

Penerapan Algoritma K-Means Untuk Pemetaan Penerimaan Pupuk Anorganik Bersubsidi di Kecamatan Donomulyo

Application of K-Means for Mapping Subsidized Fertilizer Distribution in Donomulyo

Gana Novitasari*¹, Mira Orisa², Karina Auliasari³

^{1,2}Institut Teknologi Nasional Malang; Jln. Raya Karanglo Kampus.2 Malang, Jawa Timur,
65145, Indonesia, telp. +62-341-417636, fax. +62-341-417634

³Program Studi Teknik Informatika, Malang

e-mail: *gananovitakanesa@gmail.com, ² mira.orisa@lecturer.itn.ac.id, ³
karina.auliasari@lecturer.itn.ac.id

Abstrak

Pertanian memiliki peran penting dalam menjaga ketahanan pangan di Indonesia. Kecamatan Donomulyo merupakan salah satu wilayah dengan aktivitas pertanian yang tinggi dan kebutuhan pupuk yang besar pada setiap musim tanam. Namun, distribusi pupuk di wilayah ini masih menghadapi kendala seperti ketidaktepatan data penerimaan dan pencatatan manual yang menyulitkan proses analisis. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan tingkat penerimaan pupuk anorganik bersubsidi menggunakan algoritma K-Means untuk melihat pola distribusi pada 10 desa di Kecamatan Donomulyo. Hasil pengelompokan menunjukkan bahwa algoritma K-Means membentuk tiga cluster penerimaan, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Pada komoditas padi, tahun 2025 menghasilkan 3 desa cluster tinggi, 5 desa cluster rendah, dan 2 desa cluster sedang. Komoditas jagung menghasilkan 2 desa cluster tinggi, 6 desa cluster sedang, dan 2 desa cluster rendah, sedangkan komoditas tebu menghasilkan 5 desa cluster tinggi, 2 desa cluster sedang, dan 3 desa cluster rendah. Hasil ini kemudian divisualisasikan melalui Sistem Informasi Geografis berbasis web untuk memudahkan pemantauan distribusi secara spasial. Melalui sistem ini, BPP Donomulyo dapat lebih mudah melakukan evaluasi, meningkatkan akurasi pencatatan, serta merencanakan distribusi pupuk bersubsidi agar lebih tepat sasaran.

Kata kunci— K-Means Clustering, Pupuk bersubsidi, Sistem Informasi Geografis, Donomulyo

Abstract

Agriculture plays an important role in maintaining food security in Indonesia. Donomulyo Subdistrict is one of the areas with high agricultural activity and a large demand for fertilizer during each planting season. However, fertilizer distribution in this area still faces obstacles such as inaccurate receipt data and manual recording, which complicates the analysis process. This study aims to group the level of subsidized inorganic fertilizer receipt using the K-Means algorithm to see the distribution patterns in 10 villages in Donomulyo District. The grouping results show that the K-Means algorithm forms three clusters of receipt, namely low, medium, and high. For rice, K-Means produced 2 villages in the high cluster, 5 villages in the low cluster, and 3 villages in the medium cluster. Corn produced 1 village in the high cluster, 7

villages in the medium cluster, and 2 villages in the low cluster, while sugarcane produced 3 villages in the high cluster, 4 villages in the medium cluster, and 3 villages in the low cluster. These results were then visualized through a web-based Geographic Information System to facilitate spatial distribution monitoring. Through the implementation of this system, it is hoped that BPP Donomulyo can more easily conduct evaluations, improve recording accuracy, and plan the distribution of subsidized fertilizer to be more targeted.

Keywords— *K-Means Clustering. Subsidized fertilizer, Geographic Information System, Donomulyo.*

1. PENDAHULUAN

Sebagai penyedia utama kebutuhan pangan, pertanian menjadi salah satu sektor yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan manusia. Seiring perkembangan zaman, sektor ini juga perlu ikut beradaptasi dengan kemajuan teknologi informasi agar bisa lebih efisien dan modern. Selain sebagai penyedia bahan pangan, pertanian juga berperan besar dalam menjaga ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat Indonesia.[1]

Kecamatan Donomulyo dikenal Sebagai wilayah yang berperan penting dalam sektor pertanian di Provinsi Jawa Timur yang memiliki kebutuhan pupuk anorganik cukup tinggi. Namun, dalam praktiknya, distribusi pupuk bersubsidi di wilayah ini masih sering mengalami kendala. Sebagai contoh, penelitian di Desa Wajak menunjukkan bahwa indikator waktu dalam distribusi pupuk dinyatakan tidak efektif, meskipun indikator jumlah dan tempat relatif lebih baik.

Selain itu, karena pencatatan penerimaan pupuk masih dilakukan secara manual, proses analisisnya menjadi kurang efisien, baik untuk mengetahui pola distribusi maupun untuk perencanaan penyaluran selanjutnya. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan ketidakefisienan dalam penggunaan pupuk dan menghambat tercapainya produktivitas pertanian yang optimal.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, algoritma K-Means Clustering dipilih sebagai metode analisis karena mampu mengelompokkan data penerimaan pupuk berdasarkan kesamaan karakteristik, seperti kelompok petani dengan penerimaan rendah, sedang, dan tinggi. Hasil pengelompokan tersebut memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai pola distribusi pupuk di Kecamatan Donomulyo. Selanjutnya, hasil analisis ini diterapkan pada sistem berbasis web dan divisualisasikan dalam bentuk peta interaktif menggunakan library Leaflet.js. Peta ini bersifat informatif sekaligus interaktif, di mana pengguna dapat dengan mudah memperbesar, memperkecil, serta menelusuri area peta untuk melihat persebaran pupuk secara lebih detail. [2] Leaflet adalah pustaka javascript yang dirancang untuk membuat peta interaktif untuk situs web. Penggunaan Leaflet JS dalam pengembangan aplikasi ini merupakan bagian integral dari Sistem Informasi Geografis (SIG), yang memanfaatkan teknologi untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menampilkan data geografis SIG memungkinkan integrasi berbagai jenis data dan visualisasi dalam bentuk peta interaktif, yang sangat penting untuk manajemen dan mitigasi bencana [3] Penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) terbukti efektif dalam mendukung kegiatan pengelolaan investasi, terutama pada sektor penanaman modal di berbagai daerah di Indonesia. Teknologi ini membantu meningkatkan efisiensi pengelolaan data melalui proses pengolahan yang lebih cepat, akurat, dan terintegrasi[4] Penerapan ini berupa website yang dapat diakses oleh BPP donomulyo, Website adalah suatu aplikasi yang diakses menggunakan web browser melalui suatu jaringan seperti internet atau intranet[5].

Selain dimanfaatkan dalam pemetaan, proses analisis data juga memiliki peran penting dan memerlukan metode yang tepat. Salah satu pendekatan yang sering digunakan dalam pengolahan data adalah *data mining*[6]. Pendekatan ini berfokus pada proses menggali dan menganalisis data untuk menemukan pola tersembunyi, hubungan antardata, serta informasi penting yang dapat memberikan wawasan baru. Dengan memanfaatkan berbagai algoritma dan teknik analisis, *data mining* membantu dalam mengidentifikasi tren, melakukan pengelompokan,

hingga memberikan prediksi yang mendukung proses pengambilan keputusan.

Tahapan dalam data mining umumnya meliputi data preprocessing, pemodelan, evaluasi, dan interpretasi hasil. Teknologi ini banyak dimanfaatkan di berbagai sektor, seperti bisnis, kesehatan, keuangan, dan ilmu pengetahuan, untuk menggali serta memanfaatkan informasi penting dari data yang tersedia. Seiring dengan perkembangan teknologi dan kemampuan analitik, peran data mining semakin penting dalam mendorong inovasi dan kemajuan di berbagai sektor. Salah satu teknik yang banyak digunakan dalam data mining adalah clustering [7].

Machine learning adalah bagian dari kecerdasan buatan yang fokus pada pengembangan teknik di mana komputer dapat belajar dari data dan pengalaman tanpa perlu diprogram secara eksplisit[8]. Dengan demikian, penerapan pembelajaran mesin berfokus pada pengembangan sistem yang mampu belajar secara mandiri dalam mengambil keputusan tanpa perlu pemrograman ulang. Selain itu system diharakan memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan dinamika dan perubahan yang terjadi sekitarnya. Dalam prosesnya, pembelajaran mesin memanfaatkan kumpulan data dalam jumlah besar (*big data*) sebagai masukan untuk melatih model agar mampu mengenali pola dan membuat prediksi secara lebih akurat.[9].

Clustering adalah metode untuk mengelompokkan data berdasarkan kesamaan karakteristik yang dimilikinya. Metode ini memisahkan data dalam beberapa kelompok berdasarkan kemiripan sehingga data dalam satu kelompok lebih mirip satu sama lain dibandingkan dengan kelompok lainnya. Konsep ini sederhana dan sejalan dengan cara berpikir manusia, terutama saat menghadapi data besar yang perlu diringkas ke dalam kategori untuk memudahkan analisis. Selain itu, banyak data memiliki sifat alami yang cenderung membentuk kelompok tertentu [10] Selain metode k-means terdapat metode yang disarankan untuk peneliti selanjutnya yaitu *DBSCAN* adalah algoritma yang dilandaskan pada kepadatan (*density*) data. *DBSCAN* merupakan contoh pelopor dalam pengembangan teknik *clustering* berbasis kepadatan atau *clustering* berbasis kepadatan [11]. *DBSCAN* tidak perlu mengetahui jumlah kelompok dalam data seperti pada K-Means. Hal ini memberikan keuntungan karena umumnya bentuk dan jumlah kelompok yang sebaiknya diberikan pada data berdimensi tinggi tidak dapat diketahui dengan cara analisis visual data, *DBSCAN* juga dapat mengenali noise dengan baik [12]

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode algoritma K-Means Clustering sebagai pendekatan untuk mengelompokkan data penerimaan pupuk anorganik bersubsidi pada petani di Kecamatan Donomulyo. K-Means clustering sendiri yaitu metode pengelompokkan data ke dalam cluster berdasarkan variabel, dengan tujuan utama untuk meminimalkan jarak antara titik data dan cluster terkait[13] Hasil dari proses pengelempokkan tersebut divisualisasikan dalam bentuk Sistem Informasi Geografis (SIG) Berbasis website agar memudahkan dalam proses pemantauan distribusi pupuk oleh Balai Penyuluhan Petani (BPP) Donomulyo secara spacial. Kemudian, data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data aktual yang diperoleh dari BPP donomulyo melalui Dinas Pertanian Kecamatan Donomulyo. Data yang digunakan mencakup informasi mengenai Nama Desa, Komoditas, Luas lahan, Pupuk Npk, Za, dan Urea yang diterima oleh masing - masing desa.

2.1. Algoritma K-Means

Algoritma K-Means termasuk salah satu metode klasterisasi yang paling umum digunakan dalam analisis data. Tujuan dari teknik ini adalah mengelompokkan sejumlah data ke dalam beberapa kelompok (cluster) berdasarkan tingkat kesamaan karakteristik antar data [14]. Cara kerja algoritma ini didasarkan pada konsep jarak antar titik data, di mana data yang berada dalam satu cluster memiliki kemiripan yang tinggi, sedangkan data pada cluster yang berbeda menunjukkan perbedaan yang jelas [15]. Secara garis besar, proses klasterisasi dengan metode K-Means dilakukan melalui beberapa tahap berikut:

1. Menentukan jumlah cluster (k) sesuai dengan kebutuhan analisis.
2. Memilih titik pusat awal(centroid) secara acak sebanyak k buah.
3. Tahap selanjutnya adalah menghitung jarak antara setiap data dengan masing-masing titik pusat (centroid) menggunakan rumus *Euclidean Distance* sebagai berikut:

$$D(i,j) = \sqrt{(x1i - x1j)^2 + (x2i - x2j)^2 + \dots + (xki - xkj)^2} \quad (1)$$

di mana:

$D(i,j)$ = Jarak antara data ke I dengan ke pusat cluter ke- j

xki = Nilai atribut ke- k pada data ke- i

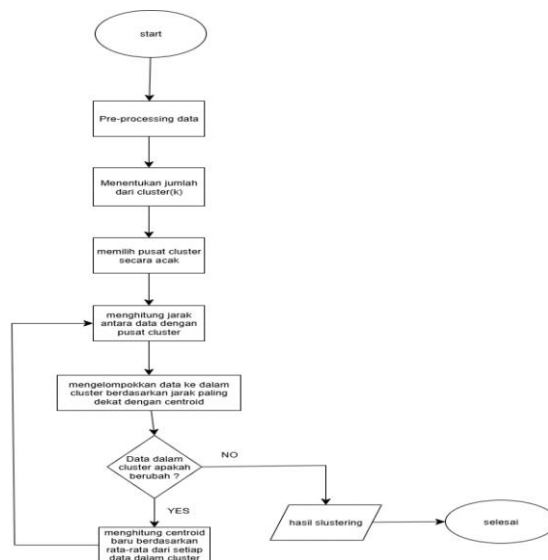
xkj = Nilai atribut ke- k pada pusat cluster ke- j

4. Data kemudian dikelompokka ke dalam cluster yang memiliki jarak paling dekat dengan centroid masing-masing.
5. Setelah proses pengelompokkan selesai, posisi centroid diperbarui dengan menghitung nilai rata-rata dari Seluruh data yang termasuk dalam setiap cluster.
6. Mengulangi langkah ke-3 hingga ke-5 sampai nilai centroid tidak lagi berubah (konvergen) atau hingga jumlah iterasi maksimum tercapai.
7. Mendapatkan hasil akhir berupa pembagian data ke dalam k cluster yang siap untuk dianalisis maupun divisualisasikan

2.2. Flowchart Algoritma K-Means

Berdasarkan Gambar 1, alur penelitian diawali dengan tahap pengumpulan data yang mencakup data petani, data penerimaan pupuk, serta data terkait lahan pertanian. Data yang terkumpul masih mentah sehingga perlu dilakukan preprocessing. Pada tahap preprocessing, data dibersihkan dari duplikasi, kesalahan input, atau data yang tidak relevan. Selanjutnya dilakukan transformasi data, misalnya mengubah data kategorikal menjadi numerik dan melakukan normalisasi agar semua atribut berada pada skala yang seragam. Setelah melalui tahap tersebut, data kemudian siap diproses menggunakan Algoritma K-means. Pada tahap ini, sistem akan menentukan jumlah cluster terlebih dahulu ditentukan sesuai kebutuhan analisis. Selanjutnya, algoritma melakukan perhitungan jarak antara setiap data dan centroid awal, lalu menempatkan data tersebut ke dalam cluster yang paling dekat. Proses perhitungan centroid dilakukan secara iteratif hingga cluster stabil. Hasil clustering berupa pengelompokan petani berdasarkan kesamaan pola penerimaan pupuk dan kondisi lahan. Hasil ini kemudian dipetakan ke dalam WebGIS sehingga setiap kelompok petani dan lahan dapat divisualisasikan secara geografis.

Tahap akhir adalah interpretasi hasil, yaitu menganalisis pola distribusi pupuk berdasarkan kelompok yang terbentuk, serta memberikan rekomendasi yang dapat mendukung proses pengambilan keputusan dalam penyaluran pupuk anorganik secara lebih tepat sasaran.



Gambar 1 Flowchart metode k-means

Penerapan Algoritma K-Means Untuk Pemetaan Penerimaan Pupuk Anorganik Bersubsidi di Kecamatan Donomulyo

2.3. Perhitungan metode K-Means

Data penelitian ini diambil dari Badan penyuluhan pangan kecamatan Donomulyo. Data yang digunakan dimulai dari tahun 2022-2025 dengan 10 kecamatan setiap 1 komoditas sehingga total data 120 data. Masing-masing data akan dikelompokkan berdasarkan komoditasnya yaitu padi, jagung dan tebu.

Tabel 1 Data pupuk padi 2025

no	Desa	Luas lahan	Pupuk Urea	Pupuk NPK	Pupuk Organik
1	Banjarejo	587.253	161638	147087	58746
2	Donomulyo	409.311	1210	102617	40939
3	Kedungsalam	434.921	119958	109179	43605
4	Mentaraman	647.758	178232	162175	64833
5	Purwodadi	326.368	89633	82165	31799
6	Purworejo	363.656	100061	91082	36405
7	Sumberoto	378.762	104237	94918	37923
8	Tempursari	345.198	199138	181328	72390
9	Tlogosari	100.656	27700	25240	10069
10	tulungrejo	564.456	155281	141250	56460

Adapun langkah yang diterapkan dalam melakukan proses clusreing menggunakan metode K-Means :

- Menentukan jumlah cluster (k)
Data akan dikelompokkan menjadi 3 cluster yaitu C1 untuk penerima rendah, C2 untuk penerima sedang dan C3 untuk penerima tinggi.
- Memilih centroid awal
Dari ketiga komoditas perhitungan ini Menggunakan komoditas padi tahun 2025 untuk perhitungan komoditas lainnya sama. Disini menggunakan data ke-1, data ke-5 dan data ke-10.

cluster	Luas lahan(ha)	Pupuk Urea(kg)	Pupuk npk(kg)	Pupuk organik(kg)
C1	587.253	161638	147087	58746
C2	326.368	89633	82165	31799
C3	564.456	155281	141250	56460

- Menghitung jarak setiap data ke masing-masing centroid menggunakan rumus Euclidean Distance:

- Berikut perhitungan Euclidean distance cluster 1.

$$D(1,1) = \sqrt{(587.253 - 587.253)^2 + (161638 - 161638)^2 + (147087 - 147087)^2 + (58746 - 58746)^2} = 0$$

$$D(10,1) = \sqrt{(564.456 - 587.253)^2 + (155281 - 161638)^2 + (155281 - 147087)^2 + (56460 - 58746)^2} = 8927.952$$

- Berikut perhitungan Euclidean distance cluster 2.

$$D(1,2) = \sqrt{(587.253 - 326.368)^2 + (161638 - 89633)^2 + (147087 - 82165)^2 + (58746 - 31799)^2} = 100627$$

$$D(10,2) = \sqrt{(564.456 - 326.368)^2 + (155281 - 89633)^2 + (155281 - 82165)^2 + (56460 - 31799)^2} = 91700,16$$

- Berikut perhitungan Euclidean distance cluster 3.

$$D(1,2) = \sqrt{(587.253 - 564.456)^2 + (161638 - 155281)^2 + (147087 - 141250)^2 + (58746 - 56460)^2} = 8927.952$$

$$D(10,2) = \sqrt{(564.456 - 564.456)^2 + (155281 - 155281)^2 + (141250 - 141250)^2 + (56460 - 56460)^2} = 0$$

Tabel 2 Hasil perhitungan eucliden distance

No	Jarak ke C1	Jarak ke C2	Jarak ke C3
1	0	100627	8927.952
2	167427.1	91216.54	159597.3
3	58339.63	42293.68	49411.85
4	23239.27	123865.8	32167.03
5	100627	0	91700.16
6	86182.7	14473.17	77254.9
7	80312.64	20332.78	71384.87
8	52582.44	153206.6	61510.13
9	187498.7	86881.51	178570.9
10	8927.952	91700.16	0

4. Mengelompokkan data ke dalam cluster berdasarkan jarak terdekat ke centroid.

Tabel 3 Hasil mengelompokkan data

No	Jarak ke C1	Jarak ke C2	Jarak ke C3	Cluster
1	0	100627	8927.952	C1
2	167427.1	91216.54	159597.3	C2
3	58339.63	42293.68	49411.85	C2
4	23239.27	123865.8	32167.03	C1
5	100627	0	91700.16	C2
6	86182.7	14473.17	77254.9	C2
7	80312.64	20332.78	71384.87	C2
8	52582.44	153206.6	61510.13	C1
9	187498.7	86881.51	178570.9	C2
10	8927.952	91700.16	0	C3

5. Menghitung ulang posisi centroid baru dengan mengambil rata-rata dari data dalam setiap cluster.

Tabel 4 Centroid baru

Cluster	Luas lahan(ha)	Pupuk urea	Pupuk npk	Pupuk organik
C1	526.7363	179669.3	163530	65323
C2	335.6123	73799.83	84200.17	33456.67
C3	564.456	155281	141250	56460

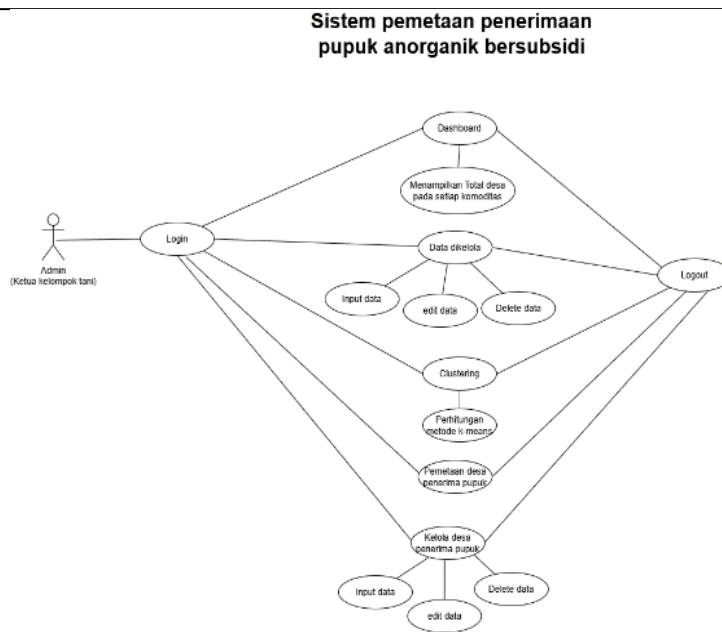
6. Mengulangi langkah 3 sampai 5 hingga centroid tidak lagi berubah (konvergen) atau jumlah iterasi maksimum tercapai.

2.4. Use case admin

Use case diatas adalah sistem pemetaan penerimaan pupuk anorganik yang saya buat, yang pertama aktor utama dalam sistem ini adalah admin yaitu ketua kelompok petani yang memiliki akses penuh terhadap seluruh fitur aplikasi. Admin dapat melakukan proses login yang dilengkapi dengan validasi user serta penanganan jika terjadi kendala atau kesalahan. Setelah berhasil login admin dapat masuk ke dashboard untuk melihat informasi total penerimaan pupuk dan jumlah user. Admin juga dapat mengelola data penerimaan pupuk dengan melakukan input, edit, hapus serta mencetak data.

Selanjutnya rancangan system ini menyertakan fitur clustering untuk mengaplikasikan Algoritma k-means, tujuannya mengelompokkan data distribusi pupuk. Sehingga fitur pemetaan ditampilkan secara visual dan geografis

Penerapan Algoritma K-Means Untuk Pemetaan Penerimaan Pupuk Anorganik Bersubsidi di Kecamatan Donomulyo

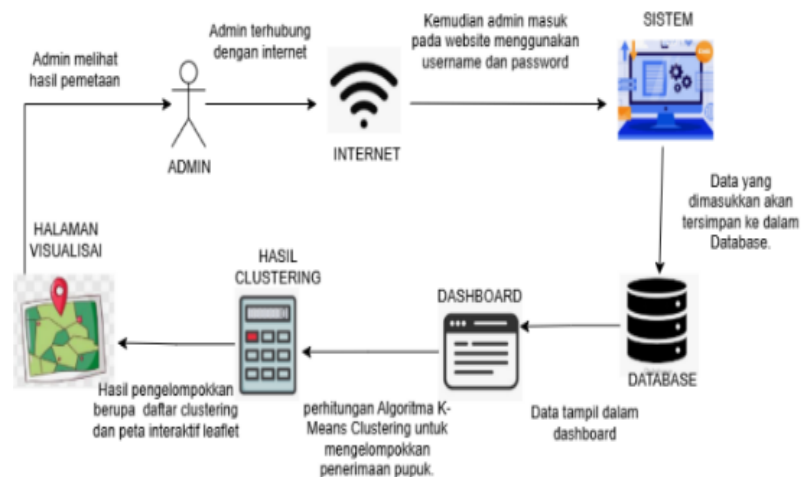


Gambar 2 Use case

2.5. Blok system

Alur blog sistem ini dimulai dari admin yang login ke website melalui internet dengan username dan password, lalu memasukkan data petani yang otomatis tersimpan ke dalam database. Data yang sudah tersimpan akan muncul di dashboard untuk memudahkan pengelolaan, kemudian sistem melakukan perhitungan menggunakan algoritma K-Means Clustering untuk mengelompokkan penerimaan pupuk sesuai kesamaan karakteristik.

Hasil clustering tersebut akhirnya ditampilkan di halaman visualisasi berupa daftar pengelompokan dan peta interaktif Leaflet, sehingga admin bisa langsung melihat gambaran distribusi pupuk dengan lebih jelas dan praktis.

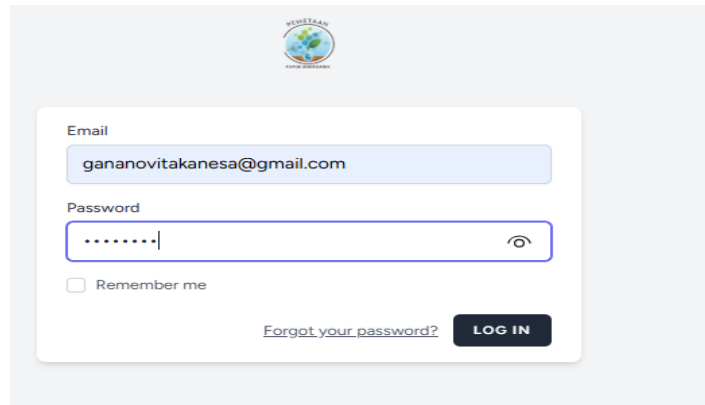


Gambar 3 Blok system

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Halaman login admin

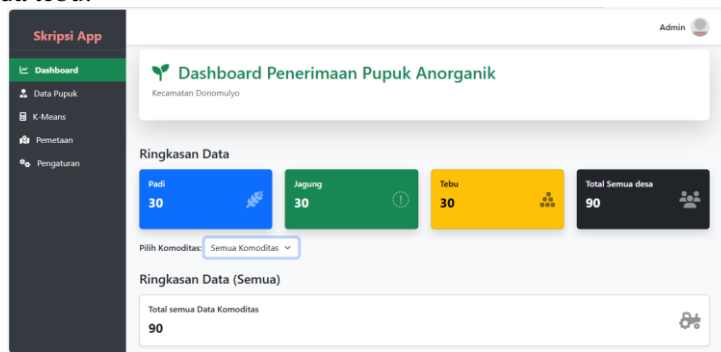
Gambar 4 adalah halaman login/masuk memiliki dua kolom isian utama yaitu untuk memasukkan email sebagai username dan kolom untuk Password disamarkan karena password bersifat rahasia. Terdapat opsi checkbox “Remember me” untuk menyimpan kredensial, tautan “Forgot your password?” bagi admin yang lupa dengan kata sandi dalam system.



Gambar 4 Halaman masuk

3.2 Halaman Dashboard

Tampilan ini merupakan tampilan utama atau Dashboard dari sebuah aplikasi web yang berjudul "Skripsi App," yang berfokus pada "Dashboard Penerimaan Pupuk Anorganik" di Kecamatan Donomulyo. Di sisi kiri, terdapat bilah navigasi (sidebar) yang memuat menu utama seperti Dashboard, Data desa, K-Means, Pemetaan, dan Pengaturan. Bagian tengah menampilkan Ringkasan Data dalam tiga kotak informasi utama: Total desa pada padi, total desa pada jagung dan total desa pada tebu.



Gambar 5 Halaman Dashboard

3.3 Tampilan data desa pada tebu

Pada gambar 6 menampilkan halaman desa yang menerima pupuk anorganik untuk menanam tebu pada variable yang tampil adalah nama desa, tahun, total jumlah pupuk NPK dan ZA. Pada aksi bisa digunakan untuk mengedit dan menghapus data yang terdapat kesalahan.

No	Desa	Tahun	Total Luas Lahan (ha)	Total Pupuk NPK (kg)	Total Pupuk ZA (kg)	Aksi
1	Banjarejo	2025	191.694	230.033	20.508	Edit Hapus
2	Donomulyo	2025	304.099	364.918	32.475	Edit Hapus
3	Kedungsalam	2025	268.992	322.787	28.640	Edit Hapus
4	Mentaraman	2025	115.611	138.733	12.415	Edit Hapus
5	Punwodadi	2025	279.676	335.612	30.210	Edit Hapus
6	Punworejo	2025	191.574	229.881	20.686	Edit Hapus
7	Sumberboto	2025	475.274	570.336	51.159	Edit Hapus
8	Tempursari	2025	59.090	70.908	6.334	Edit Hapus
9	Tlogosari	2025	280.586	336.704	30.166	Edit Hapus

Gambar 6 Tampilan data desa tebu

Penerapan Algoritma K-Means Untuk Pemetaan Penerimaan Pupuk Anorganik Bersubsidi di Kecamatan Donomulyo

3.4 Tampilan data desa Jagung

Kemudian untuk halaman ini menampilkan desa yang menerima pupuk anrganik untuk menanam Jagung pada varible yang tampil adalah nama desa, tahun, total jumlah pupuk NPK dan UREA. Pada aksi bisa digunakan untuk mengedit dan menghapus data yang terdapat kesalahan.

No	Desa	Tahun	Total Luas Lahan (ha)	Total Pupuk Urea (kg)	Total Pupuk NPK (kg)	Aksi
1	Banjarejo	2025	412.513	103.312	123.758	Edit Hapus
2	Donomulyo	2025	313.366	78.550	94.012	Edit Hapus
3	Kedungalam	2025	414.114	103.739	124.247	Edit Hapus
4	Mentaraman	2025	486.966	121.917	146.108	Edit Hapus
5	Punwodadi	2025	725.780	181.752	217.737	Edit Hapus
6	Punworejo	2025	415.231	104.017	124.575	Edit Hapus
7	Sumberoto	2025	642.672	161.013	192.836	Edit Hapus
8	Tempursari	2025	317.037	79.482	95.112	Edit Hapus
9	Tlogosari	2025	54.365	13.632	16.316	Edit Hapus

Gambar 7 Tampilan data desa jagung

3.5 Tampilan data desa Padi

Pada menu ini menampilkan desa yang menerima pupuk anrganik untuk menanam Padi pada varible yang tampil adalah nama desa, tahun, total jumlah pupuk NPK dan UREA. Pada aksi bisa digunakan untuk mengedit dan menghapus data yang terdapat kesalahan.

No	Desa	Tahun	Total Luas Lahan (ha)	Total Pupuk Urea (kg)	Total Pupuk NPK (kg)	Total Pupuk Organik (kg)	Aksi
1	Banjarejo	2025	587.253	161.638	147.087	58.746	Edit Hapus
2	Donomulyo	2025	409.311	1.210	102.617	40.939	Edit Hapus
3	Kedungsalam	2025	434.921	119.958	109.179	43.605	Edit Hapus
4	Mentaraman	2025	647.758	178.232	162.175	64.833	Edit Hapus
5	Punwodadi	2025	326.368	89.633	82.165	31.799	Edit Hapus
6	Punworejo	2025	363.656	100.061	91.082	36.405	Edit Hapus
7	Sumberoto	2025	378.762	104.237	94.918	37.923	Edit Hapus

Gambar 8 Halaman data desa padi

3.6 Halaman hasil clustering pada Tebu

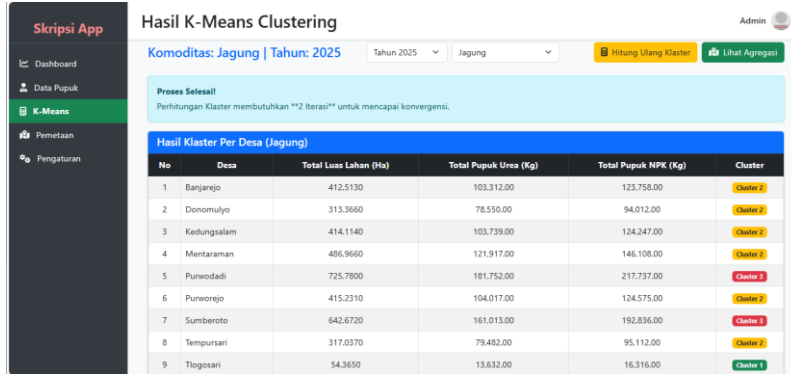
Gambar 9 adalah halaman hasil kluster pada komoditas tebu tabel menunjukkan pengelompokkan desa berdasarkan total luas lahan serta jumlah pupuk NPK dan ZA yang diterima. Setiap desa dikategorikan ke dalam kluster ditandai dengan warna yang berbeda agar mudah dianalisa.

No	Desa	Total Luas Lahan (Ha)	Total Pupuk NPK (Kg)	Total Pupuk ZA (Kg)	Cluster
1	Banjarejo	191.6940	230.033.00	20.508.00	Cluster 2
2	Donomulyo	304.0990	364.918.00	32.475.00	Cluster 3
3	Kedungsalam	268.9920	322.787.00	28.640.00	Cluster 3
4	Mentaraman	115.6110	138.733.00	12.415.00	Cluster 1
5	Punwodadi	279.6760	335.612.00	30.210.00	Cluster 3
6	Punworejo	191.5740	229.881.00	20.686.00	Cluster 2
7	Sumberoto	475.2740	570.336.00	51.159.00	Cluster 3
8	Tempursari	59.0900	70.908.00	6.334.00	Cluster 1
9	Tlogosari	280.5860	336.704.00	30.166.00	Cluster 3

Gambar 9 Halaman hasil kluster tebu

3.7 Halaman hasil clustering pada Jagung

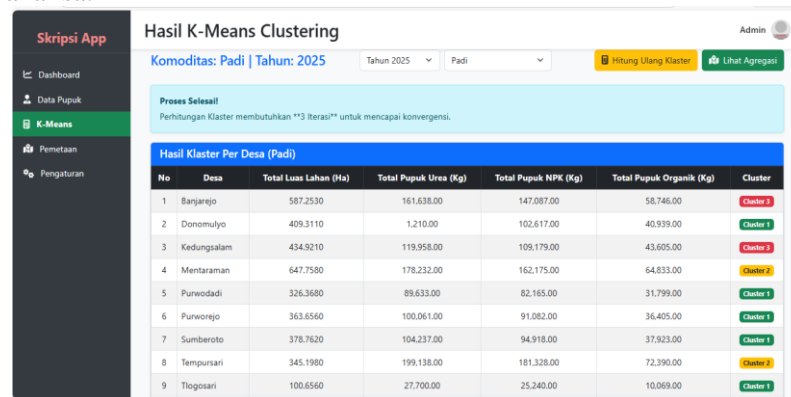
Gambar adalah halaman hasil kluster pada komoditas jagung tabel menunjukkan pengelompokan desa berdasarkan total luas lahan serta jumlah pupuk NPK dan Urea yang diterima. Setiap desa dikategorikan ke dalam kluster ditandai dengan warna yang berbeda agar mudah dianalisa.



Gambar 10 Halaman hasil kluster jagung

3.8 Halaman hasil clustering pada Padi

Gambar adalah halaman hasil kluster pada komoditas padi tabel menunjukkan pengelompokan desa berdasarkan total luas lahan serta jumlah pupuk Npk, Urea dan Organik yang diterima. Setiap desa dikategorikan ke dalam kluster ditandai dengan warna yang berbeda agar mudah dianalisa.



Gambar 11 Halaman hasil kluster padi

3.9 Halaman hasil Pemetaan Tebu

Gambar 12 hasil pemetaan yang diambil dari pengelompokan sebelumnya, setiap desa diberikan warna berbeda sesuai pengelompokan sebelumnya. Jadi untuk warna merah adalah penerima pupuk tinggi, kuning adalah sedang dan hijau adalah rendah.



Gambar 12 Halaman hasil kluster tebu

Penerapan Algoritma K-Means Untuk Pemetaan Penerimaan Pupuk Anorganik Bersubsidi di Kecamatan Donomulyo

3.10 Halaman hasil Pemetaan Jagung

Gambar 13 hasil pemetaan yang diambil dari pengelompokkan sebelumnya ditabel hasil kluster Jagung, setiap desa diberikan warna berbeda sesuai pengelompokkan sebelumnya. Jadi untuk warna merah adalah penerima pupuk tinggi, kuning adalah sedang dan hijau adalah rendah.



Gambar 13 Halaman hasil kluster jagung

3.11 Halaman hasil Pemetaan Padi

Gambar hasil pemetaan yang diambil dari pengelompokkan sebelumnya ditabel hasil kluster Padi, setiap desa diberikan warna berbeda sesuai pengelompokkan sebelumnya. Jadi untuk warna merah adalah penerima pupuk tinggi, kuning adalah sedang dan hijau adalah rendah.



Gambar 14 Halaman hasil kluster padi

3.12 Halaman User

Gambar adalah halaman utama user atau petani, pada halaman ini user tidak perlu melakukan login mau pun register untuk melihat hasil klastering dari hasil pupuk yang diterima di Desa nya masing-masing.



Gambar 15 Halaman user

3.13 Tabel hasil clustering padi tahun 2025

Pengujian metode k-means dilakukan dengan membandingkan perhitungan manual pada excel dan pada sistem. Hal ini bertujuan untuk melihat keakuratan implementasi algoritma k-means pada sistem.

Tabel 5 Hasil clustering padi

id	Desa	Tahun	Total luas lahan	Total jumlah pupuk Urea	Total jumlah pupuk NPK	Total jumlah pupuk Organik	Klaster
1	Banjarejo	2025	587.253	161638	147087	58746	3
2	Donomulyo	2025	409.311	1210	102617	40939	1
3	Kedungsalam	2025	434.921	119958	109179	43605	3
4	Mentaraman	2025	647.758	178232	162175	64833	2
5	Purwodadi	2025	326.368	89633	82165	31799	1
6	Purworejo	2025	363.656	100061	91082	36405	1
7	Sumberoto	2025	378.762	104237	94918	37923	1
8	Tempursari	2025	345.198	199138	181328	72390	2
9	Tlogosari	2025	100.656	27700	25240	10069	1
10	tulungrejo	2025	564.456	155281	141250	56460	3

3.14 Tabel pengujian dengan black box

Tabel 6 adalah perbandingan hasil klstering jagung dari excel yang dihitung secara manual dan dibandingkan dengan hasil pada website, dimana hasil dari excel dan website memiliki hasil yang sama.

Tabel 6 Hasil pengujian black box

Menu	Skenario pengujian	Test case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
	Tidak mengisi email dan password lalu langsung klik button login	Email=" " Password=" " "	Sistem menolak masuk dan muncul notifikasi isi terlebih dahulu email dan password	Sesuai perancangan
Login	Mengisi email dan password salah	Email= gananovitakanesaa@gmail.com Password = 1234567890	Sistem menolak untuk login dan akan ada notifikasi email/password salah	Sesuai perancangan
	Mengisi email dan password sesuai saat register	Email gananovitakanesa@gmail.com Password = 12345678	Sistem berhasil login dan admin akan masuk dihalaman dashboard	Sesuai perancangan
	Mengisi nama desa bukan wilayah kecamatan donomulyo	Komoditas=padi Tahun = 2024 Desa = tlogoari Total_luas_lahan=12903 Total_pupuk_urea =1232 Total_pupuk_npk=2314 Total_pupuk_organik=3341	Berhasil hasil klastering tetapi tidak muncul dipeta	Sesuai perancangan
Data pupuk	Mengisi desa yang sama persis	Komoditas=padi Tahun = 2025 Desa = banjarejo Total_luas_lahan=12903 Total_pupuk_urea =1232 Total_pupuk_npk=2314 Total_pupuk_organik=3341	Berhasil hasil klastering tetapi tidak muncul dipeta	Sesuai perancangan

Penerapan Algoritma K-Means Untuk Pemetaan Penerimaan Pupuk Anorganik Bersubsidi di Kecamatan Donomulyo

Menu	Skenario pengujian	Test case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
	Mengisi data baru yang berbeda atau data tahun tersebut yang belum ada	Komoditas=padi Tahun = 2026 Desa = banjarejo Total_luas_lahan=12903 Total_pupuk_urea =1232 Total_pupuk_npk=2314 Total_pupuk_organik=3341	Berhasil hasil klustering dan muncul di pemetaan tahun 2026	Sesuai perancangan
	Verifikasi pemuatan awal.	Akses URL halaman peta publik (tanpa login).	Peta Leaflet berhasil dimuat, menampilkan peta dasar (base map) dan batas wilayah klaster Padi tahun default (misalnya, 2023).	Sesuai perancangan
User	Mengganti komoditas dari Padi ke Jagung.	Pilih dropdown Komoditas: Jagung.	Peta me-refresh data klaster; Poligon warna menampilkan warna klaster Jagung; Judul Legenda berubah menjadi "Visualisasi Klaster Komoditas Jagung".	Sesuai perancangan
		Mengganti tahun untuk komoditas yang sama.	Pilih dropdown Tahun: 2022.	Sesuai perancangan

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menggunakan algoritma K-Means untuk melihat bagaimana pola penerimaan pupuk anorganik pada tiga komoditas—padi, jagung, dan tebu—di 10 desa yang ada di Kecamatan Donomulyo. Contoh perhitungan manual ditunjukkan pada komoditas padi, sementara proses lengkap untuk ketiga komoditas dihitung melalui sistem. Hasilnya, komoditas padi terbagi ke dalam tiga kelompok: 2 desa masuk kategori penerimaan tinggi, 5 desa kategori rendah, dan 3 desa kategori sedang. Pada komoditas jagung, pola yang terbentuk berbeda, dengan 1 desa berada pada kelompok tinggi, 7 desa pada kelompok sedang, dan 2 desa pada kelompok rendah. Untuk komoditas tebu, terbentuk 3 desa pada cluster tinggi, 4 desa cluster sedang, dan 3 desa cluster rendah. Perbedaan komposisi cluster ini menunjukkan bahwa kebutuhan dan penerimaan pupuk di setiap desa memang tidak sama. Secara keseluruhan, K-Means membantu menunjukkan pola persebaran pupuk dengan lebih jelas. Hasil ini dapat menjadi dasar bagi pemerintah atau pihak terkait untuk membuat penyaluran pupuk yang lebih tepat sasaran sesuai kondisi dan kebutuhan di tiap desa.

5. SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan data dengan durasi yang lebih panjang agar pola distribusi pupuk dapat dianalisis secara lebih komprehensif dan mendalam. Pengembangan sistem juga dapat dilakukan dengan menambahkan fitur pembaruan data otomatis serta penerapan algoritma lain seperti DBSCAN, untuk dibandingkan dengan hasil dari K-Means. Selain itu, sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur analisis prediktif yang mampu memperkirakan kebutuhan pupuk pada periode selanjutnya berdasarkan pola distribusi pada data sebelumnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada BPP Donomulyo atas dukungan data yang diberikan, serta kepada dosen pembimbing dan rekan-rekan yang telah memberikan

arahan, dukungan, dan motivasi selama proses penelitian ini. Tanpa bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak, penelitian ini tidak akan terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Wulandari, N. Muin, N. Suprayitno, and S. Syarifuddin, “Sistem Informasi Pendataan Anggota Kelompok Tani Penerima Pupuk Bersubsidi Pada Desa Marioritengnga Kabupaten Soppeng,” *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 12, no. 2, pp. 2171–2182, Nov. 2023, doi: 10.33395/jmp.v12i2.13195.
- [2] R. B. Sippan and N. Setiyawati, “Pemetaan dan Klasterisasi Daerah Rawan Bencana Alam di Provinsi Sulawesi Tengah Menggunakan K-Means,” *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 10, no. 2, pp. 1031–1045, Mar. 2025, doi: 10.29100/jupi.v10i2.6161.
- [3] G. G. Khusnaini, A. Vega Vitianingsih, S. Kacung, E. W. Puspitarini, S. Fitri, and A. Wati, “Implementasi Teknologi Leaflet JS dalam Sistem Peta Radar Hujan untuk Meningkatkan Kesiapsiagaan Bencana Gunung Semeru,” *Informatics, Electrical and Electronics Engineering (Infotron)*, vol. 4, no. 1, pp. 26–32, 2024, [Online]. Available: <http://riset.unisma.ac.id/index.php/infotron/article/view/21997>
- [4] A. H. H. Haritsyah and A. M. Harahap, “Sistem Informasi Geografis Pengajuan Wilayah Potensi Investasi Berbasis Web di Dinas PMPTSP Kota Medan,” *sudo Jurnal Teknik Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 19–30, May 2024, doi: 10.56211/sudo.v3i1.484.
- [5] A. A. Zulfa and O. Arifudin, “PERAN SISTEM INFORMASI AKADEMIK BERBASIS WEB DALAM UPAYA MENINGKATKAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI PENGELOLAAN AKADEMIK DI PERGURUAN TINGGI,” 2025.
- [6] M. Faisal, W. Sri Utami, and N. Pratiwi, “Bulletin of Information Technology (BIT) Pemanfaatan Data Mining Menggunakan Metode K-Means Untuk Analisa Komoditas Telur Ayam,” vol. 5, no. 4, pp. 247–254, 2024, doi: 10.47065/bit.v5i2.1670.
- [7] N. Hendrastuty, “Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Dalam Evaluasi Hasil Pembelajaran Siswa,” *Jurnal Ilmiah Informatika dan Ilmu Komputer (JIMA-ILKOM)*, vol. 3, no. 1, pp. 46–56, Mar. 2024, doi: 10.58602/jima-ilkom.v3i1.26.
- [8] N. Nuris, “Analisis Prediksi Harga Rumah Pada Machine Learning Metode Regresi Linear Analisis Prediksi Harga Rumah Pada Machine Learning Menggunakan Metode Regresi Linear.”
- [9] M. N. Fahmi, “Implementasi Mechine Learning menggunakan Python Library : Scikit-Learn (Supervised dan Unsupervised Learning),” *Sains Data Jurnal Studi Matematika dan Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 87–96, Dec. 2023, doi: 10.52620/sainsdata.v1i2.31.
- [10] M. Amelia, A. Faqih, and A. R. Rinaldi, “PENERAPAN METODE K-MEANS CLUSTERING DALAM PEMETAAN KEMISKINAN KABUPATEN/KOTA DI INDONESIA UNTUK PERENCANAAN KEBIJAKAN YANG TEPAT,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 2, Apr. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6231.
- [11] N. A. Sholikhah, “Studi Perbandingan Clustering Kecamatan di Kabupaten Bojonegoro Berdasarkan Keaktifan Penduduk Dalam Kepemilikan Dokumen Kependudukan,” *Jurnal Statistika dan Komputasi*, vol. 1, no. 1, pp. 42–53, Jun. 2022, doi: 10.32665/statkom.v1i1.443.
- [12] R. Anggara, A. Rahman, and S. Si, “Implementasi Algoritma DBSCAN Dalam Mengelompokkan Data Pasien Terdiagnosa Penyakit Ginjal Kronis (PGK),” *Jurnal AlgoritmeCCS*, vol. x, No.x, no. 1, pp. 114–123, 2022, doi: 10.35957/algoritme.xxxx.
- [13] R. Farismana, “PENERAPAN K-MEANS CLUSTERING UNTUK PEMETAAN PRODUKTIVITAS PADI DAN PREDIKSI PANEN DI KABUPATEN INDRAMAYU,”

- Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, vol. 8, no. 3, p. 589, Aug. 2024, doi: 10.52362/jisamar.v8i3.1572.
- [14] D. Destama, K. Saputra, K. Auliasari, and A. Faisol, "PENERAPAN METODE K-MEANS CLUSTERING UNTUK PEMETAAN PENGELOMPOKAN LAHAN PRODUKSI JAGUNG DI KABUPATEN PASURUAN," 2024.
- [15] T. A. Permana, O. Saeful Bachri, and R. M. Herdian Bhakti, "ELKOM (Jurnal Elektronika dan Komputer) Pemetaan Wilayah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas di Kabupaten Brebes Menggunakan Algoritma K-Means," vol. 18, no. 1, 2025, [Online]. Available: <https://journal.stekom.ac.id/index.php/elkom>