 333)^2} = 20,83 \\
D_{(1,23)} &= \sqrt{(503 - 500)^2 + (86 - 30)^2 + (589 - 530)^2} = 81,40 \\
D_{(2,23)} &= \sqrt{(503 - 150)^2 + (86 - 30)^2 + (589 - 180)^2} = 543,16 \\
D_{(3,23)} &= \sqrt{(503 - 303)^2 + (86 - 30)^2 + (589 - 303)^2} = 329,65 \\
D_{(1,24)} &= \sqrt{(785 - 500)^2 + (8 - 30)^2 + (793 - 530)^2} = 388,43 \\
D_{(2,24)} &= \sqrt{(785 - 150)^2 + (8 - 30)^2 + (793 - 150)^2} = 882,88 \\
D_{(3,24)} &= \sqrt{(785 - 303)^2 + (8 - 30)^2 + (793 - 303)^2} = 666,63 \\
D_{(1,25)} &= \sqrt{(493 - 500)^2 + (32 - 30)^2 + (525 - 530)^2} = 8,83 \\
D_{(2,25)} &= \sqrt{(493 - 150)^2 + (32 - 30)^2 + (525 - 150)^2} = 486,49 \\
D_{(3,25)} &= \sqrt{(493 - 303)^2 + (32 - 30)^2 + (525 - 303)^2} = 270,12 \\
D_{(1,26)} &= \sqrt{(193 - 500)^2 + (32 - 30)^2 + (225 - 530)^2} = 432,75 \\
D_{(2,26)} &= \sqrt{(193 - 150)^2 + (32 - 30)^2 + (225 - 180)^2} = 62,27 \\
D_{(3,26)} &= \sqrt{(193 - 303)^2 + (32 - 30)^2 + (225 - 333)^2} = 154,16
\end{aligned}$$

Hasil dari keseluruhan serta penentuan posisi *cluster* yang diikuti atau pengelompokkan dengan menggunakan C1, C2 dan C3 dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Algoritma *K-Medoids* Iterasi Ke-1

No. Serbuk	C1	C2	C3	Jarak Terpendek	Cluster yang diikuti
MA-03138/2019	504,59	73,60	232,53	73,60	C2
MA-03291/2019	220,32	715,01	498,69	220,32	C1
BJ-01594/2019	61,64	439,08	223,37	61,64	C1
BJ-01625/2019	604,15	122,47	328,20	122,47	C2
MA-03290/2019	283,10	212,48	12,96	12,96	C3
MA-03248/2019	470,26	25,49	191,72	25,49	C2
MA-03249/2019	188,09	306,88	90,50	90,50	C3
MA-03220/2019	455,37	39,59	176,77	39,59	C2
BJ-01621/2019	488,05	14,14	209,66	14,14	C2
BJ-01604/2019	233,42	266,99	60,51	60,51	C3
MA-03195/2019	196,95	298,65	82,93	82,93	C3
MA-03247/2019	0	494,97	278,60	0	C1
BJ-01639/2019	278,60	216,37	0	0	C3
MA-03271/2019	465,37	31,27	186,93	31,27	C2
MA-03321/2019	475,18	42,42	198,59	42,42	C2
BJ-01650/2019	59,61	439,60	223,70	59,61	C1
BJ-01628/2019	603,61	110,66	325,39	110,66	C2
BJ-01660/2019	630,39	139,28	352,64	139,28	C2
BJ-01651/2019	494,97	0	216,37	0	C2
MA-03289/2019	466,42	63,63	192,60	63,63	C2
BJ-01538/2019	292,46	203,56	20,83	20,83	C3
BJ-01538/2019	292,46	203,56	20,83	20,83	C3
MA-03183/2019	81,40	543,16	329,65	81,40	C1
MA-03196/2019	388,43	882,88	666,63	388,43	C1
MA-03037/2019	8,83	486,49	270,12	8,83	C1
MA-03092/2019	432,75	62,27	154,16	62,27	C2
Total Cost				2274,38	

Setelah didapatkan hasil jarak dari setiap objek pada iterasi 1 maka lanjut ke iterasi 2. Kandidat *medoid* baru (*non medoid*) pada iterasi 2 dapat dilihat pada tabel 4.4. berikut:

Tabel 4. *Non Medoid*

Cluster	Baik	Tafir	Jlh. Butir
BJ-01594/2019 (C1)	450	50	500
MA-03138/2019 (C2)	117	90	207
MA-03290/2019 (C3)	305	20	325

Berikut adalah perhitungan jarak *Euclidean* untuk iterasi 2 :

$$D_{(1,1)} = \sqrt{(117 - 450)^2 + (90 - 50)^2 + (207 - 500)^2} = 504,59$$

$$D_{(2,1)} = \sqrt{(117 - 117)^2 + (90 - 90)^2 + (207 - 207)^2} = 73,60$$

$$D_{(3,1)} = \sqrt{(117 - 305)^2 + (90 - 20)^2 + (207 - 325)^2} = 232,53$$

$$D_{(1,2)} = \sqrt{(650 - 450)^2 + (41 - 50)^2 + (691 - 500)^2} = 220,32$$

$$D_{(2,2)} = \sqrt{(650 - 117)^2 + (41 - 90)^2 + (691 - 207)^2} = 715,01$$

$$D_{(2,2)} = \sqrt{(650 - 305)^2 + (41 - 20)^2 + (691 - 325)^2} = 489,69$$

$$D_{(1,3)} = \sqrt{(450 - 450)^2 + (50 - 50)^2 + (500 - 500)^2} = 61,64$$

$$D_{(2,3)} = \sqrt{(450 - 117)^2 + (50 - 90)^2 + (500 - 207)^2} = 439,08$$

$$D_{(3,3)} = \sqrt{(450 - 350)^2 + (50 - 20)^2 + (500 - 325)^2} = 223,37$$

$$D_{(1,4)} = \sqrt{(50 - 450)^2 + (80 - 50)^2 + (130 - 500)^2} = 604,15$$

$$D_{(2,4)} = \sqrt{(50 - 117)^2 + (80 - 90)^2 + (130 - 207)^2} = 122,47$$

$$D_{(3,4)} = \sqrt{(50 - 350)^2 + (80 - 20)^2 + (130 - 325)^2} = 328,20$$

$$D_{(1,5)} = \sqrt{(305 - 450)^2 + (20 - 50)^2 + (325 - 500)^2} = 283,10$$

$$D_{(2,5)} = \sqrt{(305 - 117)^2 + (20 - 90)^2 + (325 - 207)^2} = 212,48$$

$$D_{(3,5)} = \sqrt{(305 - 350)^2 + (20 - 20)^2 + (325 - 325)^2} = 12,96$$

$$D_{(1,6)} = \sqrt{(170 - 450)^2 + (25 - 50)^2 + (195 - 500)^2} = 470,26$$

$$D_{(2,6)} = \sqrt{(170 - 117)^2 + (25 - 90)^2 + (195 - 207)^2} = 25,49$$

$$D_{(3,6)} = \sqrt{(170 - 350)^2 + (25 - 20)^2 + (195 - 325)^2} = 191,72$$

$$D_{(1,7)} = \sqrt{(367 - 450)^2 + (30 - 50)^2 + (397 - 500)^2} = 188,09$$

$$D_{(2,7)} = \sqrt{(367 - 117)^2 + (30 - 90)^2 + (397 - 207)^2} = 306,88$$

$$D_{(3,7)} = \sqrt{(367 - 350)^2 + (30 - 20)^2 + (397 - 325)^2} = 90,50$$

$$\begin{aligned}
D_{(1,8)} &= \sqrt{(178 - 450)^2 + (30 - 50)^2 + (208 - 500)^2} = 455,37 \\
D_{(2,8)} &= \sqrt{(178 - 117)^2 + (30 - 90)^2 + (208 - 207)^2} = 39,59 \\
D_{(3,8)} &= \sqrt{(178 - 350)^2 + (30 - 20)^2 + (208 - 325)^2} = 176,77 \\
D_{(1,9)} &= \sqrt{(160 - 450)^2 + (20 - 50)^2 + (180 - 500)^2} = 488,05 \\
D_{(2,9)} &= \sqrt{(160 - 117)^2 + (20 - 90)^2 + (180 - 207)^2} = 14,14 \\
D_{(3,9)} &= \sqrt{(160 - 350)^2 + (20 - 20)^2 + (180 - 325)^2} = 209,66 \\
D_{(1,10)} &= \sqrt{(322 - 450)^2 + (60 - 50)^2 + (382 - 500)^2} = 233,42 \\
D_{(2,10)} &= \sqrt{(322 - 117)^2 + (60 - 90)^2 + (382 - 207)^2} = 266,99 \\
D_{(3,10)} &= \sqrt{(322 - 350)^2 + (60 - 20)^2 + (382 - 325)^2} = 60,51 \\
D_{(1,11)} &= \sqrt{(356 - 450)^2 + (40 - 50)^2 + (396 - 500)^2} = 196,95 \\
D_{(2,11)} &= \sqrt{(356 - 117)^2 + (40 - 90)^2 + (396 - 207)^2} = 298,65 \\
D_{(3,11)} &= \sqrt{(356 - 350)^2 + (40 - 20)^2 + (396 - 325)^2} = 82,93 \\
D_{(1,12)} &= \sqrt{(500 - 450)^2 + (30 - 50)^2 + (530 - 500)^2} = 0 \\
D_{(2,12)} &= \sqrt{(500 - 117)^2 + (30 - 90)^2 + (530 - 207)^2} = 494,97 \\
D_{(3,12)} &= \sqrt{(500 - 350)^2 + (30 - 20)^2 + (530 - 325)^2} = 278,60 \\
D_{(1,13)} &= \sqrt{(303 - 450)^2 + (30 - 50)^2 + (333 - 500)^2} = 278,60 \\
D_{(2,13)} &= \sqrt{(303 - 117)^2 + (30 - 90)^2 + (333 - 207)^2} = 216,37 \\
D_{(3,13)} &= \sqrt{(303 - 350)^2 + (30 - 20)^2 + (333 - 325)^2} = 0 \\
D_{(1,14)} &= \sqrt{(167 - 450)^2 + (38 - 50)^2 + (205 - 500)^2} = 465,37 \\
D_{(2,13)} &= \sqrt{(303 - 117)^2 + (30 - 90)^2 + (333 - 207)^2} = 31,27 \\
D_{(3,13)} &= \sqrt{(303 - 350)^2 + (30 - 20)^2 + (333 - 325)^2} = 186,93 \\
D_{(1,15)} &= \sqrt{(180 - 450)^2 + (0 - 50)^2 + (180 - 500)^2} = 475,18 \\
D_{(2,15)} &= \sqrt{(180 - 117)^2 + (0 - 90)^2 + (180 - 207)^2} = 42,42 \\
D_{(3,15)} &= \sqrt{(180 - 350)^2 + (0 - 20)^2 + (180 - 325)^2} = 198,59 \\
D_{(1,16)} &= \sqrt{(452 - 450)^2 + (47 - 50)^2 + (499 - 500)^2} = 59,61 \\
D_{(2,16)} &= \sqrt{(452 - 117)^2 + (47 - 90)^2 + (499 - 207)^2} = 439,60 \\
D_{(3,16)} &= \sqrt{(452 - 350)^2 + (47 - 20)^2 + (499 - 325)^2} = 223,70 \\
D_{(1,17)} &= \sqrt{(83 - 450)^2 + (11 - 50)^2 + (94 - 500)^2} = 603,61 \\
D_{(2,17)} &= \sqrt{(83 - 117)^2 + (11 - 90)^2 + (94 - 207)^2} = 110,66 \\
D_{(3,17)} &= \sqrt{(83 - 350)^2 + (11 - 20)^2 + (94 - 325)^2} = 325,39 \\
D_{(1,18)} &= \sqrt{(70 - 450)^2 + (0 - 50)^2 + (70 - 500)^2} = 630,39 \\
D_{(2,18)} &= \sqrt{(70 - 117)^2 + (0 - 90)^2 + (70 - 207)^2} = 139,28 \\
D_{(3,18)} &= \sqrt{(70 - 350)^2 + (0 - 20)^2 + (70 - 325)^2} = 352,64 \\
D_{(1,19)} &= \sqrt{(150 - 450)^2 + (30 - 50)^2 + (180 - 500)^2} = 494,97 \\
D_{(2,19)} &= \sqrt{(150 - 117)^2 + (30 - 90)^2 + (180 - 207)^2} = 0 \\
D_{(3,19)} &= \sqrt{(150 - 350)^2 + (30 - 20)^2 + (180 - 325)^2} = 216,37 \\
D_{(1,20)} &= \sqrt{(150 - 450)^2 + (75 - 50)^2 + (225 - 500)^2} = 466,42 \\
D_{(2,20)} &= \sqrt{(150 - 117)^2 + (75 - 90)^2 + (225 - 207)^2} = 63,63 \\
D_{(3,20)} &= \sqrt{(150 - 350)^2 + (75 - 20)^2 + (225 - 325)^2} = 192,60 \\
D_{(1,21)} &= \sqrt{(300 - 450)^2 + (17 - 50)^2 + (317 - 500)^2} = 292,46 \\
D_{(2,21)} &= \sqrt{(300 - 117)^2 + (17 - 90)^2 + (317 - 207)^2} = 203,56 \\
D_{(3,21)} &= \sqrt{(300 - 350)^2 + (17 - 20)^2 + (317 - 325)^2} = 20,83 \\
D_{(1,22)} &= \sqrt{(300 - 450)^2 + (17 - 50)^2 + (317 - 500)^2} = 292,46 \\
D_{(2,22)} &= \sqrt{(300 - 117)^2 + (17 - 90)^2 + (317 - 207)^2} = 203,56 \\
D_{(3,22)} &= \sqrt{(300 - 350)^2 + (17 - 20)^2 + (317 - 325)^2} = 20,83 \\
D_{(1,23)} &= \sqrt{(503 - 450)^2 + (86 - 50)^2 + (589 - 500)^2} = 81,40 \\
D_{(2,23)} &= \sqrt{(503 - 117)^2 + (86 - 90)^2 + (589 - 207)^2} = 543,16 \\
D_{(3,23)} &= \sqrt{(503 - 350)^2 + (86 - 20)^2 + (589 - 325)^2} = 329,65
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{(1,24)} &= \sqrt{(785 - 450)^2 + (8 - 50)^2 + (793 - 500)^2} = 388,43 \\
D_{(2,24)} &= \sqrt{(785 - 117)^2 + (8 - 90)^2 + (793 - 207)^2} = 882,88 \\
D_{(3,24)} &= \sqrt{(785 - 350)^2 + (8 - 20)^2 + (793 - 325)^2} = 666,63 \\
D_{(1,25)} &= \sqrt{(493 - 450)^2 + (32 - 50)^2 + (525 - 500)^2} = 8,83 \\
D_{(2,25)} &= \sqrt{(493 - 117)^2 + (32 - 90)^2 + (525 - 207)^2} = 486,49 \\
D_{(3,25)} &= \sqrt{(493 - 350)^2 + (32 - 20)^2 + (525 - 325)^2} = 270,12 \\
D_{(1,26)} &= \sqrt{(193 - 450)^2 + (32 - 50)^2 + (225 - 500)^2} = 432,75 \\
D_{(2,26)} &= \sqrt{(193 - 117)^2 + (32 - 90)^2 + (225 - 207)^2} = 62,27 \\
D_{(3,26)} &= \sqrt{(193 - 350)^2 + (32 - 20)^2 + (225 - 325)^2} = 154,16
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan jarak ke setiap *non medoids* baru, dapat dilihat pada tabel 4.5 :

Tabel 5. Hasil Perhitungan Algoritma *K-Medoids* Iterasi Ke-2

No. Serbuk	C1	C2	C3	Jarak Terpendek	Cluster yang diikuti
MA-03138/2019	445,35	0	232,74	0	C2
MA-03291/2019	276,69	721,62	503,41	276,69	C1
BJ-01594/2019	0	445,35	229,23	0	C1
BJ-01625/2019	545,71	102,55	326,57	102,55	C2
MA-03290/2019	229,23	232,74	0	0	C3
MA-03248/2019	414,78	84,72	187,48	84,72	C2
MA-03249/2019	133,78	319,68	95,54	95,54	C3
MA-03220/2019	399,55	85,56	172,96	85,56	C2
BJ-01621/2019	432,89	86,47	205,06	86,47	C2
BJ-01604/2019	174,37	271,20	71,67	71,67	C3
MA-03195/2019	140,54	308,77	89,67	89,67	C3
MA-03247/2019	61,64	504,59	283,10	61,64	C1
BJ-01639/2019	223,37	232,53	12,96	12,96	C3
MA-03271/2019	408,97	72,16	183,76	72,16	C2
MA-03321/2019	421,66	113,12	192,48	113,12	C2
BJ-01650/2019	3,74	446,47	229,37	3,74	C1
BJ-01628/2019	548,67	142,00	320,50	142,00	C2
BJ-01660/2019	576,02	170,52	347,34	170,52	C2
BJ-01651/2019	439,08	73,60	212,48	73,60	C2
MA-03289/2019	407,73	40,47	192,48	40,47	C2
BJ-01538/2019	238,91	225,65	9,89	9,89	C3
BJ-01538/2019	238,91	225,65	9,89	9,89	C3
MA-03183/2019	109,66	543,08	336,53	109,66	C1
MA-03196/2019	447,03	892,38	670,49	447,03	C1
MA-03037/2019	52,89	495,84	274,75	52,89	C1
MA-03092/2019	376,82	97,28	150,62	97,28	C2
Total Cost				2309,84	

- Menghitung nilai perhitungan total simpangan (S) dengan persamaan sebagai berikut:

$S = \text{total cost baru} - \text{total cost lama}$

Dengan : Total jarak iterasi ke-1 = 2274,38

Total jarak iterasi ke-2 = 2309,84

Sehingga diperoleh, $S = 2309,84 - 2274,38 = 35,46$

- Karena nilai $S > 0$ maka proses pengklusteran dihentikan.

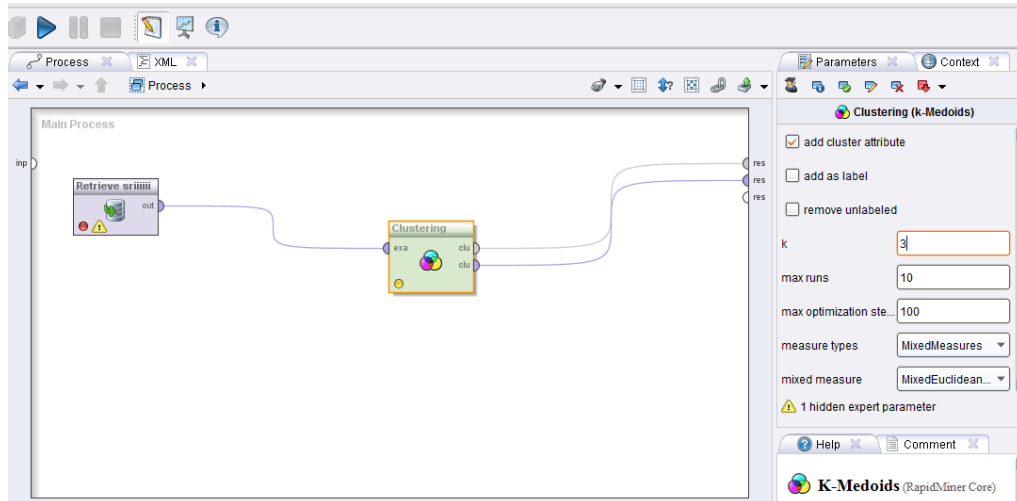
Perhitungan manual pada data tindak kriminalitas berdasarkan provinsi dengan menggunakan algoritma *K-Medoids* didapatkan hasil akhir dimana nilai $S > 0$ maka proses pengklusteran dihentikan. Sehingga diperoleh anggota tiap cluster C1 = 7, C2 = 12 dan C3 = 7 pada posisi data tiap *cluster*. Berdasarkan posisi *cluster* masing-masing pada hasil iterasi 2 maka dapat disimpulkan bahwa:

- Cluster* kecambah yang amat baik (C1) dengan jumlah data kecambah kelapa sawit sebanyak 7 kecambah yaitu : BJ-01594/2019, MA-03247/2019, MA-03291/2019, BJ-01650/2019, MA-03183/2019, MA-03037/2019, dan MA-03183/2019.
- Cluster* kecambah yang baik (C2) dengan jumlah data kecambah kelapa sawit sebanyak 12 kecambah yaitu: MA-03138/2019, MA-03321/2019, BJ-01625/2019, MA-03248/2019, MA-03220/2019, BJ-01621/2019, MA-03271/2019, BJ-01628/2019, BJ-01651/2019, MA-03289/2019, BJ-01660/2019, dan MA-03092/2019.
- Cluster* kecambah yang kurang baik (C3) dengan jumlah data kecambah kelapa sawit sebanyak 7 kecambah yaitu: MA-03290/2019, MA-03249/2019, BJ-01604/2019, MA-03195/2019, BJ-01639/2019, BJ-01538/2019, dan BJ-01538/2019.

3.2. Hasil Percobaan dan Pengujian

1. Pemrosesan Sistem

Pada tahap ini akan dijelaskan tahapan proses penggunaan K-Medoids di dalam *Rapid Miner* data yang telah di Import. Tahapan pertama drag atau klik dan tahan data yang telah disimpan pada Repositories ke lembar kerja Main Process, lalu klik *Clustering* and *Segmentation* dan pilih K-Medoids. Lalu hubungkan antara read excel dengan *clustering* seperti gambar 3 berikut.



Gambar 3. Pemrosesan Data dengan K-Medoids Menggunakan Rapid Miner

2. Hasil Pengelompokkan (Klustering)

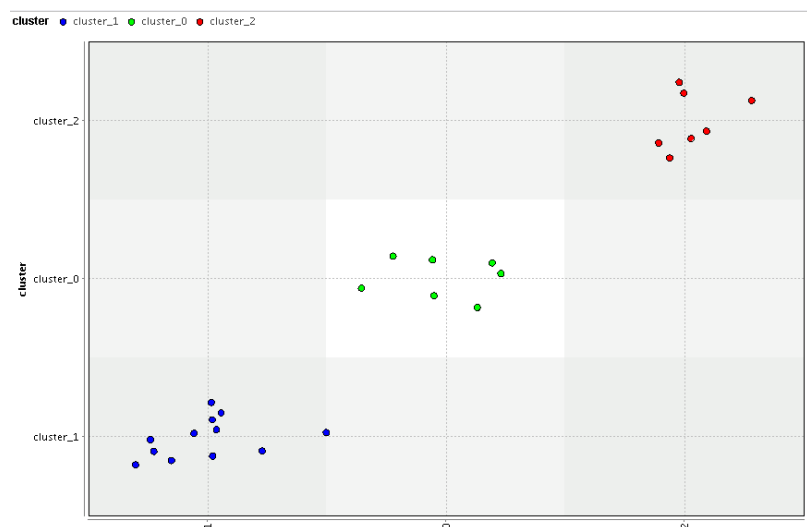
Untuk mendapatkan hasil pengelompokkan (klustering) maka pada tahap selanjutnya klik run (tanda panah biru) pada *toolbar*. Maka akan menampilkan hasil akhir serta langkah terakhir dalam penggunaan *tools Rapid Miner* ini. Dapat dilihat pada gambar 4.

Cluster Model

Cluster 0: 17 items
 Cluster 1: 2 items
 Cluster 2: 7 items
 Total number of items: 26

Gambar 4. Nilai *Cluster Model* Rapid Miner (K-Medoids)

Keterangan: Jumlah *Cluster 0* (Kecambah amat baik) berjumlah 7 items. Jumlah *Cluster 1* (Kecambah baik) berjumlah 12 items, dan Jumlah *Cluster 1* (Kecambah kurang baik) berjumlah 7 items. Sehingga dapat diketahui hasil pengelompokkan dari *rapid miner* berikut, yang dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Pengelompokkan dengan Rapid Miner (K-Medoids)

Pada data *import configuration wizard* kemudian pilih tempat kita menyimpan data yang akan digunakan. Selanjutnya pilih *file name* data yang akan digunakan. Lalu klik *next* pada bagian kanan bawah.

3. Pembahasan

Berdasarkan penjelasan sebelumnya serta hasil yang telah ditampilkan maka berikut akan dibahas mengenai keterkaitan dari hasil yang didapat antara perhitungan manual algoritma dengan hasil yang ditampilkan oleh *Rapid Miner* dan dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan manual dari metode K-Medoids dengan bantuan Microsoft Excel 2010 hasilnya sama dengan pengujian menggunakan *Rapid Miner*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan algoritma K-Medoids, maka dapat disimpulkan bahwa hasil kluster 1 dengan kategori kecambah amat baik memiliki 7 anggota, kluster 2 dengan kategori kecambah baik memiliki 12 anggota dan kluster 3 dengan kategori kecambah kurang baik memiliki 7 anggota. Pengujian data pada *Rapid Miner 5.3* dengan menggunakan algoritma K-Medoids dapat menampilkan 3 (tiga) kelas dengan persentase keakuratan sebesar 100 %. Sehingga algoritma K-Medoids dapat digunakan untuk klustering kecambah kelapa sawit di PPKS Marihat.

REFERENSI

- [1] C. Michael, P. Marpaung, and F. Siburian, "Analisis Hubungan Biaya Produksi Kelapa Sawit Terhadap Pendapatan Petani di Desa Pulo Bayu Kecamatan Hutabayu Raja, Kabupaten Simalungun Organik," *Jurnal Agroteknosains*, vol. 4, no. 1, pp. 8–16, 2020.
- [2] Y. Andriani, A. Wanto, and H. Handrizal, "Jaringan Saraf Tiruan dalam Memprediksi Produksi Kelapa Sawit di PT. KRE Menggunakan Algoritma Levenberg Marquardt," *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, vol. 1, no. September, pp. 249–259, 2019.
- [3] V. V. Utari, A. Wanto, I. Gunawan, and Z. M. Nasution, "Prediksi Hasil Produksi Kelapa Sawit PTPN IV Bahjambi Menggunakan Algoritma Backpropagation," *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. 2, no. 3, pp. 271–279, 2021.
- [4] M. Sundari, P. R. Sihombing, and K. F. Hakim, "Perbandingan Metode Analisis Gerombol K-Rataan dan Bicluster (Studi Kasus: Kerentanan Kelurahan di Kota Depok Tahun 2020)," *Lombok Journal of Science (LJS)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2021.
- [5] N. Arminarahmah, A. D. GS, G. W. Bhawika, M. P. Dewi, and A. Wanto, "Mapping the Spread of Covid-19 in Asia Using Data Mining X-Means Algorithms," *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1071, no. 012018, pp. 1–7, 2021.
- [6] A. Pradipta, D. Hartama, A. Wanto, S. Saifullah, and J. Jalaluddin, "The Application of Data Mining in Determining Timely Graduation Using the C45 Algorithm," *IJISTECH (International Journal of Information System & Technology)*, vol. 3, no. 1, pp. 31–36, 2019.
- [7] T. H. Sinaga, A. Wanto, I. Gunawan, S. Sumarno, and Z. M. Nasution, "Implementation of Data Mining Using C4.5 Algorithm on Customer Satisfaction in Tirta Lihou PDAM," *Journal of Computer Networks, Architecture, and High-Performance Computing*, vol. 3, no. 1, pp. 9–20, 2021.
- [8] N. A. Febriyati, A. D. GS, and A. Wanto, "GRDP Growth Rate Clustering in Surabaya City uses the K- Means Algorithm," *International Journal of Information System & Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 276–283, 2020.
- [9] J. Hutagalung, N. L. W. S. R. Ginantra, G. W. Bhawika, W. G. S. Parwita, A. Wanto, and P. D. Panjaitan, "COVID-19 Cases and Deaths in Southeast Asia Clustering using K-Means Algorithm," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1783, no. 1, p. 012027, 2021.
- [10] I. Parlina *et al.*, "Naive Bayes Algorithm Analysis to Determine the Percentage Level of visitors the Most Dominant Zoo Visit by Age Category," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1255, no. 1, p. 012031.
- [11] M. A. Hanafiah, A. Wanto, and P. B. Indonesia, "Implementation of Data Mining Algorithms for Grouping Poverty Lines by District/City in North Sumatra," *International Journal of Information System & Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 315–322, 2020.
- [12] I. S. Damanik, A. P. Windarto, A. Wanto, Poningsih, S. R. Andani, and W. Saputra, "Decision Tree Optimization in C4.5 Algorithm Using Genetic Algorithm," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [13] A. Wanto *et al.*, *Data Mining : Algoritma dan Implementasi*. Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [14] D. Hartama, A. Perdana Windarto, and A. Wanto, "The Application of Data Mining in Determining Patterns of Interest of High School Graduates," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1339, no. 1, p. 012042, Dec. 2019.
- [15] A. P. Windarto, U. Indriani, M. R. Raharjo, and L. S. Dewi, "Bagian 1: Kombinasi Metode Klastering dan Klasifikasi (Kasus Pandemi Covid-19 di Indonesia)," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 4, no. 3, p. 855, 2020.
- [16] F. Rahman, I. I. Ridho, M. Muflih, S. Pratama, M. R. Raharjo, and A. P. Windarto, "Application of Data Mining Technique using K-Medoids in the case of Export of Crude Petroleum Materials to the Destination Country," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 835, no. 1, p. 012058, 2020.

- [17] B. Wira, A. E. Budianto, and A. S. Wiguna, "Implementasi Metode K-Medoids Clustering Untuk Mengetahui Pola Pemilihan Program Studi Mahasiswa Baru Tahun 2018 Di Universitas Kanjuruhan Malang," *Rainstek*, vol. 1, no. 3, pp. 54–69, 2019.
- [18] A. P. Windarto, J. Na'am, Y. Yuhandri, A. Wanto, and M. Mesran, "Bagian 2 : Model Arsitektur Neural Network dengan Kombinasi K- Medoids dan Backpropagation pada kasus Pandemi COVID-19 di Indonesia," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 4, no. 4, pp. 1175–1180, 2020.