

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN HASIL PRODUKSI TEBU DENGAN METODE K-MEANS DI KABUPATEN MALANG

Muhammad Fauzan Yunianto, Ahmad Faisol, Nurlaily Vendyansyah
Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
Fauzananto72@gmail.com

ABSTRAK

Data informasi mengenai perkebunan tebu yang ditampilkan oleh Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura dan Perkebunan kabupaten Malang pada website, masih belum menampilkan secara lengkap mengenai data perkebunan tebu. Data yang ditampilkan masih berupa data tertulis berbentuk *softfile*, buku atau jurnal, dan belum menampilkan visualisasi data kedalam bentuk pemetaan. Sistem Informasi Geografis pemetaan hasil produksi tebu dengan metode k-means dapat menjadi solusi dari permasalahan yang diuraikan. Sistem akan menampilkan informasi mengenai data perkebunan tebu di kabupaten malang, dan juga dilengkapi pemetaan produksi tebu berdasarkan jumlah produksi pada setiap kecamatan dengan menggunakan metode K-means. Pada pengelompokan pemetaan, dibagi menjadi 3 *cluster* yaitu dengan jumlah produksi tinggi, sedang, dan rendah. Hasil pengujian user menunjukkan bahwa hasil uji untuk Sangat Baik sebesar 28,58%, Baik sebesar 46,42%, Cukup Baik sebesar 25% dan Kurang Baik 0%. Hasil clustering k-means pada program menunjukkan jumlah C1 (Tinggi) = 23 data, C2 (Sedang) = 55, dan C3 (Rendah) = 21 data. dan hasil pemetaan yang dibedakan dengan warna sudah sesuai, dimana untuk hasil produksi "tinggi" digunakan warna biru, produksi "sedang" warna merah, produksi "rendah" warna kuning.

Kata Kunci : Data Mining, K-means, Kabupaten malang, Pemetaan, Produksi Tebu, SIG.

1. PENDAHULUAN

Tanaman Tebu merupakan bahan baku dari pembuatan gula. Tebu juga termasuk jenis rumput-rumputan dimana batang tanaman tersebut tumbuh keluar dan berkembang membentuk rumput. Tanaman Tebu tumbuh di daerah beriklim tropis, tanaman tebu sendiri banyak ditanam di daerah pulau jawa dan Sumatera.

Jawa Timur merupakan sentra penghasil tebu dengan areal tebu terluas di Indonesia dan produksi tebu sebesar 1.146,7 ribu ton. Walaupun provinsi Jawa Timur sebagai sentra penghasil tebu dan areal terluas, akan tetapi secara rata-rata pertumbuhan produksi tebu di Jawa Timur pada tahun 2013-2017 mengalami penurunan sebesar -4,89% untuk produksi tebu dan -0,61% untuk areal tebu. Sebagai salah satu pembentuk struktur perekonomian Jawa Timur, peran sektor tebu dan industri gula relatif kecil, karena kontribusi dalam pembentukan output wilayah hanya memberikan sumbangan 1,3% [1].

Pada Kabupaten Malang sendiri merupakan daerah penghasil produksi tebu terbanyak dari keseluruhan Kabupaten di Jawa Timur. Sebagian besar penduduknya bekerja di sektor pertanian salah satunya adalah tebu. Menurut data dari BPS Kabupaten Malang Tahun 2016-2017 ada 33 Kecamatan di Kabupaten Malang yang memproduksi tanaman tebu, dan menghasilkan hasil produksi sebesar 4,001,879 - 3,899,232 Ton [2].

Data informasi mengenai hasil produksi yang disediakan pada website Dinas Tanam pangan dan Hortikultura dan perkebunan dan kabupaten malang belum menampilkan secara keseluruhan mengenai data perkebunan tebu. Data yang ditampilkan masih

berupa data tertulis yang berbentuk *softfile* buku atau jurnal, dan belum menampilkan visualisasi data kedalam bentuk pemetaan.

Dari permasalahan yang dipaparkan maka penulis membuat sistem informasi geografis pemetaan hasil produksi tebu dengan metode k-means di kabupaten malang, dimana sistem akan menampilkan informasi mengenai data pertanian tebu di kabupaten malang dan melakukan pemetaan produksi tebu berdasarkan jumlah produksi pada setiap kecamatan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian dengan judul "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Potensi SMA/SMK Berbasis Web (Studi Kasus: Kabupaten Kebumen)". Tujuan penelitian ini yaitu dapat mempermudah Dinas Pendidikan Kabupaten Kebumen dalam menangani proses pengelolaan sekolah yang sebelumnya hanya berisi informasi-informasi bersifat umum, kemudian dengan adanya sistem ini dapat mengembangkan suatu sistem manajerial yang efektif dan efisien [3].

Kemudian penelitian selanjutnya yang berjudul "Aplikasi Pemetaan Berbasis Website Untuk Pusat Kesehatan Masyarakat Di Wilayah Kabupaten Malang". Besarnya keinginan masyarakat dalam menggunakan jaminan sosial di bidang kesehatan membutuhkan fasilitas kesehatan yang baik. Berdasarkan hal tersebut diperlukan sistem yang dapat memetakan pusat kesehatan masyarakat khususnya di wilayah Kabupaten Malang berupa Web Sistem Informasi Geografis. [4]

Selanjutnya penelitian mengenai “Sistem Informasi Geografis Pemetaan Daerah Perkebunanb. Dan Komoditas Hasil Panen Provinsi Kalimantanc. Tengah”. Tujuan penelitian ini yaitu untukd. mempermudah pemerintah mengelola data lapangane. secara cepat dan terperinci serta pemerintah juga dapat mendata pemilik lahan perkebunan untuk penyaluran bantuan serta pemilihan supplier untuk uni-unit pembuka usaha yang memerlukan bahan dari hasil panen perkebunan. [5]

Pada penelitian selanjutnya yang berjudul “Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lahan Pertanian Bawang Merah Dengan Metode K-Means Clustering Berbasis Web (Studi Kasus Di Kabupaten Nganjuk”. Tujuan Penelitian ini adalah untuk merancang bangun SIG berbasis website dan menerapkan metode K-Means Clustering untuk pemetaan lahan pertanian bawang merah [6].

Pada judul “Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan Di Kabupaten Malang Menggunakan Metode K-Means”. Dengan tujuan untuk pemetaan kerusakan jalan dan dapat mengelompokkan tingkat kerusakan jalan menggunakan metode clustering di Kabupaten Malang yang meliputi Kecamatan Lawang, Kecamatan Singosari, Kecamatan Karangploso, dan Kecamatan Dau [7].

2.2. Tebu

Tebu adalah rumput tropis yang tumbuh setinggi 2 – 4 m. Tebu digunakan untuk menghasilkan berbagai produk makanan termasuk gula, molase, dan sirup emas. Biofuel ethanol juga dapat diproduksi dari tebu yang dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan dalam bentuk murni tetapi biasanya dicampur dengan bensin untuk meningkatkan emisi kendaraan [8].

Tebu merupakan tanaman penting yang bernilai ekonomi tinggi. Pemerintah telah mencanangkan swasembada gula pada tahun 2014. Untuk mencapai sasaran swasembada, salah satu faktor penting adalah perluasan areal baik milik Perusahaan Perkebunan Nasional (PTPN) maupun perkebunan rakyat dan penggunaan varietas tebu unggul yang dianjurkan. Kebutuhan gula nasional tahun 2014 diperkirakan mencapai 5,7 juta ton. Dengan demikian untuk mempercepat pencapaian hasil melalui perluasan areal pertanaman tebu memerlukan bibit dalam jumlah yang banyak [9].

2.3. Metode K-means

K-Means merupakan metode yang digunakan untuk mengelompokkan data yang sudah ada ke dalam beberapa *cluster*/kelompok, sehingga data yang memiliki hasil yang sama dikelompokkan kedalam satu cluster yang sama dan data yang mempunyai hasil berbeda dikelompokkan ke dalam kelompok lain. Algoritma clustering dapat dikelompokkan ke dalam kelompok besar sebagai berikut :

- a. Partitioning algorithms
- b. Hierarchy algorithms
- c. Density-based
- d. Grid-based
- e. Model-based

Data *clustering* menggunakan metode *K-Means* ini secara umum dilakukan dengan algoritma sebagai berikut :

1. Tentukan jumlah *cluster*
2. Alokasikan data ke dalam *cluster* secara *random*
3. Hitung *centroid* / rata-rata dari data yang ada di masing-masing cluster dengan rumus pada persamaan 1 :

$$d(x,y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_m - y_m)^2} \quad (1)$$

Keterangan:

- d(x,y) adalah Euclidean Distance atau perhitungan jarak dari 2 titik
 - (x) merupakan koordinat object
 - (y) merupakan koordinat centroid
 - (m) menyatakan banyaknya atribut
4. Alokasikan masing-masing data ke *centroid* / rata-rata terdekat
 5. Kembali ke Step 3, apabila masih ada data yang berpindah *cluster* atau apabila perubahan nilai *centroid*, ada yang diatas nilai *threshold* yang ditentukan atau apabila perubahan nilai pada *objective function* yang digunakan di atas nilai *threshold* yang ditentukan [7].

2.4. SIG (Sistem Informasi Geografis)

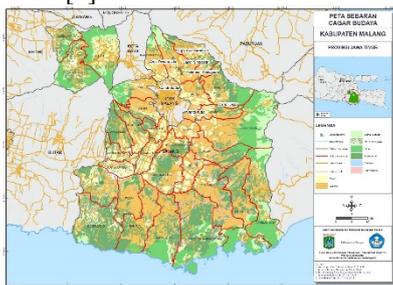
Sistem informasi geografis (SIG) atau dalam bahasa inggris disebut Geographic Information System (GIS) adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Sistem informasi geografis adalah bentuk sistem informasi yang menyajikan informasi dalam bentuk grafis dengan menggunakan peta sebagai antarmuka. SIG tersusun atas konsep beberapa lapisan (*layer*) dan relasi [10].

Dari definisi yang telah disebutkan di atas, maka SIG dapat diuraikan menjadi beberapa sub-sistem sebagai berikut:

- a. Data Input: subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial dan atributnya dari berbagai sumber.
- b. Data Output: subsistem ini bertugas untuk menampilkan atau menghasilkan keluaran baik dalam bentuk softcopy maupun hardcopy seperti halnya tabel, grafik, report, peta, dan lain sebagainya.
- c. Data Management: subsistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun tabel-tabel atribut terkait ke dalam sebuah sistem basis data.
- d. Data Manipulation dan Analysis: subsistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. [11]

2.5. Kabupaten Malang

Kabupaten Malang memiliki 33 Kecamatan, merupakan kawasan yang terletak pada bagian tengah selatan wilayah propinsi Jawa Timur. Berbatasan dengan sembilan kabupaten dan Samudera Indonesia. Sebelah Utara-Timur, berbatasan dengan Kabupaten Pasuruan dan Probolinggo. Sebelah Timur, berbatasan dengan Kabupaten Lumajang. Sebelah Selatan, berbatasan dengan Samudera Indonesia. Sebelah Barat, berbatasan dengan Kabupaten Blitar. Sebelah Barat Utara berbatasan dengan Kabupaten Kediri dan Mojokerto [2].



Gambar 1. Peta kabupaten Malang

2.6. Leaflet

Leaflet merupakan open source javascript library yang digunakan untuk membuat peta yang sangat interaktif, dimana banyak memiliki fitur yang digunakan dalam pembuatan peta. Leaflet ini dibuat dengan simpel dan penggunaan yang mudah. Leaflet ini juga bisa digunakan baik di dekstop maupun mobile, dimana menggunakan HTML 5 dan CSS3 (<http://leafletjs.com>). Sebelum menampilkan peta web dengan leaflet yang dilakukan adalah mengunduh paket leafletJS dan menyimpannya dalam sebuah folder htdocs yang ada di xampp [12].

2.7. Euclidean Distance

Euclidean distance adalah perhitungan jarak dari 2 buah titik dalam Euclidean space. Euclidean space diperkenalkan oleh seorang matematikawan dari Yunani sekitar tahun 300 untuk mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. Euclidean ini biasanya diterapkan pada 2 dimensi. kemudian juga bisa sederhana jika diterapkan pada dimensi lain yang lebih tinggi. Jarak Euclidean dapat dirumuskan pada persamaan (2) :

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (2)$$

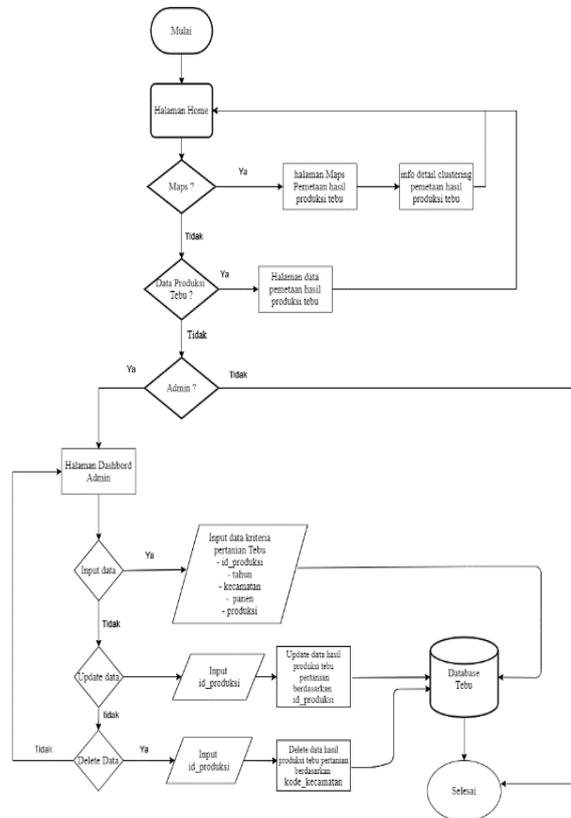
dimana:

- d = jarak euclidean distance dalam derajat
- x₁ = latitude lokasi awal
- x₂ = latitude lokasi tujuan
- y₁ = longitude lokasi awal
- y₂ = longitude lokasi tujuan. [13].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Flowchart sistem

Pada Flowchart sistem dijelaskan proses berjalannya aplikasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

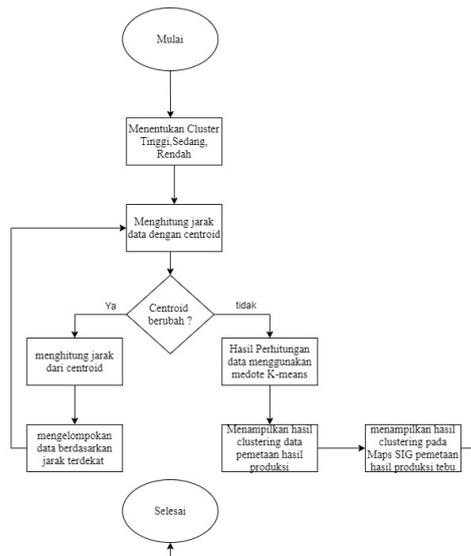


Gambar 2. Flowchart sistem

Pada Gambar 2 menjelaskan bahwa tampilan yang hanya bisa dilihat oleh user adalah maps dan data produksi tebu. Kemudian jika login ke halaman admin dapat melakukan proses input data.

3.2. Flowchart Metode K-means

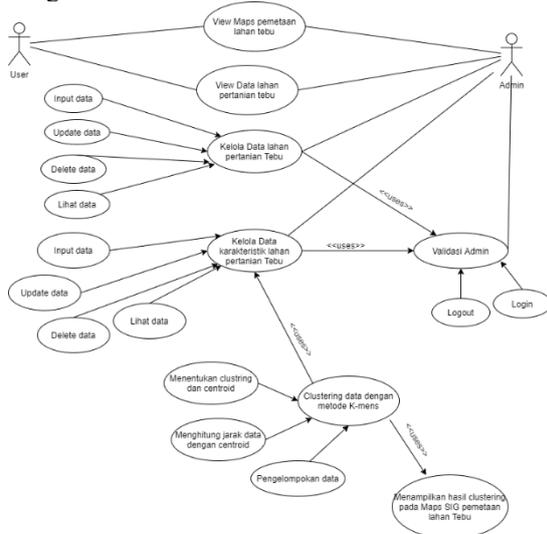
Flowchart sistem ini menjelaskan proses metode K-means seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 menjelaskan bahwa pada awal flowchart dilakukan proses clustering, pada proses selanjutnya dilakukan perhitungan jarak dengan centroid, jika centroid berubah maka dilakukan perulangan menghitung jarak dari centroid kemudian dikelompokkan data berdasarkan jarak terdekat. Jika centroid tidak berubah maka hasil perhitungan cluster di tampilan pada maps SIG pemetaan hasil produksi tebu.



Gambar 3. Flowchart Metode K-means

3.3. Use case

Use case diagram adalah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem yang akan dibuat. Berikut pemetaan produksi perkebunan tebu. Seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Use case

Pada Gambar 4, terdapat 2 aktor yang pertama user dimana user hanya dapat melihat maps pemetaan lahan tebu dan data lahan perkebunan tebu. Sedangkan untuk admin dapat mengelola data lahan perkebunan tebu dengan proses use case input, update, delete dan lihat data, kemudian dapat mengelola data karakteristik lahan perkebunan tebu. Pada admin juga terdapat validasi admin untuk memastikan user dan password admin, agar dapat melaksanakan kelola data. Pada proses clustering data dengan metode K-Means terdapat beberapa proses yakni menentukan clustering dan centroid, kemudian menghitung jarak data dengan centroid dan pengelompokan data. Dari hasil proses tersebut maka

sistem akan menampilkan hasil clustering pada maps sig pemetaan lahan tebu.

3.4. Perancangan Database

1. Tabel Login

Tabel Admin berisikan tabel untuk menyimpan data admin yang dapat melakukan perubahan data. Tabel Login ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Struktur Tabel Login

Nama Field	Jenis	Keterangan
id_admin	Int (11)	Id admin
username	Varchar (20)	Nama pengguna
password	Varchar(10)	Password pengguna

2. Tabel Produksi

Tabel Data Produksi Tebu berisikan tabel untuk menyimpan data atribut produksi tebu dan kecamatan di Kabupaten Malang yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Struktur Tabel Produksi Tebu

Nama Field	Jenis	Keterangan
id_produk	Int (5)	Id produksi
tahun	Varchar (5)	Tahun Produksi
kecamatan	Varchar(20)	Nama Kecamatan
tanam	Int(10)	Jumlah tanam (ha)
panen	Int(10)	Jumlah panen (ha)
produksi	Int(10)	Jumlah produksi (ton)
update_at	timestamp	Perubahan waktu

3.5. Perhitungan K-Means

1. Menghitung jumlah data tanaman tebu dari Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan Kabupaten Malang terdapat 99 Kecamatan data tahun 2018 – 2020.

Tabel 3 Data Produksi Tanaman Tebu.

Tahun	Kecamatan	Luas Tanam (Ha)	Panen	Total Produksi (Ton)
2018	Donomulyo	750	731	599
2018	Kalipare	2.670	2.640	2.144
2018	Pagak	3.300	3.300	2.706
2018	Bantur	2.590	2.581	2.220
2018	Gedangan	3.800	3.616	3.019
2018	Sumbermanjing	1.360	1.353	1.238
2018	Dampit	3.950	3.945	3.472
2018	Tirtoyudo	340	340	279
2018	Ampelgading	310	310	260
2018	Poncokusumo	880	877	741
2018	Wajak	870	862	747
2018	Turen	950	941	922
2018	Bululawang	2.400	2.400	2.640
2018	Gondanglegi	3.200	3.155	3.691
2018	Pagelaran	1.439	1.439	1.666
2018	Kepanjen	555	555	472
2018	Sumberpucung	1.760	1.756	1.932
2018	Kromengan	1.225	1.241	1.335
2018	Ngajum	1.300	1.300	1.066
2018	Wonosari	520	520	416
2018	Wagir	1.100	1.088	898
2018	Pakisaji	1.100	1.088	914

Tahun	Kecamatan	Luas Tanam (Ha)	Panen	Total Produksi (Ton)
2018	Tajinan	1.287	1.090	894
2018	Tumpang	970	967	851
2018	Pakis	1.125	1.122	920
2018	Jabung	1.100	1.100	902
2018	Lawang	670	669	565
2018	Singosari	1.260	1.255	1.016
2018	Karangploso	510	509	410
2018	Dau	380	380	304
2018	Pujon	-	-	-
2018	Ngantang	-	-	-
2018	Kasembon	375	373	416
:				
2020	Kasembon	375	207	185

Berdasarkan Tabel 3 dijelaskan bahwa terdapat 3 kriteria data tanaman tebu yang terletak di Kabupaten Malang.

2. Menentukan jumlah cluster. Data tanaman tebu dikelompokkan menjadi 3 cluster yaitu :

C1 = Tinggi

C2 = Sedang

C3 = Rendah

3. Parameter rentang nilai perhitungan

Tabel 4 Rentang nilai perhitungan

Parameter	C1	C2	C3
Panen	> 2000	> 500 < 2000	< 500
Produksi	> 2000	> 500 < 2000	< 500
Luas	> 2000	> 500 < 2000	< 500

4. Menentukan centroid awal

Tabel 5 Centroid Awal.

Cluster	Luas (Ha)	Panen	Total Produksi
C1	1	1	1
C2	2	2	2
C3	3	3	3

5. Menghitung jarak setiap data terhadap pusat cluster Menggunakan perhitungan jarak euclidian menggunakan rumus pada persamaan (2,1).

Tabel 6 Perhitungan iterasi 1

Data ke -	C1	C2	C3	Cluster
1	1,732050808	0	1,732050808	2
2	0	1,732050808	3,464101615	1
3	0	1,732050808	3,464101615	1
4	0	1,732050808	3,464101615	1
5	0	1,732050808	3,464101615	1
6	1,732050808	0	1,732050808	2
7	0	1,732050808	3,464101615	1
8	3,464101615	1,732050808	0	3
9	3,464101615	1,732050808	0	3
10	1,732050808	0	1,732050808	2
11	1,732050808	0	1,732050808	2
12	1,732050808	0	1,732050808	2
13	0	1,732050808	3,464101615	1
14	0	1,732050808	3,464101615	1
15	1,732050808	0	1,732050808	2
16	2,449489743	1	1,414213562	2
17	1,732050808	0	1,732050808	2
18	1,732050808	0	1,732050808	2

Data ke -	C1	C2	C3	Cluster
19	1,732050808	0	1,732050808	2
20	2,449489743	1	1,414213562	2
21	1,732050808	0	1,732050808	2
22	1,732050808	0	1,732050808	2
23	1,732050808	0	1,732050808	2
24	1,732050808	0	1,732050808	2
25	1,732050808	0	1,732050808	2
26	1,732050808	0	1,732050808	2
27	1,732050808	0	1,732050808	2
28	1,732050808	0	1,732050808	2
29	2,449489743	1	1,414213562	2
30	3,464101615	1,732050808	0	3
31	3,464101615	1,732050808	0	3
32	3,464101615	1,732050808	0	3
33	3,464101615	1,732050808	0	3
:				
99	3,464101615	1,732050808	0	3

6. Menghitung centroid baru

Tabel 7 Centroid Baru iterasi 2

Cluster	Luas (Ha)	Panen	Total Produksi
C1	1	1	1,1
C2	1,981818	2,1	2
C3	3	3	2,8

Setelah nilai dari centroid baru diketahui, langkah selanjutnya menghitung jarak data dengan centroid baru menggunakan jarak euclidian dengan rumus 2.1. Apabila cluster berubah maka perlu dilakukan iterasi lagi sampai data setiap cluster sama

Tabel 8 Hasil Clustering

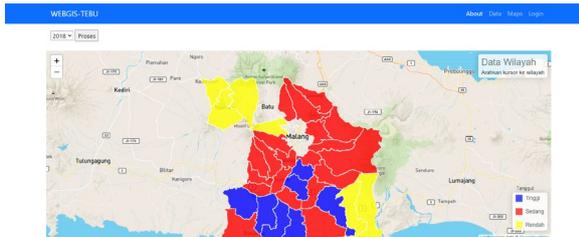
No	Kecamatan	C1	C2	C3
1	Donomulyo		√	
2	Kalipare	√		
3	Pagak	√		
4	Bantur	√		
5	Gedangan	√		
6	Sumbermanjing		√	
7	Dampit	√		
8	Tirtoyudo			√
9	Ampelgading			√
10	Poncokusumo		√	
11	Wajak		√	
12	Turen		√	
13	Bululawang	√		
14	Gondanglegi	√		
15	Pagelaran		√	
16	Kepanjen		√	
17	Sumberpucung		√	
18	Kromengan		√	
19	Ngajum		√	
20	Wonosari		√	
21	Wagir		√	
22	Pakisaji		√	
23	Tajinan		√	
24	Tumpang		√	
25	Pakis		√	
26	Jabung		√	
27	Lawang		√	
28	Singosari		√	
29	Karangploso		√	
30	Dau			√
31	Pujon			√
32	Ngantang			√
33	Kasembon			√
:				
99	Kasembon			√

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

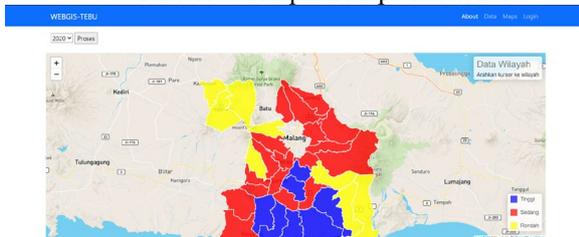
Hasil dan pembahasan dari sistem informasi geografis pemetaan hasil produksi tebu dengan metode k-means di kabupaten malang adalah sebagai berikut:

4.1. Halaman Maps

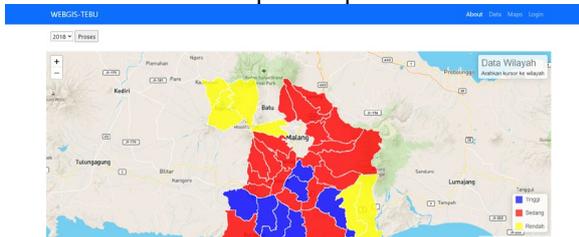
Tampilan halaman Maps, menunjukkan informasi perkebunan tebu pada setiap kecamatan pada tahun 2018 - 2020 di kabupaten Malang. Tampilan halaman maps seperti gambar 5 s/d gambar 7.



Gambar 5. Tampilan Maps Tahun 2018



Gambar 6. Tampilan Maps Tahun 2019



Gambar 7. Tampilan Maps Tahun 2020

4.2. Halaman Data Produksi Tebu.

Tampilan halaman data produksi Tebu, berisi tentang hasil produksi di tiap kecamatan dan titik koordinat tiap kecamatan yang ada di Kabupaten Malang. Tampilan Halaman Data Hasil Produksi Tebu Seperti Gambar 8.

No	Tahun	Kecamatan	Luas Tanam	Panen	Produksi	Updated at	Aksi
1	2018	Donomulyo	750	731	598	2021-08-10 10:12:43	Ubah Hapus
2	2018	Kalipare	2670	2640	2144	2021-08-01 16:46:47	Ubah Hapus
3	2018	Pagak	3330	3300	2756	2021-08-01 16:46:47	Ubah Hapus
4	2018	Bantur	2550	2581	2200	2021-08-01 16:46:47	Ubah Hapus
5	2018	Gedangan	3000	3016	3019	2021-08-01 16:46:47	Ubah Hapus
6	2018	Sumbermanjing	1350	1353	1028	2021-08-01 16:46:47	Ubah Hapus

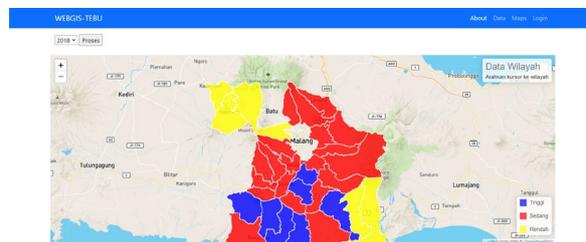
Gambar 8. Halaman Data Hasil Produksi Tebu

4.3. Pengujian Akurasi Metode

Pengujian akurasi metode ini menggunakan sebanyak 33 data yang didapatkan dari Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan di Kabupaten Malang dan dikelompokkan menjadi 3 cluster yaitu produksi tinggi, sedang dan rendah. Untuk mendapatkan keterangan keakuratan hasil cluster dapat dilakukan perbandingan menurut Perhitungan Manual dengan hasil pada aplikasi. Hasil perbandingan ditunjukkan pada Tabel 9 dan Gambar 9.

Tabel 9 Hasil Perhitungan Manual

No	Kecamatan	C1	C2	C3	Keterangan
1	Donomulyo		√		Sedang (Merah)
2	Kalipare	√			Tinggi (Biru)
3	Pagak	√			Tinggi (Biru)
4	Bantur	√			Tinggi (Biru)
5	Gedangan	√			Tinggi (Biru)
6	Sumbermanjing		√		Sedang (Merah)
7	Dampit	√			Tinggi (Biru)
8	Tirtoyudo			√	Rendah (Kuning)
9	Ampelgading			√	Rendah (Kuning)
10	Poncokusumo		√		Sedang (Merah)
11	Wajak		√		Sedang (Merah)
12	Turen		√		Sedang (Merah)
13	Bululawang	√			Tinggi (Biru)
14	Gondanglegi	√			Tinggi (Biru)
15	Pagelaran		√		Sedang (Merah)
16	Kepanjen		√		Sedang (Merah)
17	Sumberpucung		√		Sedang (Merah)
18	Kromengan		√		Sedang (Merah)
19	Ngajum		√		Sedang (Merah)
20	Wonosari		√		Sedang (Merah)
21	Wagir		√		Sedang (Merah)
22	Pakisaji		√		Sedang (Merah)
23	Tajinan		√		Sedang (Merah)
24	Tumpang		√		Sedang (Merah)
25	Pakis		√		Sedang (Merah)
26	Jabung		√		Sedang (Merah)
27	Lawang		√		Sedang (Merah)
28	Singosari		√		Sedang (Merah)
29	Karangploso		√		Sedang (Merah)
30	Dau			√	Rendah (Kuning)
31	Pujon			√	Rendah (Kuning)
32	Ngantang			√	Rendah (Kuning)
33	Kasembon			√	Rendah (Kuning)
:					
99	Kasembon			√	Rendah (Kuning)



Gambar 9. Hasil Clustering Aplikasi

Hasil perbandingan menurut dinas tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan kabupaten malang dengan hasil pada aplikasi, maka persentase pengujiannya hasil dari pengujian menunjukkan bahwa hasil dari perhitungan manual dibandingkan dengan hasil pada aplikasi hasilnya sama dengan

ditunjukkan perbedaan warna pada tiap kecamatan, maka dapat disimpulkan bahwa metode k-means yang diterapkan pada website ini sudah tepat.

4.4. Pengujian BlackBox

Tabel 10 Pengujian BlackBox

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Penguji	Kesimpulan
1	Halaman Utama	Sistem akan menampilkan halaman utama	Sesuai	Berhasil
2	Halaman About	Sistem akan menampilkan halaman about yang berisi tentang kabupaten malang	Sesuai	Berhasil
3	Halaman Maps	Sistem akan menampilkan maps sesuai warna clustering di tiap kecamatan kabupaten malang	Sesuai	Berhasil
4	Halaman Login	Sistem halaman menampilkan form login	Sesuai	Berhasil
5	Login dengan akun terdaftar	Sistem akan menampilkan pesan login sukses dan akan diarahkan ke halaman dashboard admin	Sesuai	Berhasil
6	Login dengan akun tidak terdaftar	Sistem akan menampilkan pesan "Error, nama pengguna atau kata sandi salah"	Sesuai	Berhasil
7	Halaman Beranda Admin	Sistem akan menampilkan pesan selamat datang jika berhasil login dengan akun terdaftar	Sesuai	Berhasil
8	Halaman Data Produksi	Sistem menampilkan semua data produksi yang sudah di input	Sesuai	Berhasil
9	Halaman Form Tambah Produksi	Sistem akan menampilkan form data produksi dan data akan ditampilkan di halaman data produksi	Sesuai	Berhasil
10	Halaman ubah produksi	Sistem akan menampilkan form ubah data produksi yang sudah di inputkan	Sesuai	Berhasil
11	Hapus data produksi	Halaman akan mengeluarkan notif "Hapus Data ?"	Sesuai	Berhasil
18	Logout Halaman Admin	Sistem melakukan proses keluar dari halaman admin dan akan kembali ke halaman login utama	Sesuai	Berhasil

4.5. Pengujian User

Tabel 11 Pengujian User

No	Pertanyaan	Hasil Uji			
		SB	B	CB	KB
1	Bagaimana awal tampilan web pemetaan hasil produksi tebu ?	3	7	4	0
2	Bagaimana tampilan peta kabupaten malang ?	3	7	4	0
3	Informasi pada peta hasil produksi di kabupaten malang mudah dimengerti ?	3	8	3	0
4	Warna tombol, jenis font, dan warna font pada aplikasi terlihat jelas dan sesuai ?	7	4	3	0
Jumlah		16	26	14	0
Total Respon		56			

Keterangan :

SB : Sangat Baik

B : Baik

CB : Cukup Baik

KB : Kurang Baik

Dapat disimpulkan bahwa dari pengujian user dengan pertanyaan mengenai fitur pada aplikasi, jumlah pemilihan terhadap hasil uji sangat baik sebanyak 16, baik sebanyak 26, cukup baik sebanyak 14 dan kurang baik sebanyak 0. Jika di presentasikan Sangat Baik 28,58%, Baik 46,42% dan Cukup Baik 25%.

5. Kesimpulan dan Kesimpulan

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan beberapa pengujian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan :

1. Hasil pengujian user menunjukkan Sangat Baik 28,58%, Baik 46,42%, Cukup Baik 25% dan Kurang Baik 0%.
2. Hasil produksi tebu dengan total 33 data didapatkan hasil *Clustering* dengan menunjukkan jumlah C1 (Tinggi) = 23 data, C2 (Sedang) = 55 data, dan C3 (Rendah) = 21 data.
3. Metode *K-Means Clustering* dapat digunakan dalam mengelompokkan hasil produksi tebu pada Kabupaten Malang.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis dapat memberikan saran-saran untuk pengembangan selanjutnya antar lain :

1. Diharapkan website dapat dikembangkan ke dalam aplikasi mobile.
2. Menambahkan wilayah kecamatan hasil perkebunan tebu di Kota Malang.
3. Menambahkan metode lain supaya hasil pengelompokkan dari sistem bisa lebih baik lagi dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Yunitasari, J. Ilmu, S. Pembangunan, F. Ekonomi, and U. Jember, "Analisis Input-Output Produksi Tebu di Provinsi Jawa Timur," vol. 13, no. April, pp. 36-47, 2021, doi: 10.21082/btsm.v13n1.2021.36-47.

- [2] BPS Malang, "Malang Dalam Angka," *Badan Pus. Stat. Malang*, p. 191, 2020.
- [3] P. Soepomo, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Potensi Sma/smk Berbasis Web (Studi Kasus: Kabupaten Kebumen)," *JSTIE (Jurnal Sarj. Tek. Inform., vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2014, doi: 10.12928/jstie.v2i1.2600.*
- [4] Pranoto Y. A. Rokhman M. M., & Wibowo S. A., 2018, Aplikasi Pemetaan Berbasis Website Untuk Pusat Kesehatan Masyarakat Di Wilayah Kabupaten Malang, *Jurnal MNEMONIC*, Vol. 1, No. 1
- [5] M. Arbina, F. T. Industri, K. Tengah, G. Dinas, and P. Kalimantan, "Sistem informasi geografis pemetaan daerah perkebunan dan komoditas hasil panen provinsi kalimantan tengah," *J. Mhs. Tek. Inform., vol. 3, no. 1, pp. 165–172, 2019.*
- [6] C. M. Barir, Much. Zuyyinal Haqqul, Achmad Imam Agung, "SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN LAHAN PERTANIAN BAWANG MERAH DENGAN METODE K-MEANS CLUSTERING BERBASIS WEBSITE (Studi Kasus di Kabupaten Nganjuk)," *Inovate*, vol. 04, no. 1, pp. 40–47, 2019.
- [7] T. Suryani, A. Faisol, and N. Vendyansyah, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan Di Kabupaten Malang Menggunakan Metode K-Means," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 5, no. 1, pp. 380–388, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3259.*
- [8] A. A. Elsharif and S. S. Abu-naser, "An Expert System for Diagnosing Sugarcane Diseases," *Int. J. Acad. Eng. Res., vol. 3, no. 3, pp. 19–27, 2019.*
- [9] I. Mariska and R. Suci, "Pengadaan bibit tebu melalui kultur jaringan," *J. Litbang Pertan., no. 3413, pp. 1–2, 2011.*
- [10] S. Pendidikan, P. Studi, P. Teknik, and R. P. Mahardika, *Pemetaan Objek Pariwisata Kota Salatiga*. 2018.
- [11] Munawir, Munawir. Implementasi Sistem Informasi Geografis Daerah Pariwisata Taman Wisata Puncak Bila Kabupaten Sidenreng Rappang Berbasis Android dengan Global Positioning System (GPS). Diss. University of Technology Yogyakarta, 2019.
- [12] C. S. Santoso and andi irawan Nurhidayat, "Sistem Informasi Real Time GIS Untuk Monitoring Sistem Cors (Continously Operating Reference Station) Di Kantor Wilayah Badah Pertanian Provinsi Jawa Timur," *J. Manaj. Inform., vol. 9, no. 1, pp. 1–9, 2018.*
- [13] Wurdianarto, S. R., Novianto, S., & Rosyidah, U. (2014). PERBANDINGAN EUCLIDEAN DISTANCE DENGAN CANBERRA DISTANCE PADA FACE RECOGNITION . *Techno*, 31-37.