

PERANCANGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS HASIL PRODUKSI PERTANIAN BAWANG MERAH DI KABUPATEN NGANJUK MENGGUNAKAN METODE K-MEANS

Joseph Stenica Hariyono, Hani Zulfia Zahro', Renaldi Primaswara

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
1718064@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Bawang merah adalah salah satu tanaman hortikultura yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat di semua kalangan. Maka bawang merah menjadi tanaman yang banyak diproduksi karena dibutuhkan oleh masyarakat, salah satu daerah penghasil bawang merah terbesar di Provinsi Jawa Timur adalah Kabupaten Nganjuk yang tiap tahunnya menghasilkan panen bawang merah yang melimpah. Dengan hasil panen yang cukup besar tersebut pertahunnya maka Badan Dinas Pertanian Kabupaten Nganjuk mengalami kesulitan untuk mendata hasil panen bawang merah di Kabupaten Nganjuk. Dibuatlah sistem informasi geografis berbasis website untuk mempermudah memproses data hasil panen dengan membangun sistem informasi geografis pertanian bawang merah di Kabupaten Nganjuk yang dapat mengelola data secara lebih cepat dan terperinci dengan baik menggunakan metode yang diterapkan yaitu metode *K-Means Clustering*. Data Kabupaten Nganjuk tahun 2016 sampai tahun 2020 yang per tahunnya memiliki 19 data kecamatan sehingga secara keseluruhan total data selama 5 tahun yaitu 95 data. Pada titik pusat yang sudah ditentukan akan menghasilkan proses iterasi menggunakan data panen bawang merah. Berdasarkan hasil pengolahan data, hasil perhitungan menggunakan metode *K-Means Clustering* data tahun 2017, 2018, 2020 berakhir pada iterasi ke 6 sedangkan data tahun 2016 dan 2019 berakhir pada iterasi ke 7. Sehingga hasil akhir pengolahan data menggunakan metode clustering dapat menyelesaikan permasalahan pengelompokan data hasil panen bawang merah di Kabupaten Nganjuk.

Kata Kunci : *Bawang Merah, Clustering, K-Means Clustering*

1. PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu komoditas tanaman hortikultura yang banyak dikonsumsi masyarakat juga salah satu hasil panen yang mempunyai prospek dagang yang baik di Indonesia dan termasuk dalam produk unggulan Indonesia. Sebagai tanaman hortikultura yang banyak dikonsumsi dikalangan masyarakat, bawang merah memiliki potensi pengembangan yang masih terbuka lebar di dalam negeri bahkan luar negeri. Oleh karena itu bawang merah menjadi salah satu tanaman produksi yang sering dicari dan diminati banyak orang. Indonesia saat ini sudah mengkonsumsi bawang merah hingga 650.000 ton, dan masih terus bertambah sekitar 5% pertahunnya seiring berkembangnya industri pengolahan serta meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia.

Kabupaten Nganjuk adalah salah satu Kabupaten yang menjadi pusat penghasil panen bawang merah di Provinsi Jawa Timur. Bahkan Kabupaten Nganjuk termasuk dalam salah satu sentra penghasil bawang merah terbesar yang ada di Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Nganjuk merupakan salah satu daerah dengan lahan tanaman bawang merahnya cukup besar. Luas panen petani bawang merah bisa mencapai 12.000 hektare (ha) per tahun dengan produktivitas sekitar 12 ton per hektare, sehingga menjadi yang terluas di Jawa Timur. Varietas bawang merah yang sering ditanam petani di Kabupaten Nganjuk antara lain Tajuk Bauci,

Manjung, Trisula Katumi, Philip dan Sanren. Rata-rata produktivitas bawang merah varietas Tajuk dan Bauci bisa mencapai 15 hingga 20 ton per hektare.

Sebagai sentra penghasil bawang merah di Jawa Timur, bukan hal yang mengherankan bagi warga Kabupaten Nganjuk bila di mana-mana terlihat banyak orang menanam, memanen, menjemur, atau memperjual belikan bawang merah.

Untuk itu dalam memenuhi kebutuhan bawang merah, dinas pertanian berupaya untuk mengoptimalkan hasil pertanian dengan mengelompokkan daerah yang menghasilkan tanaman bawang di daerah Jawa timur khususnya di Kabupaten Nganjuk dengan metode clustering. Bertujuan untuk mengetahui daerah kecamatan mana saja yang menghasilkan produksi bawang merah. Untuk mengelompokkan dapat menggunakan metode algoritma *K-Means*. Ketika data sudah dikelompokkan menggunakan algoritma *K-Means* dapat mempermudah dinas pertanian dalam mengolah data hasil pertanian di tiap kecamatan agar mengetahui daerah yang berpotensi mana yang menghasilkan bawang merah sedikit, sedang, dan terbanyak.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsionalitas menggambarkan proses kegiatan yang akan diterapkan dalam sebuah sistem. Pada website Sistem

Informasi Geografis ini memiliki kebutuhan Fungsional sebagai berikut:

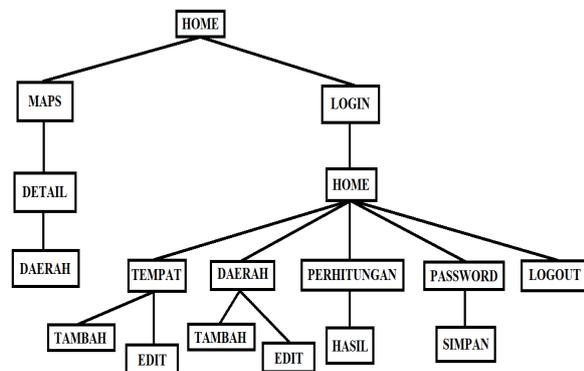
1. Website dapat menampilkan informasi data peta geografis umum di Kabupaten Nganjuk.
2. Website dapat menampilkan maps yang terdapat point daerah penghasil bawang merah.
3. Website dapat menghitung pengelompokan data komoditi bawang merah serta data panen.
4. Website dapat menampilkan data informasi produksi panen bawang merah di Kabupaten Nganjuk.
5. Website dapat menambah, mengedit, dan menghapus data panen bawang merah.

2.2. Analisis Kebutuhan Nonfungsional

Analisis kebutuhan nonfungsional menggambarkan batasan layanan pada sistem. Pada website Sistem Informasi Geografis ini Kebutuhan batasan sistem diperlukan untuk mengimplementasikan sistem informasi geografis berbasis web sebagai berikut:

1. Website dihosting pada webhost.
2. Website diakses menggunakan browser yang terhubung di internet.
3. Admin harus menggunakan username dan password untuk login.
4. Seluruh Database terintegrasi dalam satu website.
5. Website dapat diakses melalui multiplatform seperti pc atau smartphone

2.3. Struktur Menu



Gambar 1. Struktur Menu

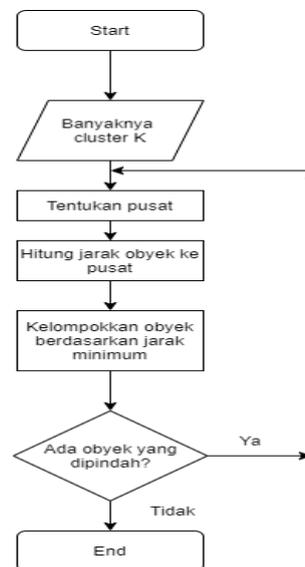
Pada Gambar 1 halaman utama memiliki akses ke beberapa menu sebagai user hanya dapat mengakses menu maps, tetapi admin dapat mengakses menu maps dan login.

Ketika admin sudah login maka akan memiliki akses tambahan sebagai admin yaitu menu tempat, daerah, perhitungan, password, dan logout. Pada menu tempat, admin dapat menginputkan, mengubah, dan menghapus data wilayah kecamatan yang diinginkan lalu pada daerah juga sama seperti menu tempat tetapi wilayah yang dimasukkan lebih terpendil seperti desa, pada perhitungan dapat

menghitung clustering data hasil panen yang diinputkan sesuai tahun, pada password admin dapat mengubah password sesuai keinginan dan terakhir menu logout untuk keluar sebagai admin.

2.4. Metode Penelitian

K-Means Clustering adalah proses membagi data menjadi berkelompok dengan cluster yang memiliki kemiripan sesuai dengan atribut data tersebut. Setiap cluster awal sudah ditentukan secara acak untuk proses awal secara random. *K-Means* termasuk dalam *partitioning clustering* adalah tiap data yang dimiliki harus termasuk dalam bagian cluster tertentu sesuai kemiripan data dengan titik pusat dan memiliki kemungkinan tiap data termasuk dalam salah satu cluster ketika diproses, pada proses berikutnya data dapat berpindah ke *cluster* yang lain.



Gambar 2. Flowchart Proses K-Means Clustering

Proses clustering selanjutnya akan dilakukan proses pengulangan langkah-langkah berikut hingga mendapat hasil:

- a. Menentukan banyak cluster
Pertama untuk melakukan proses clustering yaitu menetapkan berapa banyak cluster yang akan dibentuk. Pada perhitungan ini, ditetapkan tiga cluster yaitu cluster untuk kecamatan dengan produksi bawang merah sedikit (C0), produksi sedang (C1) dan produksi banyak (C2).
- b. Menentukan titik pusat awal (centroid)

Selanjutnya yaitu menetapkan banyak cluster yang akan dibentuk, lalu menetapkan titik pusat awal (centroid) dari masing-masing cluster. Penetapan titik pusat awal ditentukan secara random (acak). Maka dipilihlah pada perhitungan ini adalah C3 untuk titik pusat daerah dengan produksi bawang merah tinggi yang memiliki titik pusat (2000, 5000), selanjutnya C2 untuk titik pusat daerah dengan produksi sedang yang

memiliki titik pusat (500, 1000), terakhir C1 untuk titik pusat daerah produksi bawang merah sedikit dengan titik pusat (50, 100).

- c. Menghitung jarak setiap objek ke titik pusat (centroid)

Setelah melakukan penentuan titik pusat awal maka dilakukan proses menghitung setiap jarak data dengan titik pusat yang sudah dipilih sebelumnya. Digunakan Rumus berikut untuk menghitung jarak setiap objek ke titik pusat sebagai berikut :

$$d(x,y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_p - y_p)^2}$$

Dimana x adalah data produksi bawang merah, lalu y adalah titik pusat awal yang ditentukan secara acak.

Tabel 1. Data Hasil Panen Bawang Merah Tahun 2016

No	Kecamatan	Luas Panen (ha)	Produksi (kw)	Produktivitas (kw/ha)	Tahun
1	Sawahan	20	1400	70	2016
2	Ngetos	4	281	70.25	2016
3	Berbek	-	-	-	2016
4	Loceret	5	433	86.6	2016
5	Pace	3	330	110	2016
6	Tanjunganom	14	1160	82.85714286	2016
7	Prambon	1	21	21	2016
8	Ngronggot	2	163	81.5	2016
9	Patianrowo	-	-	-	2016
10	Baron	2	228	114	2016
11	Gondang	2812	290045	103.1454481	2016
12	Sukomoro	1803	164716	91.35662784	2016
13	Nganjuk	285	26441	92.7754386	2016
14	Bagor	2626	315458	120.1287129	2016
15	Wilangan	1027	107850	105.0146056	2016
16	Rejoso	3397	399029	117.4651163	2016
17	Ngluyu	224	15408	68.78571429	2016
18	Lengkong	15	1329	88.6	2016
19	Jatikalen	4	386	96.5	2016

Berikut contoh data untuk perhitungan jarak data dengan titik pusat. Contoh untuk kecamatan Sawahan menggunakan data tahun 2016 memiliki luas panen 20 dan hasil produksi 1400, maka diperoleh hasil perhitungan jarak data pada kecamatan Sawahan dengan pusat cluster awal adalah:

$$d_{11} = \sqrt{(20 - 50)^2 + (1400 - 100)^2} = 1300.346108$$

$$d_{12} = \sqrt{(20 - 500)^2 + (1400 - 1000)^2} = 624.8199741$$

$$d_{13} = \sqrt{(20 - 2000)^2 + (1400 - 5000)^2} = 4108.576396$$

- d. Mengelompokkan obyek berdasarkan jarak minimum

Langkah terakhir clustering yaitu dengan mengelompokkan objek berdasarkan jarak minimum data dengan titik pusatnya. Berikut terdapat contoh menggunakan data kecamatan Sawahan yang telah di hitung di langkah sebelumnya.

$$d_{11} = 1300.346108$$

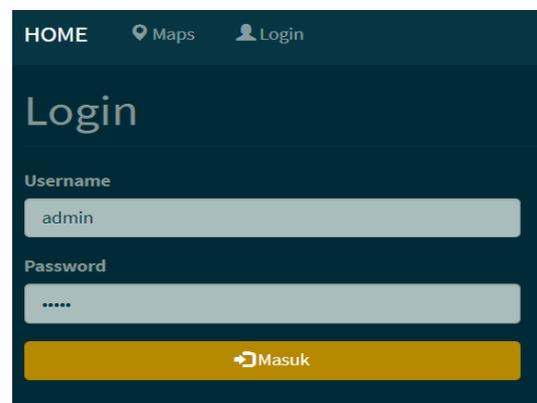
$$d_{12} = 624.8199741$$

$$d_{13} = 4108.576396$$

- e. Maka, jarak minimum untuk kecamatan Sawahan pada tahun 2016, terdapat pada cluster 1, jadi kecamatan Sawahan pada tahun 2016 dikelompokkan sebagai kecamatan dengan produksi bawang merah sedang.

3. IMPLEMENTASI

Dalam tahap ini akan dijelaskan langkah-langkah pengoperasian programbeserta contoh gambar.



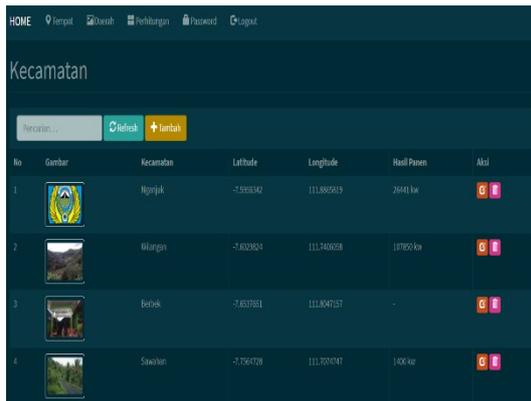
Gambar 3. Halaman login

Gambar diatas adalah tampilan dari halaman login yang dimana kita harus login terlebih dahulu untuk memiliki hak akses sebagai admin yang nantinya akan memasukkan data hasil panen bawang merah.



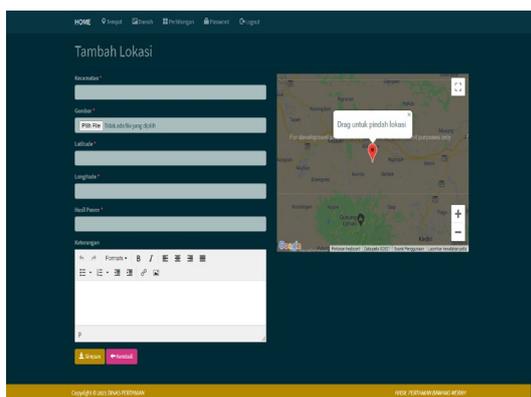
Gambar 4. Halaman Utama Sebagai Admin

Setelah login maka kita akan masuk pada tampilan home atau halaman utama dimana ada beberapa menu yang hanya bisa diakses oleh seorang admin.



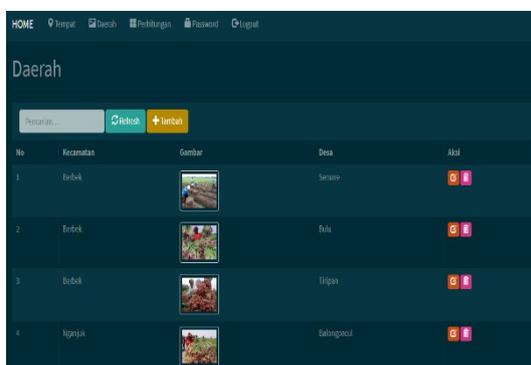
Gambar 5. Halaman Tempat

Pada halaman tempat digunakan untuk menginput, mengubah, atau menghapus data yang diinginkan sebagai seorang admin. Ada beberapa tabel yang terdiri dari nomer, gambar, kecamatan, latitude dan longitude sebagai titik koordinat letak atau posisi pada kecamatan, terakhir yaitu aksi yang berguna untuk mengedit dan menghapus data.



Gambar 6. Halaman Tambah Lokasi

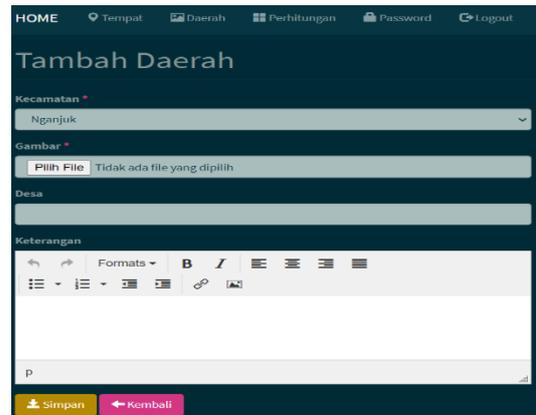
Pada halaman tambah lokasi dapat menambahkan lokasi kecamatan dan berat total panen yang dihasilkan dan gambar pada kecamatan tersebut yang nantinya data tersebut akan masuk ke halaman tempat dan tampil pada tabel halaman tersebut.



Gambar 7. Halaman Daerah

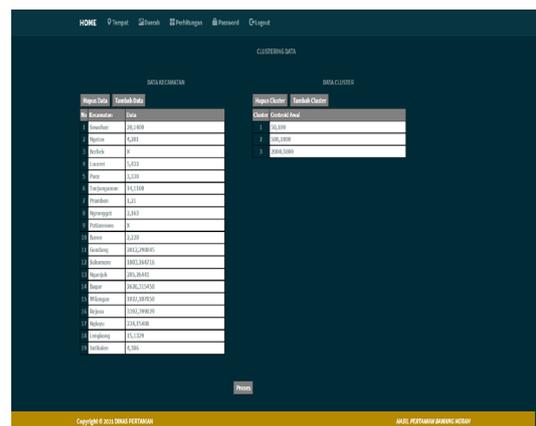
Di halaman daerah kita bisa menambah daerah seperti desa pada kecamatan yang sudah ada pada

halaman tempat sebelumnya dan kita bisa mengedit maupun menghapus data yang diinginkan.



Gambar 8. Halaman Tambah Daerah

Pada halaman ini kita akan menambah daerah desa pada list kecamatan yang sudah ada dan dapat menginputkan hasil panen dan keterangan pada daerah tersebut.



Gambar 9. Perhitungan Data

Halaman perhitungan dapat menghitung data pada kecamatan yang dimasukkan dan mencari masing-masing cluster pada data tersebut.

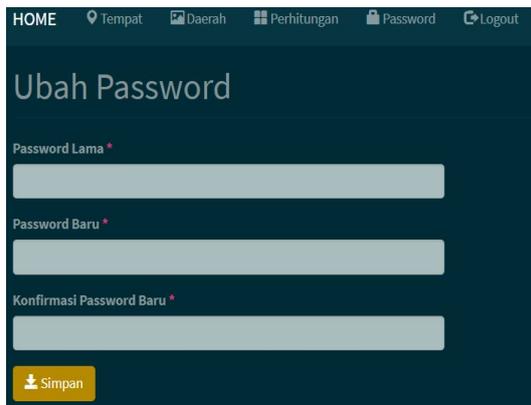
ITERASI 6					
No	Data 1	Data 2	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
1	23	1400	X		
2	4	281	X		
3	X	X			
4	5	433	X		
5	3	330	X		
6	14	1180	X		
7	1	21	X		
8	2	151	X		
9	X	X			
10	2	228	X		
11	2812	290045			X
12	1803	164716		X	
13	285	26441	X		
14	2626	315458			X
15	1127	107950		X	
16	2287	294635			X
17	224	15458	X		
18	15	1329	X		
19	4	381	X		

Cluster 1 -> 41.357142857143 3398.5714285714
 Cluster 2 -> 1415 136283
 Cluster 3 -> 2845 334844

Gambar 10. Hasil Perhitungan

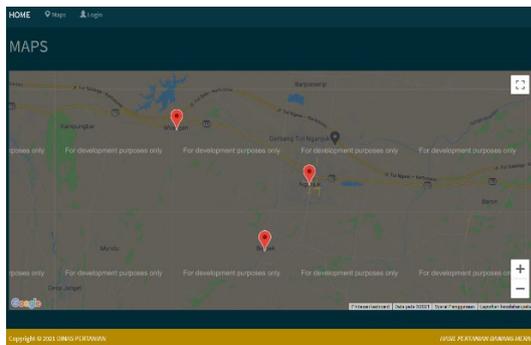
Setelah memasukkan data dan menentukan pusat centroid maka dilakukan pemrosesan

perhitungan cluster dan melakukan iterasi hingga mendapat hasil akhir seperti pada gambar.



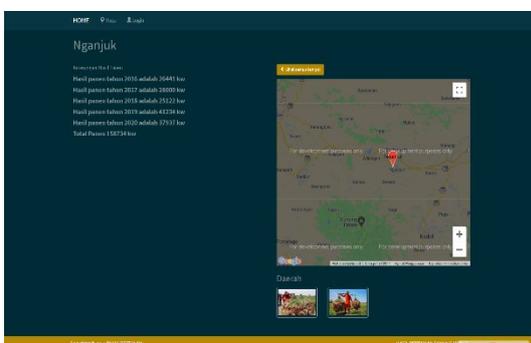
Gambar 11. Ubah Password

Di halaman ini kita bisa mengubah password lama kita dengan password baru yang diinginkan sebagai admin.



Gambar 12. Maps

Setelah logout sebagai admin maka kita bisa menjadi user biasa yang dapat mengakses halaman maps dimana pada marker yang sudah ada dari data yang kita inputkan sebagai admin akan tampil pada halaman ini dan dapat diklik dan memunculkan detail pada halaman baru.



Gambar 13. Halaman Detail

Pada halaman ini kita dapat melihat detail termasuk hasil panen, keterangan dan lokasi pada kecamatan yang sudah diberi marker sebelumnya sebagai admin. Juga memiliki list daerah pada kecamatan tersebut pada tabel daerah sebelumnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembahasan

Pada pembahasan proses perhitungan dengan metode k-means clustering menggunakan data produksi bawang merah di Kabupaten Nganjuk yang telah diolah menjadi dataset pada periode tahun 2016-2020 mempunyai sebanyak 19 kecamatan per tahunnya yang merupakan hasil produksi kecamatan-kecamatan yang ada di Kabupaten Nganjuk, sehingga banyak jumlah data dari tahun 2016 - 2020 yaitu sebanyak 95 kecamatan. Berikut data produksi panen berdasarkan cluster :

Tabel 2. Data Produksi Tahun 2016

No	Kecamatan	Luas Panen	Produksi Tahun	C1	C2	C3	
1	Sawahan	20	1400	2016	1300.346108	624.8199741	4108.576396
2	Ngetos	4	281	2016	186.7539487	873.4855465	5123.7659
3	Bertek	-	-	2016	-	-	-
4	Loceret	5	433	2016	336.0267846	752.671243	4983.724912
5	Pace	3	330	2016	234.7530617	834.2116039	5079.065761
6	Tarjanganon	14	1160	2016	1080.611145	511.6600434	4323.169971
7	Prambon	1	21	2016	92.96235797	1098.836638	5365.299805
8	Ngronggot	2	163	2016	79.20227269	973.9471238	973.9471238
9	Patiarow	-	-	2016	-	-	-
10	Baron	2	228	2016	136.7040599	918.6881952	5173.392311
11	Gondang	2812	290045	2016	209958.155	239054.2464	285046.1566
12	Sukomoro	1803	164716	2016	164625.3336	163721.1851	159716.1215
13	Nganjuk	285	26441	2016	26342.04825	25441.90046	21509.47945
14	Bagor	2626	315458	2016	315368.5208	314465.1867	310458.6311
15	Wilangan	1027	107850	2016	107754.4293	106851.2096	102854.6024
16	Rejoso	3397	399029	2016	398943.0404	398039.5426	394031.4765
17	Ngluyu	224	15408	2016	15308.98886	14410.64329	10558.43928
18	Lengkong	15	1329	2016	1229.498272	586.0597239	4173.303967
19	Jatikhelen	4	386	2016	289.6756807	789.311092	5027.227069

Tabel 3. Data Produksi Tahun 2017

No	Kecamatan	Luas Panen	Produksi Tahun	C1	C2	C3	
1	Sawahan	9	630	2017	531.5834836	614.801594	4802.185024
2	Ngetos	-	-	2017	-	-	-
3	Bertek	-	-	2017	-	-	-
4	Loceret	11	1480	2017	1380.550977	685.2160243	4043.083106
5	Pace	3	360	2017	264.2139285	810.3141366	5051.495719
6	Tarjanganon	22	2122	2017	2022.193958	1219.576976	3492.186707
7	Prambon	6	488	2017	390.4868756	711.4632809	4932.968668
8	Ngronggot	-	-	2017	-	-	-
9	Patiarow	-	-	2017	-	-	-
10	Baron	7	838	2017	739.2516486	518.9344853	4614.573978
11	Gondang	3033	284607	2017	284522.6377	283618.3114	279018.9082
12	Sukomoro	1116	79737	2017	79644.13428	78739.40961	74742.22786
13	Nganjuk	301	28000	2017	27901.12903	27000.73334	23062.66682
14	Bagor	2527	306520	2017	306430.0115	305526.7241	301520.4605
15	Wilangan	996	110272	2017	110176.0614	109273.1257	105276.7876
16	Rejoso	3786	433978	2017	433894.0845	432990.469	428981.7179
17	Ngluyu	275	19027	2017	18928.33733	18028.40409	14132.66974
18	Lengkong	10	715	2017	616.2994402	566.8553007	4724.544952
19	Jatikhelen	19	1262	2017	1162.413438	547.7271218	4230.485197

Tabel 4. Data Produksi Tahun 2018

No	Kecamatan	Luas Panen	Produksi	Tahun	C1	C2	C3
1	Sawahan	13	902	2018	802.8530376	496.7625187	4554.313669
2	Ngetos	5	375	2018	276.6574059	797.2766145	5036.928628
3	Berbek	-	-	2018	-	-	-
4	Loceret	2	125	2018	54.12023651	1006.791438	5208.550939
5	Pace	-	-	2018	-	-	-
6	Tanjunganom	39	4190	2018	4090.014792	3223.138377	2121.702383
7	Prambon	9	685	2018	586.4348921	583.3575233	4752.189401
8	Ngronggot	-	-	2018	-	-	-
9	Patianrowo	-	-	2018	-	-	-
10	Baron	5	425	2018	328.1005943	758.7160207	4991.057002
11	Gondang	3392	342472	2018	342388.3108	341484.2463	337474.8708
12	Sukomoro	1579	179035	2018	178941.5323	178038.2697	174035.5092
13	Nganjuk	216	25122	2018	25022.55663	24123.67178	20200.92919
14	Bagor	3088	351873	2018	351786.1182	350882.5443	346874.7065
15	Wilangan	812	104907	2018	104809.77	103907.4684	99914.06304
16	Rejoso	4054	408640	2018	408556.4078	407652.9509	403644.3616
17	Ngluyu	265	19750	2018	19651.17617	18751.47261	14851.69098
18	Lengkong	33	2703	2018	2603.055512	1765.870324	3024.119376
19	Jatikalen	29	2880	2018	2780.079315	1938.102422	2884.691866

1. Produksi 2016

Tabel 7. Hasil Cluster Tahun 2016

No	Kecamatan	Cluster	Tahun
1	Sawahan	C2	2016
2	Ngetos	C1	2016
3	Berbek	-	2016
4	Loceret	C1	2016
5	Pace	C1	2016
6	Tanjunganom	C2	2016
7	Prambon	C1	2016
8	Ngronggot	C1	2016
9	Patianrowo	-	2016
10	Baron	C1	2016
11	Gondang	C3	2016
12	Sukomoro	C3	2016
13	Nganjuk	C3	2016
14	Bagor	C3	2016
15	Wilangan	C3	2016
16	Rejoso	C3	2016
17	Ngluyu	C3	2016
18	Lengkong	C2	2016
19	Jatikalen	C1	2016

2. Produksi 2017

Tabel 5. Data Produksi Tahun 2019

No	Kecamatan	Luas Panen	Produksi	Tahun	C1	C2	C3
1	Sawahan	4	355	2019	259.1158042	813.6590195	5055.683919
2	Ngetos	1	90	2019	50.008999	1037.834765	5301.330116
3	Berbek	5	620	2019	521.9434835	624.0392616	4812.943486
4	Loceret	31	3860	2019	3760.048005	2898.199614	2275.205705
5	Pace	9	880	2019	781.0768208	505.4512835	4575.858499
6	Tanjunganom	11	1450	2019	1350.563216	664.5457095	4069.228551
7	Prambon	14	1460	2019	1360.476387	669.1756122	4059.038802
8	Ngronggot	-	-	2019	-	-	-
9	Patianrowo	2	100	2019	48	1028.593214	5291.691979
10	Baron	3	300	2019	205.4482903	858.492283	5106.663196
11	Gondang	2693	310934	2019	310645.2264	309941.7584	305934.7849
12	Sukomoro	1703	205295	2019	205201.658	204298.5419	200295.2202
13	Nganjuk	359	41234	2019	41135.16059	40234.24707	36271.14055
14	Bagor	3217	347585	2019	347499.4318	346595.6496	342587.1616
15	Wilangan	780	114350	2019	114252.3321	113350.3458	109156.8055
16	Rejoso	4730	570930	2019	570849.1044	569945.6972	565936.5046
17	Ngluyu	265	20895	2019	20796.11142	18986.38786	15989.41056
18	Lengkong	19	2541	2019	2441.198838	1614.324007	3157.695679
19	Jatikalen	15	1620	2019	1520.402907	787.1626261	3919.77359

Tabel 8. Hasil Cluster Tahun 2017

No	Kecamatan	Cluster	Tahun
1	Sawahan	C1	2017
2	Ngetos	-	2017
3	Berbek	-	2017
4	Loceret	C2	2017
5	Pace	C1	2017
6	Tanjunganom	C2	2017
7	Prambon	C1	2017
8	Ngronggot	-	2017
9	Patianrowo	-	2017
10	Baron	C2	2017
11	Gondang	C3	2017
12	Sukomoro	C3	2017
13	Nganjuk	C3	2017
14	Bagor	C3	2017
15	Wilangan	C3	2017
16	Rejoso	C3	2017
17	Ngluyu	C3	2017
18	Lengkong	C2	2017
19	Jatikalen	C2	2017

3. Produksi 2018

Tabel 6. Data Produksi Tahun 2020

No	Kecamatan	Luas Panen	Produksi	Tahun	C1	C2	C3
1	Sawahan	5	575	2020	477.1268175	652.4185773	4853.931396
2	Ngetos	-	-	2020	-	-	-
3	Berbek	3	200	2020	110.4943437	941.8115523	5198.846891
4	Loceret	38	3482	2020	3382.021289	2524.63225	2480.678939
5	Pace	6	555	2020	457.1225219	664.8768803	4871.761591
6	Tanjunganom	13	1730	2020	1630.419885	877.5357543	3826.364985
7	Prambon	13	1288	2020	1188.576039	565.785295	4210.357823
8	Ngronggot	5	770	2020	671.5094936	545.8250636	4676.849901
9	Patianrowo	-	-	2020	-	-	-
10	Baron	3	370	2020	274.0602124	802.4394058	5042.311871
11	Gondang	2975	310415	2020	310328.7851	309424.8986	305416.5563
12	Sukomoro	1410	163370	2020	163275.6641	162372.55	158371.099
13	Nganjuk	364	37937	2020	37838.30288	36937.25037	32977.60551
14	Bagor	3049	334914	2020	334827.4311	333923.729	329915.6677
15	Wilangan	805	116325	2020	116227.4522	115325.4033	111331.4136
16	Rejoso	5318	720423	2020	720342.2632	719439.133	715430.6941
17	Ngluyu	469	35320	2020	35222.49226	34320.014	30358.6291
18	Lengkong	17	1694	2020	1594.341557	845.5323767	3855.11673
19	Jatikalen	12	1240	2020	1140.633158	543.8235908	4253.203969

Tabel 9. Hasil Cluster Tahun 2018

No	Kecamatan	Cluster	Tahun
1	Sawahan	C2	2018
2	Ngetos	C1	2018
3	Berbek	-	2018
4	Loceret	C1	2018
5	Pace	-	2018
6	Tanjunganom	C3	2018
7	Prambon	C2	2018
8	Ngronggot	-	2018
9	Patianrowo	-	2018
10	Baron	C1	2018
11	Gondang	C3	2018
12	Sukomoro	C3	2018
13	Nganjuk	C3	2018
14	Bagor	C3	2018
15	Wilangan	C3	2018
16	Rejoso	C3	2018
17	Ngluyu	C3	2018
18	Lengkong	C2	2018
19	Jatikalen	C2	2018

4.2. Hasil Produksi

Hasil perhitungan menggunakan data produksi bawang merah di Kabupaten Nganjuk tahun 2016 - 2020 menghasilkan :

4. Produksi 2019

Tabel 10. Hasil Cluster Tahun 2019

No	Kecamatan	Cluster	Tahun
1	Sawahan	C1	2019
2	Ngetos	C1	2019
3	Berbek	C1	2019
4	Loceret	C3	2019
5	Pace	C2	2019
6	Tanjunganom	C2	2019
7	Prambon	C2	2019
8	Ngronggot	-	2019
9	Patianrowo	C1	2019
10	Baron	C1	2019
11	Gondang	C3	2019
12	Sukomoro	C3	2019
13	Nganjuk	C3	2019
14	Bagor	C3	2019
15	Wilangan	C3	2019
16	Rejoso	C3	2019
17	Ngluyu	C3	2019
18	Lengkong	C2	2019
19	Jatikalen	C2	2019

5. Produksi 2020

Tabel 11. Hasil Cluster Tahun 2020

No	Kecamatan	Cluster	Tahun
1	Sawahan	C1	2020
2	Ngetos	-	2020
3	Berbek	C1	2020
4	Loceret	C3	2020
5	Pace	C1	2020
6	Tanjunganom	C2	2020
7	Prambon	C2	2020
8	Ngronggot	C2	2020
9	Patianrowo	-	2020
10	Baron	C1	2020
11	Gondang	C3	2020
12	Sukomoro	C3	2020
13	Nganjuk	C3	2020
14	Bagor	C3	2020
15	Wilangan	C3	2020
16	Rejoso	C3	2020
17	Ngluyu	C3	2020
18	Lengkong	C2	2020
19	Jatikalen	C2	2020

Tabel 7,8,9,10 dan 11 merupakan tabel hasil cluster produksi bawang merah di kecamatan yang ada di Kabupaten Nganjuk dari tahun 2016-2020.

Keterangan :

C1 : kecamatan dengan produksi bawang merah sedikit.

C2 : kecamatan dengan produksi bawang merah sedang.

C3 : kecamatan dengan produksi bawang merah banyak.

Dengan total banyak masing-masing cluster :

C1 = 22, C2 = 22, dan C3 = 38

Dimana hasil yang paling banyak yaitu C3 dikatakan produksi bawang merah banyak.

4.3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini dilakukan guna mengetahui apakah sistem sudah berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan, pengujian yang dilakukan adalah pengujian fungsionalitas website lalu pengguna mengisi kuesioner sesuai hasil yang didapatkan dari pengujian, dilakukan oleh 9 user dan kuesioner berisi 6 pertanyaan tentang website yang dibuat.

Tabel 12. Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem Pada Weebbsite

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Pada menu maps pilih kecamatan lalu menuju detail dan menampilkan data serta lokasi daerah tersebut.	Klik menu map dan detail untuk data lengkap	Menampilkan lokasi setiap kecamatan pada maps dan melihat detail pada masing-masing kecamatan.	Sesuai harapan	Berhasil
2	Menjalankan website pada platform pc	Membuka website menggunakan pc	Website dapat dijalankan pada platform PC	Sesuai harapan	Berhasil
3	Pada detail menampilkan data panen bawang merah serta letak lokasi pada kecamatan yang dipilih.	Klik mark pada maps lalu pilih detail pada kecamatan yang dipilih	Melihat detail pada masing-masing kecamatan.	Sesuai harapan	Berhasil
4	Membuka semua lokasi pada maps yang memiliki tanda (mark).	Klik menu maps lalu pilih semua mark yang ada pada maps.	Menampilkan lokasi setiap kecamatan pada maps.	Sesuai harapan	Berhasil
5	Menjalankan website pada platform mobile.	Membuka website menggunakan mobile (HP).	Dapat menjalankan website pada platform mobile.	Sesuai harapan	Berhasil
6	Menampilkan daerah (desa) pada detail kecamatan yang dipilih.	Pada halaman detail kecamatan pilih gambar desa yang terdapat di bawah lokasi atau maps kecamatan.	Dapat menampilkan setiap desa pada kecamatan yang dipilih.	Sesuai harapan	Berhasil
7	Memperbesar dan memperkecil maps untuk melihat lebih jelas lokasi kecamatan.	Gunakan scroll up and down untuk memperbesar dan memperkecil maps.	Maps dapat diperbesar dan diperkecil.	Sesuai harapan	Berhasil
8	Mencoba login dengan back page setelah admin logout.	Setelah admin logout user mencoba klik back page untuk kembali menjadi akun admin.	Kembali ke halaman home karena gagal menggunakan login ilegal.	Sesuai harapan	Berhasil

4.4. Pengujian User

Pengujian user diperlukan untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna terhadap pengalaman pengguna dan tampilan antarmuka aplikasi.

Tabel 13. Tabel Pengujian Pengguna

NO	Pertanyaan	9 Pengguna			
		SS	S	KS	TS
1	Website SIG panen bawang merah memiliki tampilan yang menarik.	2	7		
2	Website SIG panen bawang merah dapat diakses melalui platform PC dan mobile.	9			
3	Fitur MAPS pada website dapat dijalankan dengan lancar.	9			
4	Website memudahkan pengguna mengetahui daerah penghasil panen bawang merah.	9			
5	Pengguna tertarik untuk mengunjungi lagi website SIG panen bawang merah.	6	3		
6	Website tidak memiliki suatu kendala tertentu.	9			
Total		44	10		

Keterangan :

SS = Sangat Setuju

S = Setuju

KS = Kurang Setuju

TS = Tidak Setuju

Berdasarkan hasil pengujian user diketahui bahwa mayoritas user menilai aplikasi sudah baik. Dengan demikian aplikasi yang dikembangkan telah sesuai dengan harapan user.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat penulis sampaikan setelah penelitian ini antara lain yaitu:

1. Dari permasalahan diatas tentang data produksi tanaman bawang merah di Kabupaten Nganjuk dapat diselesaikan dengan metode algoritma k-means menggunakan aturan clustering untuk mengelompokkan daerah potensial tanaman bawang merah di Kabupaten Nganjuk.
2. Pada proses perhitungan dengan metode k-means clustering menggunakan data produksi bawang merah di Kabupaten Nganjuk yang telah diolah menjadi dataset pada periode tahun 2016 sampai 2020 mempunyai sebanyak 19 data kecamatan per tahunnya, sehingga banyak jumlah data dari tahun 2016 - 2020 yaitu sebanyak 95 kecamatan tetapi masih ada beberapa kecamatan yang tidak menghasilkan panen bawang merah sama sekali pada tahun tertentu.
3. Website GIS yang penulis rancang dapat memudahkan penyelesaian tugas pengelompokkan dengan menggunakan

algoritma K-Means. Hasil analisis kelayakan website yang telah dijelaskan diatas maka dapat disimpulkan bahwa website layak untuk diimplementasikan pada Dinas Pertanian di Kabupaten Nganjuk.

5.2. Saran

1. Untuk memaksimalkan proses clustering, data yang digunakan lebih banyak agar mendapatkan hasil clustering yang lebih maksimal.
2. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan pada jenis data yang serupa dengan metode yang lebih baik seperti menggunakan algoritma FUZZY C-MEANS.
3. Hasil perhitungan clustering yang diperoleh dapat lebih ditingkatkan dan dikembangkan lagi menjadi basis pengetahuan untuk sistem pendukung keputusan maupun sistem rekomendasi daerah yang cocok untuk ditanami bawang merah oleh dinas pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Heribertus Giyanto, "Penerapan algoritma Clustering K-Means, K-Medoid, Gath Geva," 2008.
- [2] Henri Harianja, "Visualisasi K-Means Clustering Pada Data Potensi Pertanian Desa di Bogor Menggunakan Mapserver," 2008.
- [3] Siswanto. 2012. Sistem Informasi Objek Pariwisata Menggunakan Google Maps API Studi Kasus Kabupaten Mojokerto. Surabaya. Jurusan Teknik Informatika. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Institute Teknologi Sepuluh Nopember.
- [4] Effendy, I. (2017). SISTEM INFORMASI PEMETAAN DAERAH PERTANIAN (STUDI KASUS : KOTA LUBUKLINGGAU). Jurnal Informanika, 3(1), 81-91.
- [5] Susanto, A., Kharis, A., Khotimah, T. (2016). SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN LAHAN PERTANIAN DAN KOMODITI HASIL PANEN KABUPATEN KUDUS. JURNAL INFORMATIKA, 10(2), 1233-1243.
- [6] Soelistio, A. T., Wibowo, T. A., Permana, A. G. (2015). APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) UNTUK PENGELOLAAN PADI DI PULAU JAWA BERBASIS WEB. e-Proceeding of Applied Science, 1(1), 720-731