

PENERAPAN METODE K-MEANS CLUSTERING UNTUK PEMETAAN PENGELOMPOKAN LAHAN PRODUKSI JAGUNG DI KABUPATEN PASURUAN

Davantio Destama Karni Saputra, Karina Auliasari, Ahmad Faisol

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia

2018023@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Kabupaten Pasuruan memiliki potensi besar dalam produksi jagung karena memiliki banyak lahan yang subur dan curah hujan yang cukup tinggi. Bagi pemerintah daerah, memahami pola dan hal-hal yang dapat mempengaruhi produktivitas jagung di Kabupaten Pasuruan menjadi penting untuk membantu merumuskan kebijakan yang tepat. Akan tetapi, informasi pemetaan dan pengelompokan lahan produksi jagung tiap kecamatan di Kabupaten Pasuruan saat ini masih belum tersedia. Tanpa adanya informasi pemetaan yang jelas, dapat menyebabkan perencanaan pertanian menjadi sulit dilakukan secara efektif. Oleh karena itu, perlu dibuatkan sistem pemetaan dan pengelompokan lahan produksi jagung. Sistem ini diharapkan dapat membantu Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Pasuruan untuk merumuskan kebijakan sehingga memberikan kontribusi positif bagi pengembangan sektor pertanian jagung. Variabel yang digunakan adalah luas panen dan hasil produksi jagung tiap kecamatan pertahun, sehingga metode *K-Means* cocok digunakan karena dapat mengelompokkan data berdasarkan kesamaan variabel dan mengidentifikasi kecamatan dengan produktivitas serupa. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dari total 120 data yang dihitung. Diperoleh hasil pengelompokan dengan jumlah kluster 1 (Produktivitas Rendah) = 65 data, kluster 2 (Produktivitas Sedang) = 42 data dan kluster 3 (Produktivitas Tinggi) = 13 data. Selanjutnya hasil pengujian perbandingan perhitungan sistem dengan perhitungan yang dilakukan oleh pakar menunjukkan hanya 39.17% data yang sesuai.

Kata kunci : *Clustering, K-Means, Pemetaan, Hasil Produksi, Luas Panen*

1. PENDAHULUAN

Di Provinsi Jawa Timur, Indonesia ada sebuah Kabupaten Pasuruan yang secara administratif terdiri dari 24 kecamatan. Kabupaten ini memiliki potensi pertanian yang cukup besar karena memiliki banyak lahan yang subur dan curah hujan yang cukup tinggi. Pertanian di Kabupaten Pasuruan didominasi oleh tanaman padi, jagung, kedelai, tebu, dan sayuran [1]. Setelah padi, jagung merupakan komoditas tanaman pangan di Kabupaten Pasuruan dengan produktivitas tertinggi [2].

Meskipun memiliki potensi besar dalam produksi jagung, terdapat variasi tingkat produksi jagung antar kecamatan di Kabupaten Pasuruan. Memahami pola dan hal-hal yang dapat mempengaruhi produktivitas jagung di Kabupaten Pasuruan menjadi penting bagi pemerintah daerah untuk membantu merumuskan kebijakan yang tepat. Akan tetapi, informasi pemetaan dan pengelompokan lahan produksi jagung tiap kecamatan di Kabupaten Pasuruan saat ini masih belum tersedia.

Tanpa adanya informasi pemetaan yang jelas tentang lahan produksi jagung di Kabupaten Pasuruan, dapat menyebabkan perencanaan pertanian menjadi sulit dilakukan secara efektif. Para petani, pemerintah daerah, dan pemangku kepentingan terkait tidak dapat mengetahui kecamatan mana saja yang memiliki produktivitas rendah, sedang atau tinggi karena masih belum dikelompokkan dan dipetakan.

Oleh karena itu, diperlukan sistem pengelompokan dan pemetaan pada lahan produksi jagung dengan menerapkan metode *K-Means*. Metode ini sangat cocok dan relevan karena dapat membantu mengelompokkan kecamatan mana saja yang memiliki produktivitas rendah, sedang, atau tinggi berdasarkan data luas panen, dan hasil produksi.

Dengan demikian, sistem ini diharapkan membantu Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Pasuruan untuk merumuskan kebijakan sehingga memberikan kontribusi positif bagi pengembangan sektor pertanian jagung. Selain itu, sistem ini dapat membantu petani jagung atau masyarakat umum untuk mengetahui hasil produksi jagung beserta pemetaan di daerahnya sendiri.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang ditulis oleh Prasetya dkk, yang berjudul “Sistem Informasi Geografis Hasil Produksi Padi di Kabupaten Malang Menggunakan Metode *K-Means Clustering*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membantu mengolah data dan membuat pemetaan hasil produksi padi. Sehingga harapannya dinas pertanian Kabupaten Malang dapat mengelompokkan hasil produksi padi di tiap kecamatan. Dari 99 data, sebanyak 44 (45%) masuk dalam kategori produksi tinggi, 40 (40%) masuk dalam kategori produksi sedang, dan 15 (15%) masuk dalam

kategori produksi kurang, berdasarkan temuan penelitian [3].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Yapen dkk, yang berjudul “Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Wilayah Rawan Bencana Alam Kabupaten Biak Numfor”. Tujuan dilakukannya penelitian yaitu untuk mengelompokkan dan memetakan daerah rawan bencana di Kabupaten Biak Numfor. Sistem ini dibutuhkan karena saat ini pengolahan data masih menggunakan *Microsoft Excel*. Nilai akurasi diperoleh sebesar 98.5% pada uji perbandingan antara data asli dengan hasil clustering yang menunjukkan bahwa penerapan penerapan metode sudah berhasil [4].

Oktaviany dkk, menulis penelitian dengan judul “Implementasi Algoritma K-Means Clustering Dalam Mengelompokkan Kepadatan Penduduk di Provinsi DKI Jakarta”. Penelitian tersebut dilakukan dengan tujuan menerapkan metode *K-Means* untuk mengenali pola kerapatan populasi di wilayah DKI Jakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat dua kelompok ideal yaitu kelompok rendah yang terletak di Kecamatan P.Harapan kecamatan Seribu Utr dengan kepadatan penduduk 1.045.276234 jiwa/km pada tahun 2018, dan kelompok padata terletak di kecamatan Kali Anyar dengan kepadatan penduduk 95.676.100063 jiwa/km pada tahun 2019 [5].

Penelitian selanjutnya ditulis oleh Vernanda dkk, yang berjudul “Penerapan Metode *K-Means Clustering* untuk Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Malang Berbasis *Website*”. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan zona-zona laka lalin tinggi di Kota Malang. Hal ini dilatarbelakangi karena tidak tersedianya sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan. Temuan dari penelitian menunjukkan bahwa Kecamatan Kedungkandang tergolong cukup rentan (CR), Kecamatan Lowokwaru tergolong sangat rentan (SR), dan Kecamatan Blimbing, Klojen, dan Sukun tergolong rentan (R) [6].

Penelitian selanjutnya oleh Pratomo dkk, yang berjudul “Metode *K-Means* Dalam Pemetaan Penyebaran Pamsimas” bertujuan untuk menentukan desa mana saja yang masuk ke dalam kategori potensial menerima bantuan keuangan untuk pemasangan proyek pamsimas. Hasil yang diperoleh adalah metode *K-Means Clustering* dapat diterapkan untuk mengelompokkan desa pamsimas Karanganyar sehingga membantu pemilihan desa yang tepat sasaran. Terdapat 2 cluster yang dikategorikan potensial dan tidak potensial, sedangkan untuk hasil persentasi valid adalah 100% jika dibandingkan dengan *software Rapidminer* [7].

2.2. Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi yang memproses dan menyimpan data atau informasi geografis dengan menggunakan komputer[8]. Sistem ini menggabungkan data geografis, atau data yang memiliki komponen lokasi dengan teknologi informasi

sehingga memberikan pemahaman yang lebih baik tentang hubungan spasial di dalam suatu wilayah. Sistem Informasi Geografis dapat bermanfaat di berbagai sektor seperti perencanaan tata wilayah kota, pemantauan kondisi lingkungan, pemetaan sumber daya alam, dan masih banyak lagi.

2.3. Clustering

Kumpulan data dapat dibagi menjadi banyak kategori menggunakan metode *clustering*, yang didasarkan pada kesamaan yang telah diidentifikasi sebelumnya [9]. *Clustering* bertujuan untuk menemukan dan mengidentifikasi pola atau kesamaan yang tersembunyi di sebuah dataset. Pola atau kesamaan tersebut dapat digunakan untuk menyederhanakan data kompleks, mengidentifikasi hubungan dalam dataset, dan memberikan informasi yang berguna untuk membantu pengambilan keputusan.

2.4. Metode K-Means

Algoritma pengelompokan K-Mans adalah teknik statistik yang populer karena sederhana, efisien, dan mudah dimengerti. Prinsip utama dari algoritma K-Means adalah meminimalkan Sum of Squared Error (SSE) antar objek data yang mempunyai k *centroid* [10].

Kelebihan K-Means meliputi kemudahan, mudah untuk beradaptasi, dan efisiensi pada dataset yang besar. Namun, K-Means bekerja lebih baik pada data yang memiliki bentuk *cluster* yang hampir bulat dan ukuran *cluster* yang seimbang.

Berikut langkah yang harus dilakukan untuk melakukan *clustering* dengan metode K-Means:

- Menentukan jumlah cluster (k).
- Memilih secara acak atau menggunakan metode tertentu untuk menentukan posisi awal pusat cluster (*centroid*) sebanyak k buah.
- Dengan menggunakan rumus *Euclidean Distance*, tentukan jarak antara data dan pusat *cluster* yang memiliki persamaan:

$$D(i, j) = \sqrt{(x_{1i} - x_{1j})^2 + (x_{2i} - x_{2j})^2 + \dots + (x_{ki} - x_{kj})^2} \quad (1)$$

Keterangan:

$D(i, j)$ = Jarak data ke i ke pusat cluster j

x_{ki} = Data ke i pada atribut data ke k

x_{kj} = Pusat cluster ke j pada atribut data ke k

- Alokasikan masing-masing data yang sudah dihitung ke dalam *cluster* menurut jarak paling dekat dengan pusat *cluster*.
- Hitung *centroid* baru dengan menghitung rata-rata (*means*) setiap data di dalam *cluster*. Lakukan hal ini untuk setiap *cluster*.
- Langkah nomor 3-5 diulang hingga anggota *cluster* tidak berubah.

2.5. Leaflet

Paket JavaScript sumber terbuka yang digunakan untuk membuat peta interaktif di sebuah

website disebut Leaflet. Leaflet sangat ringan, fleksibel, dan mudah digunakan sehingga membuatnya menjadi pilihan populer bagi *developer* yang ingin menambahkan peta ke *website*. Di web browser, Leaflet merender lapisan raster dan vektor [11].

Leaflet biasa digunakan untuk aplikasi wisata, pemetaan wilayah, hingga pemetaan data geografis untuk analisis bisnis.

2.6. Laravel

Menggunakan teknologi *composer* yang merupakan fitur tambahan pada PHP, laravel merupakan *framework* yang memudahkan pengguna dalam membuat aplikasi web berbasis bahasa PHP [12]. Ada 3 konsep utama pada laravel, yaitu Model, View, dan Controller. Model mewakili tabel dalam database, menyediakan metode untuk berinteraksi dengan data tersebut, dan bertanggung jawab untuk menangani logika tabel. View berfungsi untuk menampilkan antarmuka dan menyajikan data kepada pengguna. Controller bertanggung jawab sebagai perantara antara model dan view.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional menggambarkan prosedur yang diharapkan dijalankan oleh sistem. Berikut kebutuhan fungsional yang dimiliki sistem:

- Sistem dapat mengelola data luas panen dan hasil produksi jagung di tiap kecamatan di Kabupaten Pasuruan.
- Sistem dapat memproses *clustering* menggunakan algoritma K-Means dan menampilkan hasil dari proses *clustering*.
- Sistem mampu menampilkan pemetaan lahan produksi jagung di tiap kecamatan berdasarkan hasil dari proses *clustering*.

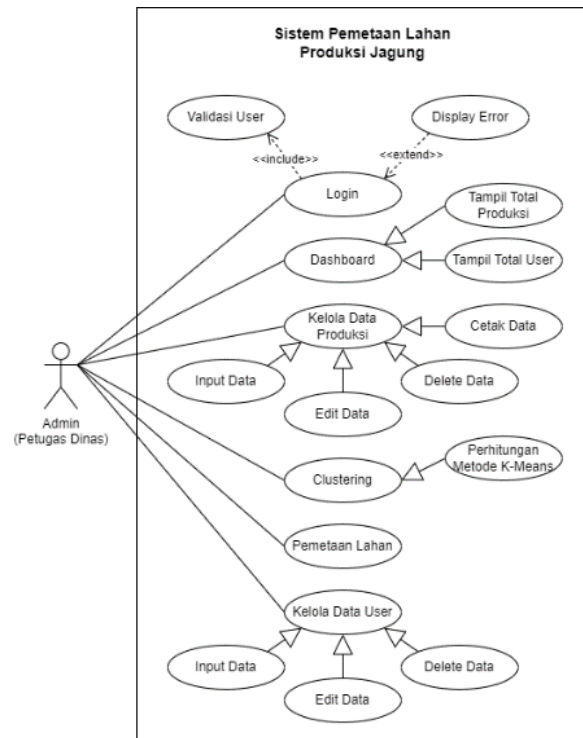
3.2. Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan ini menggambarkan proses yang tidak berhubungan langsung dengan kegiatan sistem. Kebutuhan non fungsional dari sistem ini adalah sebagai berikut:

- Sistem harus menampilkan halaman utama dengan tampilan *user friendly* agar pengunjung mudah mengakses fitur-fitur yang ada di *website*.
- Sistem harus dapat dioperasikan di berbagai *web browser* seperti *Google Chrome*, *Mozilla Firefox*, *Microsoft Edge*, dll.
- Sistem harus responsif agar bisa diakses pada perangkat yang memiliki ukuran layar berbeda-beda.

3.3. Use Case Diagram

Diagram use case sistem pengelompokan lahan produksi jagung ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Use case diagram

Pada *use case diagram* Gambar 1, terdapat satu aktor yaitu admin. Aktor admin dapat melakukan login, melihat, mengedit, dan menghapus data kecamatan, produksi, serta data user. Selain itu, admin juga dapat melakukan proses *clustering* menggunakan metode *k-means* dan melihat hasil serta pemetaan dari *clustering* tersebut. Admin juga dapat mencetak laporan data produksi.

3.4. Perancangan Database

1. Tabel Admins

Tabel admins berfungsi untuk menyimpan informasi pengguna. Struktur tabel admins dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Struktur tabel admins

Field	Tipe Data	Keterangan
id	bigint(20)	Id Pengguna
nama	varchar(255)	Nama
nip	varchar(255)	NIP
jenis_kelamin	enum	Jenis Kelamin
email	varchar(255)	Email Pengguna
password	varchar(255)	Password

2. Tabel Kecamatans

Tabel kecamatans digunakan untuk menyimpan informasi data kode dan nama kecamatan di Kabupaten Pasuruan. Struktur tabel kecamatans ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Struktur tabel kecamatans

Field	Tipe Data	Keterangan
id_kecamatan	bigint(20)	Id Kecamatan
kode	varchar(255)	Kode Kecamatan
nama	varchar(255)	Nama Kecamatan

3. Tabel Produksi

Tabel produksi berfungsi untuk menyimpan informasi dari data tahun, kecamatan, luas panen dan produksi jagung di Kabupaten Pasuruan. Struktur tabel produksi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Struktur tabel produksi

Field	Type Data	Keterangan
id	bigint(20)	Id Produksi
tahun	varchar(255)	Tahun
id_kecamatan	varchar(255)	Id Kecamatan
luas_panen	double	Luas Panen (ha)
hasil	double	Hasil Produksi (ha)

4. Tabel Cluster_Results

Tabel cluster_results digunakan untuk menyimpan informasi hasil proses *clustering*. Struktur tabel cluster_results dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Struktur tabel cluster_results

Field	Type Data	Keterangan
id	bigint(20)	Id Produksi
id_kecamatan	varchar(255)	Id Kecamatan
tahun	int(11)	Tahun
luas_panen	double	Luas Panen (ha)
hasil	double	Hasil Produksi (ha)
cluster	int(11)	Hasil Cluster

5. Tabel Reclustering_Status

Tabel reclustering_status menyimpan status dari hasil clustering jika ada perubahan pada data yang tersimpan di tabel produksi.

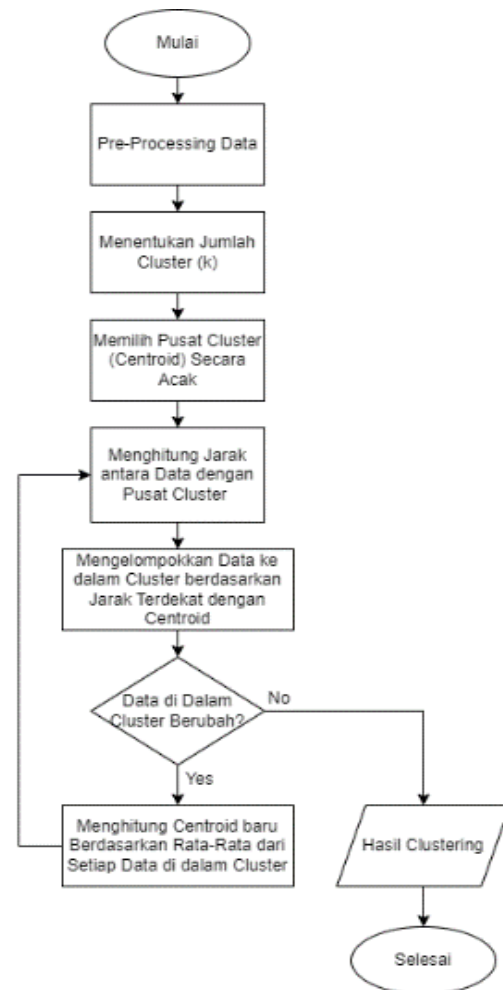
Tabel 5. Struktur tabel reclustering_status

Field	Type Data	Keterangan
id	bigint(20)	Id Status Clustering
needs_reclustering	tinyint(1)	Status Clustering
type	varchar(255)	Jenis Status

3.5. Flowchart Metode

Flowchart metode menggambarkan langkah-langkah penyelesaian perhitungan *clustering* menggunakan metode K-Means. Langkah pertama yaitu melakukan *pre-processing* data dan terakhir tampil hasil *clustering*.

Berdasarkan Gambar 2, langkah *clustering* diawali dengan melakukan normalisasi/*pre-processing* data mentah untuk mengurangi *noise* seperti duplikat data, kesalahan penulisan, dll. Kemudian menentukan jumlah *cluster*, lalu memilih *centroid* secara acak atau menggunakan metode tertentu. Selanjutnya gunakan persamaan *Euclidean Distance* (1) untuk mendapatkan jarak antara data dengan pusat *cluster*. Dari data yang ada di dalam *cluster* tersebut, hitung rata-ratanya untuk menentukan nilai *centroid* baru. Proses ini akan terus berulang hingga data di dalam *cluster* tidak berubah dari iterasi sebelumnya.



Gambar 2. Flowchart Metode

3.6. Perhitungan Manual Metode K-Means

Pada penelitian ini, data didapat dari dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Pasuruan. Data yang diambil meliputi luas panen dan hasil produksi jagung per tahun dari masing-masing kecamatan. Data yang digunakan dimulai dari tahun 2019-2023 dengan 24 kecamatan, sehingga total 120 data. Alasan penggunaan data 5 tahun terakhir adalah untuk mendapatkan hasil pengelompokan yang lebih terkini sehingga relevan jika digunakan untuk membantu dalam proses analisis dan pengambilan keputusan. Contoh data yang akan dilakukan proses *clustering* dapat dilihat di Tabel 6.

Tabel 6. Data luas panen dan produksi jagung

No	Tahun	Kecamatan	Luas Panen (ha)	Produksi (ton)
1	2019	Purwodadi	1942.4	12915.0088
2	2019	Tutur	1564	8503.862
3	2019	Puspo	5739	25586.872
...				
120	2023	Nguling	2032	13407.285

Adapun langkah-langkah penyelesaian perhitungan adalah:

a. Menentukan total klaster (k)

Data akan dikelompokkan menjadi 3 klaster yaitu, klaster 1 (C1) = Produktivitas Rendah, klaster 2 (C2) = Produktivitas Sedang, dan klaster 3 (C3) = Produktivitas Tinggi.

b. Menentukan pusat *cluster* (*centroid*) awal

Dari 120 data dipilih tiga data secara acak yang digunakan sebagai *centroid* awal. Pusat *cluster* dipilih dari data ke-66 sebagai *centroid* C1, data ke-69 sebagai *centroid* C2, dan data ke-72 sebagai *centroid* C3 seperti yang terlihat di Tabel 7.

Tabel 7. Centroid awal

Klaster	Luas Panen (ha)	Produksi (ton)
Klaster 1	45	287.211
Klaster 2	2484	16191.576
Klaster 3	7986	57285.35

c. Dengan menggunakan persamaan *Euclidean Distance* (1), tentukan jarak antara data dan pusat klaster.

d. Berikut hasil perhitungan *Euclidean Distance* pada *centroid cluster 1*

$$D(1,1) = \sqrt{(1942.4 - 45)^2 + (12915.0088 - 287.211)^2} = 12769.54988$$

$$D(120,1) = \sqrt{(2032 - 45)^2 + (13407.285 - 287.211)^2} = 13269.6839$$

e. Berikut hasil perhitungan *Euclidean Distance* pada *centroid cluster 2*

$$D(1,2) = \sqrt{(1942.4 - 2484)^2 + (12915.0088 - 16191.576)^2} = 3321.027428$$

$$D(120,2) = \sqrt{(2032 - 2484)^2 + (13407.285 - 16191.576)^2} = 2820.741103$$

f. Berikut hasil perhitungan *Euclidean Distance* pada *centroid cluster 3*

$$D(1,3) = \sqrt{(1942.4 - 7986)^2 + (12915.0088 - 57285.35)^2} = 3321.027428$$

$$D(120,3) = \sqrt{(2032 - 7986)^2 + (13407.285 - 57285.35)^2} = 2820.741103$$

Tabel 8. Hasil perhitungan euclidean distance

Data ke-	Jarak ke Klaster 1	Jarak ke Klaster 2	Jarak ke Klaster 3
1	12769.54988	3321.027428	44780.04331
2	8355.879047	7742.567181	49202.39481
3	25932.49858	9943.169109	31778.01939
...			
120	13269.6839	2820.741103	44280.1841

g. Mengelompokkan setiap data yang sudah dihitung ke dalam *cluster* menurut jarak paling dekat dengan *centroid*.

Tabel 9. Hasil iterasi ke-1

Data	Jarak ke Klaster 1	Jarak ke Klaster 2	Jarak ke Klaster 3	Cluster
1	12769.54988	3321.027428	44780.04331	2
2	8355.879047	7742.567181	49202.39481	2
3	25932.49858	9943.169109	31778.01939	2
...				...
120	13269.6839	2820.741103	44280.1841	2

h. Tentukan pusat klaster baru dengan menghitung *means* setiap data di dalam klaster.

Tabel 10. Centroid iterasi ke-2

Klaster	Luas Panen (ha)	Produksi (ton)
Klaster 1	664.2578378	4159.261824
Klaster 2	2957.103247	18980.90579
Klaster 3	6460.853333	44133.6432

i. Ulangi langkah 3-5 hingga kelompok klaster tidak berubah.

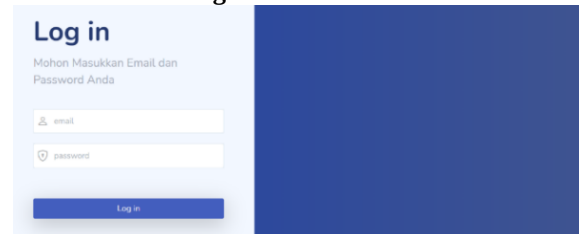
Membutuhkan total 6 iterasi hingga kelompok klaster tidak berubah. Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa dari total 120 data yang dihitung. Diperoleh hasil pengelompokan dengan jumlah Klaster 1 (Produktivitas Rendah) = 12 data (2019), 12 data (2020), 13 data (2021), 13 data (2022), 15 data (2023); Klaster 2 (Produktivitas Sedang) = 9 data (2019), 10 data (2020), 7 data (2021), 8 data (2022), 8 data (2023); dan Klaster 3 (Produktivitas Tinggi) = 3 data (2019), 2 data (2020), 4 data (2021), 3 data (2022), 1 data (2023). Hasil *clustering* ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil clustering

No	Tahun	Kecamatan	Cluster
1	2019	Purwodadi	1
2	2019	Tutur	1
3	2019	Puspo	2
...	...		...
120	2023	Nguling	1

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

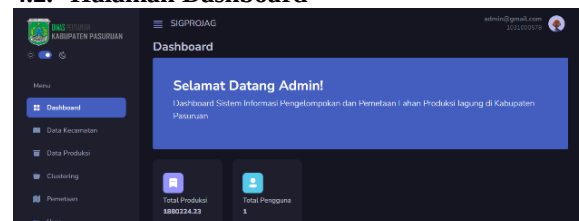
4.1. Halaman Login



Gambar 3. Halaman login

Halaman *dashboard* dan lainnya tidak akan bisa diakses tanpa melalui *login*. Pengguna memasukkan *email* dan *password* yang sudah tersimpan di sistem agar bisa login.

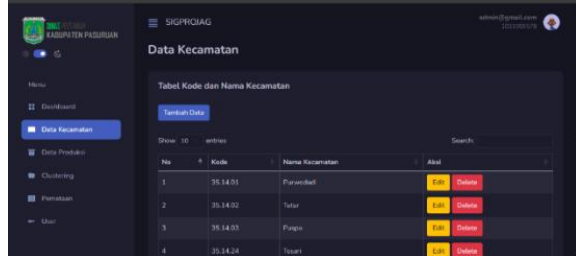
4.2. Halaman Dashboard



Gambar 4. Halaman dashboard

Halaman ini merupakan yang pertama kali tampil saat sukses melakukan log in. Halaman ini berisi informasi nama pengguna yang *login*, total produksi jagung, total pengguna yang terdaftar, dan tabel total hasil produksi per tahun.

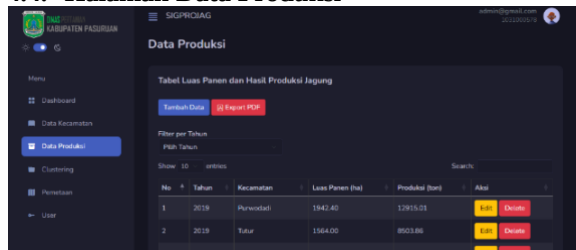
4.3. Halaman Data Kecamatan



Gambar 5. Halaman data kecamatan

Halaman ini berisi informasi kode dan nama kecamatan yang ada di Kabupaten Pasuruan. Nama kecamatan digunakan ketika akan menambahkan data produksi baru. Pengguna dapat melakukan *input*, *edit*, dan *delete* data kecamatan.

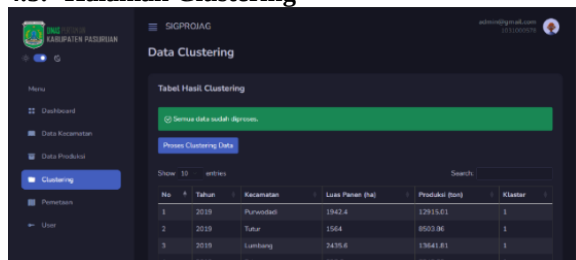
4.4. Halaman Data Produksi



Gambar 6. Halaman data produksi

Halaman ini berisi data luas panen dan produksi tiap kecamatan per tahun yang nantinya digunakan untuk perhitungan *K-Means Clustering*. Admin dapat melakukan *export* seluruh data dalam bentuk PDF.

4.5. Halaman Clustering



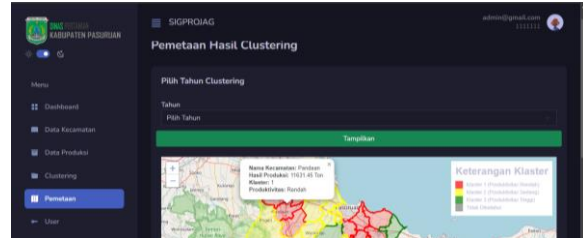
Gambar 7. Halaman clustering

Halaman ini berisi data tahun, kecamatan, luas panen, produksi, dan hasil kluster. Klik tombol "Proses Clustering Data" untuk melakukan proses *clustering*.

4.6. Halaman Pemetaan

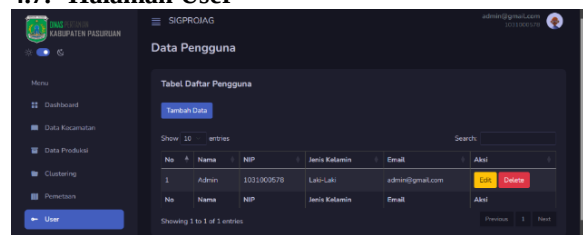
Halaman ini menampilkan pemetaan tiap kecamatan di Kabupaten Pasuruan berdasarkan hasil *clustering*. Kecamatan yang berwarna merah artinya

masuk ke kluster 1, kuning kluster 2, dan hijau kluster 3. Admin dapat memilih tahun yang ingin ditampilkan dengan cara memilih di *combobox*. Selain itu, informasi nama kecamatan, kluster, dan produktivitas juga dapat dilihat dengan cara klik di wilayah yang ingin diketahui informasinya.



Gambar 8. Halaman pemetaan

4.7. Halaman User



Gambar 9. Halaman user

Halaman ini berisi data informasi pengguna yang sudah terdaftar di dalam sistem, yaitu nama, nip, jenis kelamin, dan *email* yang digunakan.

4.8. Pengujian Perbandingan Hasil Sistem Dengan Hasil Pakar

Untuk melakukan pengujian ini, hasil pengelompokan sistem dibandingkan dengan kesimpulan yang dicapai oleh pakar di lokasi studi kasus. Hal ini bertujuan untuk menghitung nilai akurasi penerapan metode *K-Means Clustering* yang ada pada aplikasi dengan hasil dari pakar. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil kluster sistem dan dinas

No	Tahun	Kecamatan	Hasil Sistem	Hasil Pakar
1	2019	Purwodadi	1	2
2	2019	Tutar	1	1
3	2019	Puspo	2	1
4	2019	Tosari	2	1
5	2019	Lumbang	1	1
6	2019	Pasrepan	2	1
7	2019	Kejayan	3	2
8	2019	Wonorejo	2	2
9	2019	Purwosari	3	3
10	2019	Prigen	1	3
11	2019	Sukorejo	2	3
12	2019	Pandaan	1	3
13	2019	Gempol	1	3
14	2019	Beji	1	2
15	2019	Bangil	1	1
16	2019	Rembang	2	2
17	2019	Kraton	2	2

No	Tahun	Kecamatan	Hasil Sistem	Hasil Pakar
18	2019	Pohjentrek	1	3
19	2019	Gondangwetan	2	2
20	2019	Rejoso	1	2
21	2019	Winongan	1	2
22	2019	Grati	2	3
23	2019	Lekok	1	1
24	2019	Nguling	3	3
...				
120	2023	Nguling	1	2
Hasil		$\left(\frac{47}{120}\right) \times 100\% = 39.17\%$		

Berdasarkan perhitungan dari pakar di lokasi studi kasus, didapatkan hasil pengelompokan dengan jumlah klaster 1 = 22 data, klaster 2 = 77 data, dan klaster 3 = 21 data. Sedangkan perhitungan *k-means* yang dihasilkan sistem didapatkan jumlah klaster 1 = 65 data, klaster 2 = 42 data, dan klaster 3 = 13 data. Sehingga dapat diketahui bahwa dari 120 data mulai tahun 2019 hingga 2023, klaster 2 adalah yang paling

dominan dalam hasil pengelompokan pakar, sedangkan klaster 1 adalah yang paling dominan dalam hasil pengelompokan sistem. Jika dinyatakan dalam persentase, terdapat 39.17% data hasil pengelompokan sistem yang sama dengan hasil pengelompokan pakar. Penyebab utama mendapatkan hasil ini adalah metode yang digunakan oleh pakar untuk pengelompokan berbeda dengan metode yang digunakan oleh sistem. Pakar melakukan pengelompokan dengan cara membagi data hasil produksi dengan data luas panen untuk menghitung produktivitas, yang kemudian digunakan sebagai dasar pengelompokan.

4.9. Pengujian Black Box

Pengujian dengan metode *BlackBox* adalah proses pengujian perangkat lunak atau aplikasi dimana *tester* menguji fungsionalitas sistem tanpa harus mengetahui detail tentang struktur internal atau implementasi kode program. Hasil *blackbox* dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil pengujian black box

Menu	Skenario Tes	Kasus Tes	Hasil yang Diharapkan	Hasil Tes
Login	Mengosongkan <i>email</i> dan/atau <i>password</i> lalu klik <i>login</i>	E-mail = “ “ Password = “ “	Sistem menampilkan pesan <i>email</i> atau <i>password</i> harus dimasukkan	Sesuai perancangan
	Mengisi <i>e-mail</i> dan/atau <i>password</i> salah	Email = admin@gmail.com Password = admin333	Sistem menolak <i>login</i> dan muncul notifikasi <i>email</i> atau <i>password</i> salah	Sesuai perancangan
	Mengisi <i>e-mail</i> dan/atau <i>password</i> yang sesuai	Email = admin@gmail.com Password = admin123	Sistem berhasil <i>login</i> dan menampilkan halaman <i>dashboard</i>	Sesuai perancangan
Data Kecamatan	Tidak mengisi kode dan/atau nama kecamatan lalu tambah	Kode = “ “ Nama Kecamatan = Pandaan	Sistem menampilkan peringatan kolom kode harus diisi	Sesuai perancangan
	Mengisi kode dengan kode yang sudah ada lalu klik tambah	Kode = 35.14.01 Nama Kecamatan = Purwodadi	Sistem menampilkan peringatan bahwa kode sudah terdaftar	Sesuai perancangan
	Mengisi kode dan nama kecamatan dengan benar lalu klik tambah	Kode = 35.14.21 Nama Kecamatan = Nguling	Sistem menyimpan data ke <i>database</i> dan menampilkan notifikasi berhasil menambahkan data kecamatan	Sesuai perancangan
Data Produksi	Tidak mengisi salah satu kolom tahun, kecamatan, luas panen, dan hasil produksi lalu klik tambah	Tahun = 2024 Kecamatan = Pandaan Luas Panen = 234.53 Hasil Produksi = “ “	Sistem menampilkan peringatan kolom Hasil Produksi harus diisi	Sesuai perancangan
	Mengisi kolom tahun, luas panen, dan hasil produksi dengan selain angka	Tahun = coba Luas Panen = coba Hasil Produksi = coba	Inputan tidak akan terisi di kolom-kolom tersebut	Sesuai perancangan
	Mengisi kolom tahun, kecamatan, luas panen, dan hasil produksi dengan benar lalu klik tambah	Tahun = 2024 Kecamatan = Pandaan Luas Panen = 234.53 Hasil Produksi = 5524.89	Sistem menyimpan data ke <i>database</i> dan menampilkan notifikasi berhasil menambahkan data produksi	Sesuai perancangan
User	Tidak mengisi salah satu kolom nama, nip, jenis kelamin, <i>email</i> dan <i>password</i> lalu klik tambah	Nama = Dava NIP = 2018025 Jenis Kelamin = Laki Email = “ “ Password = dava12345	Sistem menampilkan pesan kolom <i>Email</i> harus diisi	Sesuai perancangan

Menu	Skenario Tes	Kasus Tes	Hasil yang Diharapkan	Hasil Tes
	Mengisi nip dan/atau email dengan yang sudah ada lalu klik tambah	Nama = Dava NIP = 2018025 Jenis Kelamin = Laki Email = admin@gmail.com Password = dava12345	Sistem menampilkan pesan bahwa e-mail sudah ada	Sesuai perancangan
	Mengisi password kurang dari 8 karakter	Nama = Dava NIP = 2018025 Jenis Kelamin = Laki Email = dava@gmail.com Password = dava12	Sistem menampilkan peringatan bahwa password minimal 8 karakter	Sesuai perancangan
	Mengisi kolom nama, nip, jenis kelamin, email dan password dengan benar lalu klik tambah	Nama = Dava NIP = 2018025 Jenis Kelamin = Laki Email = dava@gmail.com Password = dava12345	Sistem menyimpan data ke database dan menampilkan notifikasi berhasil menambahkan data pengguna	Sesuai perancangan

Berdasarkan pengujian *blackbox*, semua skenario pengujian berjalan sesuai dengan yang perancangan awal. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi telah memenuhi persyaratan fungsional yang telah ditetapkan. Hasil pengujian ini mengonfirmasi bahwa aplikasi dapat diandalkan dan siap untuk digunakan oleh pengguna akhir.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat dibuat setelah dilakukan pengembangan dan pengujian sistem yaitu aplikasi pemetaan pengelompokan lahan produksi jagung berbasis *website* berhasil dirancang dan dibangun dengan baik. Dari total 120 data mulai tahun 2019-2023, diperoleh hasil pengelompokan dengan jumlah klaster 1 (Produktivitas Rendah) = 65 data, klaster 2 (Produktivitas Sedang) = 42 data dan klaster 3 (Produktivitas Tinggi) = 13 data. Berdasarkan pengujian perbandingan hasil sistem dengan hasil pakar, menunjukkan bahwa dari total 120 data yang diuji, hanya 39.17% data hasil pengelompokan sistem yang sesuai dengan hasil pengelompokan pakar. Penyebab utama mendapatkan hasil ini adalah metode yang digunakan oleh pakar untuk pengelompokan berbeda dengan metode yang digunakan oleh sistem.

Berdasarkan hasil pengujian *black box*, menunjukkan bahwa semua skenario pengujian yang dilakukan pada empat menu memberikan hasil yang sesuai dengan perancangan awal. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah untuk mengeksplorasi penggunaan metode *clustering* lainnya, seperti Hierarchical Clustering, DBSCAN, atau PAM (*Partitioning Around Medoids*) Clustering. Sehingga dapat membandingkan performa antara metode-metode ini dan dapat memberikan wawasan tambahan tentang kecocokan dengan dataset terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. A. Prayoga, "Pentingnya Pertanian di Kabupaten Pasuruan", Kompasiana, 4 April 2023, [Online]. Available: <https://www.kompasiana.com/dedyalexprayoga>
- [2] Dewi, and Maria, "Jagung", Pasuruankab, 20 August 2023, [Online]. Available: <https://www.pasuruankab.go.id/potensi/jagung>. [Accessed : 24 March 2024].
- [3] Y. Y. Prasteya, A. Faisol, and N. Vendyansyah, "Sistem Informasi Geografis Hasil Produksi Padi di Kabupaten Malang Menggunakan Metode K-Means Clustering," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 5, no. 2, pp. 806-814, Sep. 2021.
- [4] B. G. B. Yapen, A. Faisol, and Y. A. Pranoto, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Wilayah Rawan Bencana Alam Kabupaten Biak Numfor," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 2, pp. 1221-1228, April 2024.
- [5] N. Oktaviany, N. Suarna, and W. Prihartono, "Implementasi Algoritma K-Means Clustering Dalam Mengelompokkan Kepadatan Penduduk di Provinsi DKI Jakarta," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 1, pp. 119-126, Feb. 2024.
- [6] A. A. Vernanda, A. Faisol, and N. Vendyansyah, "Penerapan Metode K-Means Clustering Untuk Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Malang Berbasis Website," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 5, no. 2, pp. 836-844, Sep. 2021.
- [7] E. D. Pratomo, T. Irawati, and W. L. Y. Saptomo, "Metode K-Means Dalam Pemetaan Penyebaran Pamsimas," *Jurnal TIKomSIN*, vol. 7, no. 2, pp. 45-50, 2019.
- [8] R. Hermawan, and A. Wahab, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Bengkel Sepeda, Mobil, dan Motor Wilayah Jakarta Barat Berbasis Web," *Jurnal Sistem Informasi dan E-Bisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 263-270, Jan. 2020.
- [9] A. Sulistiyawati, and E. Supriyanto, "Implementasi Algoritma K-Means Clustering

- dalam Penentuan Siswa Kelas Unggulan,” *Jurnal TEKNO KOMPAK*, vol. 15, no. 2, pp. 25-36, 2021.
- [10] D. Yanto, H. Susanto, K. Zulkifli, and F. R. Gupron, “Penerapan Algoritma K-Means Dalam Menentukan Kualitas Satuan Pendidikan Berdasarkan Nilai Internal dan Eksternal,” *Journal of Electrical Engineering and Computer*, vol. 5, no. 2, pp. 319-328, Oct. 2023.
- [11] A. P. Santynawan, B. Sudarsono, and H. S. Firdaus, “Perancangan Aplikasi Wisata dan City Tourism Berbasis WebGIS Guna Meningkatkan Daya Saing Wisata Kota (Studi Kasus: Kota Semarang,” *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 9, no. 1, pp. 364-372, Jan. 2020.
- [12] R. Parlika, A. S. Umar, R. Sirojul A, Evendi, and M. A. Pratama, “Desain dan Implementasi Sistem Pembelajaran Elektronik Berbasis Web Pada Rumus Matematika Dasar Menggunakan Framework Laravel,” *Jurnal Nusantara Informatika*, vol. 14, no. 1, pp. 1-9, Jan. 2020.