

# Pemetaan Kondisi Lingkungan Tanam menggunakan *K-Means Clustering* sebagai Dasar Sistem Rekomendasi Tindakan Pertanian

Ni ma Kholila <sup>1</sup>, Rika Wahyuni Tambunan <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Administrasi Server dan Jaringan komputer,  
Fakultas, Akademi Komunitas Negeri Putra Sang  
Fajar Blitar  
e-mail : [lila@akb.ac.id](mailto:lila@akb.ac.id)<sup>1</sup>, [rikawah@akb.ac.id](mailto:rikawah@akb.ac.id)<sup>2</sup>

Ni ma Kholila, Administrasi Server dan Jaringan  
Komputer, Akademi Komunitas Negeri Putra Sang Fajar  
Blitar  
e-mail : [lila@akb.ac.id](mailto:lila@akb.ac.id)

---

## ABSTRAK

**Objektif.** Pemasangan alat IoT-Agri, sebagai sistem pemantauan kondisi lingkungan tanam berbasis *Internet of Things*, menghasilkan sejumlah besar data rekam kondisi lingkungan tanam. Melalui pendekatan *data mining*, data rekam yang terdiri dari waktu tanam, pH air, suhu air, suhu udara, dan nilai TDS dapat digunakan untuk memetakan kondisi lingkungan penanaman. Pemetaan selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar sistem keputusan tindakan pertanian.

**Material and Metode.** Pemetaan kondisi lingkungan tanam menggunakan algoritma *k-means clustering*, diuji menggunakan *elbow method* dan dijadikan dasar sistem keputusan tindakan pertanian yang dikirimkan melalui *telegram bot*.

**Hasil.** Kondisi lingkungan tanam dipetakan dalam 3 (tiga) *cluster*. Masing-masing merupakan kondisi lingkungan tanam yang kurang nutrisi dan kurang air, cukup nutrisi tapi kurang air, serta cukup nutrisi dan cukup air. Pengujian *clustering* dengan *elbow method* menunjukkan bahwa pemetaan Kondisi lingkungan tanam bernilai optimal ditunjukkan dengan nilai inersia sebesar 199,065. Keputusan tindakan pertanian dikirimkan melalui telegram bot berupa instruksi penambahan unsur hara, penambahan air, dan penambahan unsur hara serta air.

**Kesimpulan.** Data yang diperoleh dari pemasangan alat IoT-Agri dikelola menggunakan pendekatan data mining, dipetakan berdasarkan kecukupan dan/atau kebutuhan lingkungan tanam terhadap nutrisi dan air. Secara efektif, keputusan tindakan pertanian dapat diberikan kepada petani sesuai dengan kondisi lingkungan tanam saat ini.

**Kata kunci :**

Pemetaan, Kondisi Lingkungan Tanam, *K-Means Clustering*, Tindakan Pertanian

---

## ABSTRACT

**Objective.** The installation of IoT-Agri, as a monitoring system for environmental conditions based on the Internet of Things, results in a large amount of data recording the conditions of the growing environment collected. Through a data mining approach, recorded data consisting of planting time, water pH, water temperature, air temperature, and TDS values can be used to map planting environmental conditions. Mapping can be used as a basis for agricultural action decision systems.

**Materials and Methods.** The mapping of planting environmental conditions uses the k-means clustering algorithm, is tested using the elbow method, and is used as the basis for an agricultural action decision system sent via a telegram bot.

**Results.** Conditions of the planting environment are mapped in 3 (three) clusters. Each of them is a condition of the planting environment that lacks nutrition and lack of water, sufficient nutrition but lacks water, as well as sufficient nutrition and sufficient air. Clustering testing using the elbow method shows that the vulnerability of the optimal planting environment conditions is indicated by the inertia value of 199.065. Decisions on agricultural actions are sent via bot telegrams in the form of instructions for adding nutrients, adding water, and adding nutrients and water.

**Conclusion.** The data obtained from the installation of the IoT-Agri tool is managed using a data mining approach, mapped based on the adequacy and/or needs of the planting environment for nutrients and water. Effectively, agricultural action decisions can be given to farmers according to the current conditions of the planting environment.

**Keywords :**

Mapping, Planting Environmental Conditions, *K-Means Clustering*, Agricultural Action

---

## 1. PENDAHULUAN

Data BPS menunjukkan persentase angkatan kerja pertanian tahun 2021 mengalami peningkatan sebesar 10,74% dari tahun 2020. Peningkatan ini tentunya tidak lebih besar dari peningkatan pangsa konsumsi hasil pertanian tahun 2021 sebesar 12,89% dari tahun 2020. Hal ini diperparah dengan persentase peningkatan luas lahan pertanian pada tahun 2021 sebesar 1,87% dibandingkan dengan luas lahan pertanian pada tahun 2020 (Badan Pusat Statistik, 2022). Penggunaan Internet of Things (IoT) di bidang pertanian merupakan salah satu bentuk modernisasi di bidang pertanian. Kemampuan untuk menggunakan internet sebagai penghubung antara berbagai perangkat, berbagai jenis sensor, dan smart object lainnya, hingga perangkat mobile, dapat membantu kegiatan pertanian menjadi lebih efektif dan efisien. Proses pemantauan perkembangan tanaman, kelembaban tanah, dan hama tanaman dari jarak jauh dapat dilakukan dengan menggunakan *Internet of Things* (IoT) (Nalendra et al., 2022).

Data yang terekam diperoleh karena pemasangan Internet of Things (IoT) sangat mungkin dikembangkan untuk manfaat yang lebih luas. Data rekam pertanian yang terkumpul dalam jumlah banyak dapat dimanfaatkan dengan pendekatan data mining untuk mendapatkan informasi yang peneliti butuhkan, tentunya untuk mendukung kegiatan pertanian lainnya. Pada penelitian sebelumnya, produktivitas pertanian dipetakan menggunakan teknik pengelompokan data mining sehingga diketahui kelompok lahan pertanian dengan produktivitas melebihi target, tepat sasaran, dan kurang dari target. Pengelompokan tersebut berdasarkan data persentase peningkatan produksi pertanian (Widiyanto et al., 2019). Kajian lain mengelompokkan lahan pertanian menjadi 2 cluster berdasarkan tingkat kesuburan tanah yang dilakukan berdasarkan penilaian kandungan unsur hara yang terkandung di dalam tanah (Hayatu et al., 2020). K-Means clustering pada penelitian lain digunakan dalam pengelompokan areal tanam sehingga terbagi menjadi 3 cluster yaitu dataran tinggi, dataran rendah, dan pesisir untuk lebih mempengaruhi rekomendasi jenis penanaman sayuran. (Nugraha et al., 2022). K-Means sendiri merupakan classifier klasik yang umum digunakan (Chong, 2021). Algoritma K-Means rentan terhadap outlier, sehingga outlier harus dihilangkan untuk meningkatkan efisiensi algoritma K-means secara signifikan (Sinaga & Yang, 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti memanfaatkan data rekam yang diperoleh dari instalasi Internet of Things (IoT) di CV. Agro Utama Mandiri Lestari. Data rekam dikelola untuk memperoleh informasi berupa Pemetaan Kondisi Lingkungan Tanam guna memberikan Rekomendasi Tindakan Pertanian yang dibutuhkan petani menggunakan *K-Means Clustering*, diuji menggunakan *elbow method*, dan rekomendasi tindakan pertanian dikirimkan melalui *telegram bot*.

## 2. MATERIAL DAN METODE

Pemasangan alat Internet of Things (IoT) di CV. Agro Utama Mandiri Lestari menghasilkan data catatan pertanian dalam jumlah besar. Data rekam belum dimanfaatkan secara optimal untuk mendukung optimalisasi kegiatan pertanian.

Pada tahap analisis kebutuhan, peneliti melakukan studi literatur tentang pemeliharaan tanaman guna memaksimalkan kualitas buah melon. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pemupukan, pengendalian organisme pengganggu

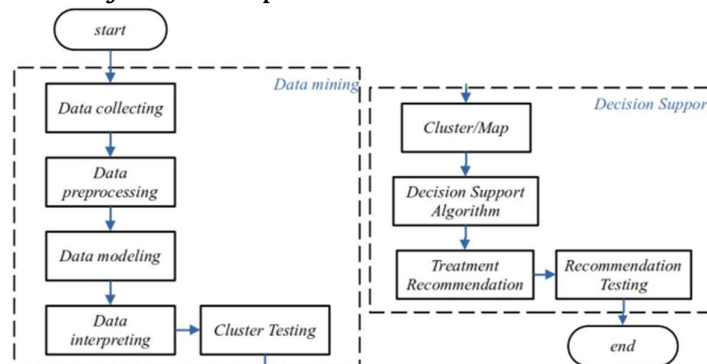
tanaman, pengikatan batang, pemangkasan tunas dan pengikatan buah (Iqbal, M. Dkk., 2019). Diantara prosedur pemeliharaan, prosedur penyiraman adalah prosedur pemeliharaan yang harus mempertimbangkan banyak faktor, mulai dari umur tanam, electro conductivity, pH, volume, hingga frekuensi siram. Tabel 3. menunjukkan kebutuhan penyiraman tanaman melon:

Tabel 1: Tabel Penyiraman

Hari Setelah Tanam	<i>Electro Conductivity</i>	pH	Volume (ml)	Frekuensi	Jam
1 2	-	-	200	2	08.00, 13.00
3 5	1,5	5,5 6.5	200	2	08.00, 13.00
6 15	1,8	5,5 6.5	300	3 4	08.00, 10.00, 11.00, 16.00
16 30	2	5,5 6.5	400	5 6	08.00, 09.00, 10.00, 11.00, 14.00, 16.00
31 40	2,3	5,5 6.5	500	7 8	08.00, 09.00, 10.00, 11.00, 12.00, 14.00, 15.00, 16.00
41 55	2,7	5,5 6.5	500	7 8	08.00, 09.00, 10.00, 11.00, 12.00, 14.00, 15.00, 16.00

Sumber: CV. Agro Utama Mandiri Lestasi, 2022

Data yang direkam meliputi data timestamp, pH, suhu air, suhu udara, dan nilai TDS. Data yang direkam bersifat abstrak, tidak ada pola yang jelas. Data clustering diperlukan untuk memetakan kondisi lahan pertanian. Kondisi lahan pertanian yang telah dipetakan akan digunakan untuk menyusun rekomendasi aksi pertanian. Sehingga selaras dengan tujuan pemasangan IoT, aksi pertanian lebih terukur, dan kegiatan pertanian menjadi lebih optimal.



Gambar 1. Diagram Alur Kerja

Gambar 1 menunjukkan diagram alur kerja yang dimulai dengan tahap pengumpulan data, mengumpulkan semua data yang tercatat dari CV. Agro Utama Mandiri Lestari. Tahap selanjutnya adalah data preprocessing, yang meliputi data

cleansing dan data scaling. Pembersihan data bertujuan untuk menghilangkan data outlier serta data yang memiliki missing value (Susanto & Meiryani, 2019). Penskalaan data dilakukan untuk mengubah dataset pada skala tertentu. Setelah melalui tahap preprocessing data, data siap digunakan pada tahap selanjutnya. Tahap selanjutnya adalah pemodelan data menggunakan algoritma K-Means. Pemodelan data dimaksudkan untuk memetakan data terekam dalam kluster kondisi lingkungan penanaman. Melalui pemodelan data, data dengan kemiripan tertinggi akan menempati cluster yang sama dan sebaliknya. Data dengan kesamaan rendah akan ditempatkan di cluster lain. Hasil pemetaan (clustering) akan diinterpretasikan pada tahap interpretasi data. Setiap kluster akan dikenali, diidentifikasi, dan diinterpretasikan sebagai kluster A, kluster B, dan seterusnya. Tahap terakhir adalah pengujian cluster. Sebagai tahap penutup dalam pendekatan data mining, pengujian clustering digunakan untuk mengetahui seberapa optimal algoritma K-Means mengelompokkan data ke dalam sejumlah cluster tertentu. Melalui pengujian kluster dapat diketahui jumlah cluster yang optimal berdasarkan data set yang dimiliki peneliti (Febrianti et al., 2018). Hasil pemetaan dalam bentuk kluster digunakan untuk membuat rekomendasi aksi budidaya dengan menggunakan pendukung keputusan. Rekomendasi untuk tindakan pertanian diuji oleh para ahli pertanian. Pengujian digunakan untuk memastikan validitas rekomendasi tindakan.

Langkah pertama adalah menentukan berapa banyak cluster yang akan dibuat, selanjutnya disebut nilai  $k$ . Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai centroid (pusat cluster awal) yang diperoleh dari kumpulan data acak dengan beberapa nilai  $k$ . Selanjutnya menghitung jarak setiap dataset ke setiap centroid. Perhitungan menggunakan jarak Euclidean, proses perhitungan jarak dilakukan untuk menentukan jarak terpendek dari semua data ke setiap centroid (Widiyanto et al., 2019). Persamaan jarak euclidean ditunjukkan oleh persamaan (1):

$$d(x_i, \mu_i) = \sqrt{x_i + \mu_i^2} \quad (1)$$

$x_i$  = nilai dataset dan  $\mu_i$  = nilai centroid

Selanjutnya dilakukan proses pengelompokan data berdasarkan nilai jarak Euclidean terkecil ke suatu centroid dalam suatu kelompok. Nilai centroid yang baru dihitung kembali berdasarkan nilai rata-rata kelompok (Widiyanto et al., 2019), seperti ditunjukkan oleh persamaan (2) sebagai berikut:

$$C_k = \frac{1}{n_k} \sum d \quad (2)$$

$C_k$  = nilai centroid baru di cluster- $k$ ,  $n_k$  : jumlah data di cluster- $k$ , dan  $d_i$  : dataset.

Nilai euclidean distance ke nilai centroid akan terus dihitung hingga nilai centroid tidak lagi berubah. Sehingga keanggotaan data dalam suatu cluster juga tidak berubah (Widiyanto et al., 2019). Pengujian cluster dilakukan untuk memastikan hasil clustering yang optimal dengan menggunakan metode elbow. Ide dasar dari metode elbow adalah menentukan jumlah cluster kemudian menambahkan cluster, menghitung Sum Squared Error (SSE) per cluster sampai dengan jumlah maksimum cluster yang telah ditentukan, membandingkan perbedaan SSE setiap cluster, dan perbedaan paling ekstrim yang membentuk sudut siku-siku menunjukkan jumlah cluster terbaik (Umargono et al. al., 2020). Jarak jual euclidean ditunjukkan oleh persamaan (3) (Dewi & Pramita, 2019):

$$SSE = \sum_{k=1}^K \sum_{x_i} |x_i - c_k|^2$$

(3)

$K = c$  cluster,  $x_i =$  jarak data objek  $i$ , and  $c_k$  : pusat cluster  $i$ .

Setiap data yang baru direkam (dikirim secara *real-time* melalui alat IoT) akan dicocokkan dengan cluster yang terbentuk sebelumnya. Pencocokan dilakukan dengan mengukur jarak terpendek dengan masing-masing centroid terakhir yang ditetapkan sebelumnya. Data rekaman dapat langsung digunakan sebagai penentu (pendukung keputusan) kondisi lahan saat ini. Tahap pendukung keputusan dijalankan menggunakan *library flask* sebagai *web framework* yang ditulis menggunakan *library python*. Bentuk rekomendasi disesuaikan dengan kondisi terkini. Anjuran berupa pemberian nutrisi, pemberian air, dan pemberian nutrisi serta air. Dengan menggunakan pustaka labu, rekomendasi tindakan bertani akan dikirim melalui telegram bot. Validitas rekomendasi tindakan yang dikirim melalui telegram bot akan divalidasi oleh pakar pertanian. Pakar akan memastikan validitas rekomendasi tindakan berdasarkan peta kondisi lahan terbaru dan data rekaman terbaru. Nilai validitas rekomendasi tindakan dihitung dari persentase rekomendasi tindakan yang benar. Dengan kata lain, nilai validitas rekomendasi dapat dihitung dari nilai *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Root Mean Square Error* (RMSE) (Aggarwal, C.C., 2016).

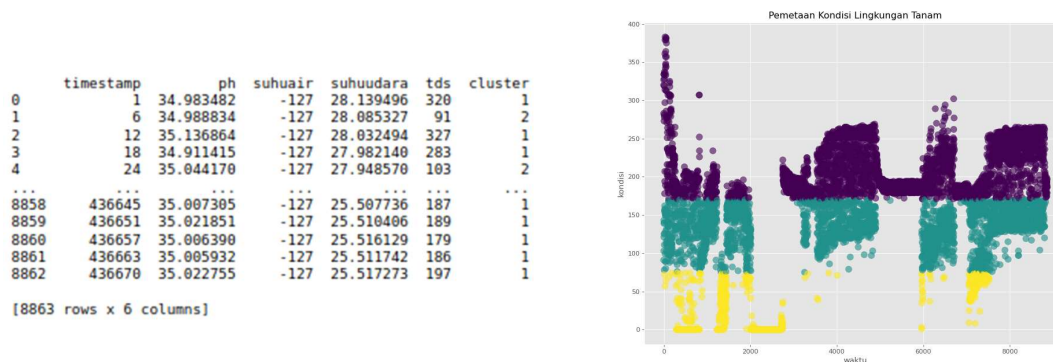
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang direkam terdiri dari timestamp, pH, suhu air, suhu udara, dan nilai TDS. Kebun yang dimaksud berada di bawah naungan CV. Agro Utama Mandiri Lestari, Jalan Raya Ngadiluwih, RT.03/RW.02, Munengan, Mangunrejo, Kec. Ngadiluwih, Kabupaten Kediri, Jawa Timur. Data yang direkam kemudian melewati tahap *preprocessing* untuk menghindari nilai outlier dan nilai yang hilang menggunakan fungsi *isna()* dan *dropna()* di *library pandas python*. Gambar 2 menunjukkan data sebelum dan sesudah tahap preprocessing data:

<bound	method	DataFrame.count	of	timestamp	ph	suhuair	suhuudara	tds	<bound	method	DataFrame.count	of	timestamp	ph	suhuair	suhuudara	tds
0	1666646665	34.983482	-127.000	28.139496	320				0	1	34.983482	-127	28.139496	320			
1	1666646670	34.988834	-127.000	28.085327	91				1	6	34.988834	-127	28.085327	91			
2	1666646676	35.136864	-127.000	28.032494	327				2	12	35.136864	-127	28.032494	327			
3	1666646682	34.911415	-127.000	27.992140	283				3	18	34.911415	-127	27.992140	283			
4	1666646688	35.044170	-127.000	27.948570	103				4	24	35.044170	-127	27.948570	103			
...	...	...	...	...	...				...	...	...	...	...	...			
10409	1667077224	34.988003	-127.000	25.713730	236				8858	436645	35.007305	-127	25.507736	187			
10410	1669894208	34.919182	-127.000	NaN	95				8859	436651	35.021851	-127	25.510406	189			
10411	1667077224	34.988003	-127.000	25.713730	236				8860	436657	35.006390	-127	25.516129	179			
10412	0	17.413317	-127.000	-50.000000	0				8861	436663	35.005932	-127	25.511742	186			
10413	1833296485	35.194489	37.125	99.999817	521				8862	436670	35.022755	-127	25.517273	197			

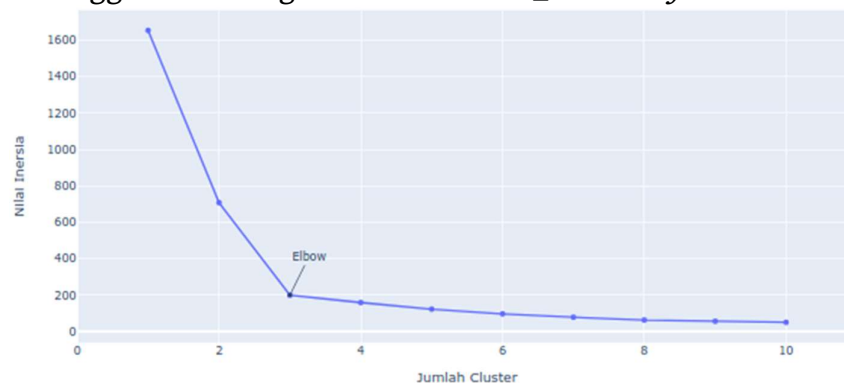
Gambar 2. Data Sebelum dan Sesudah Tahap Preprocessing Data

Hasil preprocessing siap digunakan dalam proses pemodelan data menggunakan fungsi *KMeans* di *library scikit-learn python*. Pada penelitian ini ditentukan 3 (tiga) nilai  $k$  dengan maksud membagi dataset menjadi 3 (tiga) *cluster* kondisi penanaman. Gambar 3 menunjukkan data hasil dan visualisasi clustering data:



Gambar 3. Hasil dan Visualisasi Clustering Data

Berdasarkan visualisasi di atas, kondisi lingkungan tanam yang telah dipetakan menjadi 3 (tiga) kluster dapat diartikan kluster 1 (kuning) menunjukkan kondisi lingkungan tanam yang kurang unsur hara dan kekurangan air, kluster 2 (biru) menunjukkan kondisi lingkungan tanam cukup unsur hara tetapi kekurangan air, dan kluster 3 (biru) menunjukkan kondisi lingkungan tanam cukup unsur hara dan cukup air. Cluster yang terbentuk pada tahap sebelumnya diuji dengan menggunakan metode elbow untuk mengetahui seberapa optimal algoritma K-Means untuk mengelompokkan dataset berdasarkan jumlah cluster yang ditentukan. Seberapa optimal algoritma K-Means ditunjukkan oleh nilai inersia yang diperoleh pada setiap percobaan nomor cluster. Gambar 4 menunjukkan pengujian cluster menggunakan metode siku menggunakan fungsi *KMeans.inertia\_* di *library scikit-learn python*.

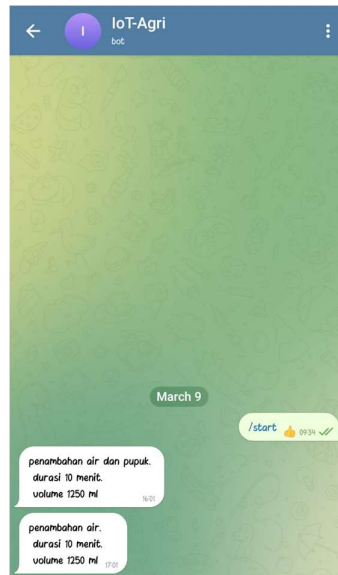


Gambar 4. Elbow Method

Pengujian dilakukan dalam 10 (sepuluh) skenario pengujian. Skenario pengujian pertama memetakan seluruh dataset dalam 1 (satu) cluster. Skenario pengujian kedua membagi seluruh dataset menjadi 2 (dua) cluster. Skenario pengujian ketiga memetakan seluruh dataset menjadi 3 (tiga) cluster, dan seterusnya. Dalam setiap skenario pengujian, nilai inersia dihitung. Jumlah cluster terbaik dapat dilihat dari nilai inersia tertinggi pada siku-siku dataset yang diuji pada 10 kondisi. Gambar 8 menampilkan nilai inersia pada setiap skenario pengujian (dalam cluster). Titik siku diperoleh dari titik-titik yang terletak pada titik siku (siku). Sehingga titik siku mengacu pada nilai inersia 199,065 pada percobaan pengujian pada 3 (tiga) cluster. Melalui pengujian kluster dengan metode siku, dibenarkan bahwa nilai inersia terbaik

terdapat pada divisi 3 (klaster) seperti yang peneliti lakukan pada tahap pemodelan data.

Berdasarkan klaster tersebut, dibuat rekomendasi aksi pertanian untuk memfasilitasi petani. Rekomendasi pertanian diberikan dengan mengirimkan pesan melalui telegram bot.



Gambar 5. Rekomendasi Tindakan Pertanian

Gambar 5 menunjukkan bagaimana rekomendasi dikirimkan kepada petani melalui telegram bot. Isi rekomendasi tindakan pertanian meliputi jenis tindakan, durasi tindakan, dan volume tindakan.

#### 4. KESIMPULAN

Kondisi lingkungan tanam dipetakan dalam 3 (tiga) cluster. Kluster 1 menunjukkan kondisi lingkungan tanam yang kekurangan unsur hara dan kekurangan air. Kluster 2 menunjukkan kondisi lingkungan tanam yang cukup nutrisi tetapi kekurangan air. Kluster 3 menunjukkan kondisi lingkungan tanam yang cukup unsur hara dan cukup air. Penentuan jumlah cluster diperkuat melalui pengujian klaster menggunakan metode siku dengan titik siku pada titik (3,199,065) yaitu nilai inersia sebesar 199,065 pada pengujian eksperimen pada 3 (tiga) klaster. Sehingga data yang diperoleh dari pemasangan alat IoT-Agri dikelola menggunakan pendekatan data mining, dipetakan berdasarkan kecukupan dan/atau kebutuhan lingkungan tanam terhadap nutrisi dan air. Secara efektif, keputusan tindakan pertanian dapat diberikan kepada petani sesuai dengan kondisi lingkungan tanam saat ini.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Program Studi Administrasi Server dan Jaringan Komputer, Akademi Komunitas Negeri Putra Sang Fajar Blitar.

#### DAFTAR PUSTAKA

Aggarwal, C. C. (2016). *Outlier Analysis 2nd Ed.* IBM T.J. Watson Research Center Yorktown Heights.

- Badan Pusat Statistik. (2022). Statistik Hortikultura 2021. Badan Pusat Statistik.
- Chong, B. (2021). K-means clustering algorithm: a brief review. *Academic Journal of Computing & Information Science*, 4(5), 37-40. 10.25236/AJCIS.2021.040506
- Dewi, D. A. I. C., & Pramita, D. A. K. (2019, November). Analisis Perbandingan Metode Elbow dan Silhouette pada Algoritma Clustering K-Medoids dalam Pengelompokan Produksi Kerajinan Bali. *JURNAL MATRIX*, 9(3), 102-109. <http://dx.doi.org/10.31940/matrix.v9i3.1662>
- Febrianti, A. F., Cabral, A. H., & Anuraga, G. (2018). K-MEANS CLUSTERING DENGAN METODE ELBOW UNTUK PENGELOMPOKAN KABUPATEN DAN KOTA DI JAWA TIMUR BERDASARKAN INDIKATOR KEMISKINAN. In *ii Prosiding Seminar Nasional Hasil Riset dan Pengabdian (SNHRP-I)* (pp. 863-870). Universitas PGRI Adi Buana Surabaya. <https://karyailmiah.unipasby.ac.id/wp-content/uploads/2019/04/K-Means.pdf>
- Hayatu, H. I., Mohammed, A., Isma'eel, A. B., & Ali, Y. S. (2020, June). K-Means Clustering Algorithm based Classification of Soil Fertility in North West Nigeria. *UDMA Journal of Sciences (FJS)*, 4(2), 780-787. <https://doi.org/10.33003/fjs-2020-0402-363>
- Iqbal, M., Barchia, F., & Romeida, A. (2019). PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN MELON (*Cucumis melo L.*) PADA KOMPOSISI MEDIA TANAM DAN FREKUENSI PEMUPUKAN YANG BERBEDA. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), 108-114. <https://doi.org/10.31186/jipi.21.2.108-114>
- Nalendra, A. K., Fuad, M. N., Wahyudi, D., Mujiono, M., & Kholila, N. (2022). Effectiveness of the Use of the Internet of Things (IoT) in the Agricultural Sector. *International Journal of Science and Society*, 4(3). <https://doi.org/10.54783/ijssoc.v4i3.541>
- Nalendra, A. K., Wahyudi, D., Mujiono, M., Fu'ad, M. N., & Kholila, N. (2022). IoT-Agri: IoT-based Environment Control and Monitoring System for Agriculture. 2022 Seventh International Conference on Informatics and Computing (ICIC). 10.1109/ICIC56845.2022.10006964
- Nugraha, N. B., Alimudin, E., & Indriyono, B. V. (2022, Desember). Implementasi K-Means Clustering Pada Sistem Pakar Penentuan Jenis Sayuran. *Implementasi K-Means Clustering Pada Sistem Pakar Penentuan Jenis Sayuran*, 4(2), 133-141. <https://doi.org/10.35970/jjinita.v4i2.1627>
- Sinaga, K. P., & Yang, M.-S. (2020). Unsupervised K-Means Clustering Algorithm. *IEEE Access*, 8, 80716-80727. 10.1109/ACCESS.2020.2988796
- Susanto, A., & Meiryani. (2019, July). Functions, Processes, Stages And Application Of Data Mining. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*, 8(7), 136-140. <https://ijstr.org/paper-references.php?ref=IJSTR-0719-20607>
- Umargono, E., Suseno, J., & V, S. K. (2020). K-Means Clustering Optimization using the Elbow Method and Early Centroid Determination Based-on Mean and Median. *Proceedings of the International Conferences on Information System and Technology (CONRIST 2019)*, 234-240. 10.5220/0009908402340240
- Widiyanto, W. W., Nugroho, F., & Kusriani. (2019). Implementation of the K-Means Cluster Algorithm in Rice Production Mapping and as a Decision Support for



Agricultural Function Transition. Jurnal INFORMA Politeknik Indonusa Surakarta, 5(4). <https://doi.org/10.46808/informa.v5i4.155>