

# Sebaran Tempat Pembuangan Sampah Dan Klasterisasi Daerah Produksi Sampah Di Aceh Utara Berbasis Android

Mulyadi<sup>1</sup>, Muhammad Kausar<sup>2\*</sup>, Muhammad Rizka<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Tekniknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe

<sup>1</sup>mulyadi@pnl.ac.id

<sup>2\*</sup>muhammadkausar01@gmail.com

<sup>3</sup>rizka@pnl.ac.id

**Abstrak**— Sampah merupakan masalah serius yang terus berkembang di Kabupaten Aceh Utara. Kenaikan jumlah produksi sampah yang tidak seimbang dengan kapasitas pengelolaan dan juga penempatan posisi tempat pembuangan sampah yang tidak sesuai dengan kondisi produksi sampah di kecamatan tersebut menyebabkan tempat pembuangan sampah yang ditemukan oleh masyarakat sering penuh sehingga masyarakat melakukan pembuangan sampah secara ilegal menyebabkan permasalahan yang mengancam lingkungan dan kesehatan. Hasil penelitian ini memudahkan masyarakat dalam menemukan lokasi tempat pembuangan sampah dan membantu Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Aceh Utara dalam menentukan posisi tempat pembuangan sampah yang lebih sesuai dengan kondisi tingkat produksi sampah, dengan cara melakukan pengembangan Aplikasi Sebaran Tempat Pembuangan Sampah berbasis Android menggunakan React native dan menerapkan metode K-Means. Metode K-Means merupakan salah satu algoritma klasterisasi, untuk mengelompokkan kecamatan berdasarkan tingkat produksi sampah menjadi dua klaster yaitu rendah dan tinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode K-Means berhasil membagi daerah produksi sampah menjadi dua klaster yang berbeda, berdasarkan penurunan signifikan nilai Sum of Squared Errors dari 1679583.3277832593 menjadi 537719.6618359736 dan peningkatan nilai Silhouette Score sebesar 0.6037.

**Kata Kunci** : Sampah, Klasterisasi, Android, K-Means.

**Abstract**— Waste is a serious and growing problem in North Aceh District. The increase in the amount of waste production that is not balanced with management capacity and also the positioning of landfills that are not in accordance with the conditions of waste production in the sub-district causes landfills found by the community to be often full so that people carry out illegal waste disposal causing problems that threaten the environment and health. The results of this study make it easier for people to find the location of landfills and assist the North Aceh Environment and Hygiene Office in determining the position of landfills that are more in accordance with the conditions of waste production levels, by developing an Android-based Waste Disposal Site Distribution Application using React native and applying the K-Means method. The K-Means method is one of the clustering algorithms, to group sub-districts based on the level of waste production into two clusters, namely low and high. The analysis results show that the K-Means method successfully divides the waste production area into two different clusters, based on a significant decrease in the Sum of Squared Errors value from 1679583.3277832593 to 537719.6618359736 and an increase in the Silhouette Score value of 0.6037.

**Keywords**: Waste, Clustering, Android, K-Means.

## I. PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang terus meningkat setiap tahunnya. Kenaikan produksi sampah yang tidak seimbang dengan kapasitas pengelolaan menyebabkan akumulasi sampah yang tidak terkendali. Sampah yang terbengkalai dapat mencemari lingkungan, dalam bentuk pencemaran udara, air, maupun tanah, serta dapat menjadi sumber penyakit [1].

Pada tahun 2022, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan mencatat bahwa Indonesia menghasilkan sekitar 18,8 juta ton sampah setiap tahunnya [2]. Kabupaten Aceh Utara, seperti kota-kota lain di Indonesia, juga menghadapi permasalahan serupa. Data dari Badan Pusat Statistik tahun 2022 menunjukkan bahwa kabupaten ini memiliki populasi sekitar 614,640 jiwa. Tingkat pertumbuhan penduduk yang tinggi di Aceh Utara menjadi penyebab utama peningkatan volume sampah harian [3].

Pengelolaan sampah menjadi faktor penting dalam peningkatan produksi sampah di Aceh Utara. Berdasarkan hasil observasi dengan melakukan wawancara dengan pihak Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Aceh Utara yang menjadi permasalahan terkini adalah kesulitan masyarakat dalam menemukan Tempat Pembuangan Sampah yang

tersedia. Tempat pembuangan sampah yang ada sering penuh, menyebabkan masyarakat membuang sampah di sekitar area tempat pembuangan sampah tersebut, menciptakan lingkungan kotor dan tidak sehat [4].

Selain itu, lokasi tempat pembuangan sampah di Kabupaten Aceh Utara belum ditempatkan dengan benar berdasarkan tingkat produksi sampah di tiap kecamatan, sehingga beberapa kecamatan mengalami overload pada TPS-nya. Hal ini menyebabkan ketidakseimbangan dalam pengelolaan sampah di wilayah tersebut dan menimbulkan masalah lingkungan yang lebih kompleks. Dengan penempatan yang tidak efisien, beberapa daerah mengalami kesulitan dalam menangani volume sampah yang meningkat, sementara daerah lain memiliki kapasitas yang tidak terpakai secara optimal [4].

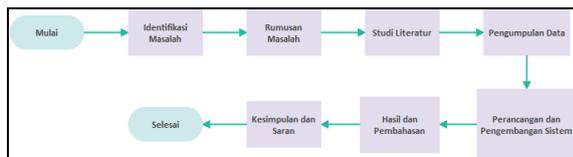
Dalam konteks ini, dibutuhkan sebuah aplikasi Android yang user-friendly yang dapat membagi kecamatan berdasarkan tingkat produksi sampah, pada kajian sebelumnya *K-Means* adalah salah satu metode clustering non hierarki yang berusaha membagi data yang ada ke dalam bentuk satu atau lebih cluster atau kelompok sehingga data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan ke dalam satu cluster yang sama dan data yang mempunyai karakteristik yang berbeda dikelompokkan ke dalam kelompok yang lainnya [5].

Berdasarkan referensi diatas, aplikasi ini mengimplementasikan metode *K-Means* untuk mengelompokkan kecamatan berdasarkan produksi sampah menjadi dua kategori rendah dan tinggi berdasarkan parameternya yaitu sampah, jumlah penduduk, kepadatan penduduk, dan luas kecamatan. Hal ini akan membantu Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan dalam menentukan posisi Tempat Pembuangan Sampah yang lebih sesuai dengan kondisi lapangan. Aplikasi ini juga akan memberikan informasi lokasi serta kondisi muatan TPS di Kabupaten Aceh Utara. Masyarakat dapat membuat laporan mengenai kondisi muatan tempat pembuangan sampah, dengan kode warna, hijau kondisi masih bisa menampung sampah, kuning untuk hampir penuh, dan merah untuk yang sudah penuh. Dengan demikian, masyarakat akan lebih mudah memilih TPS yang sesuai dan menghindari pembuangan sampah secara ilegal.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Rancangan Alur Penelitian

Rancangan alur penelitian digunakan untuk merencanakan dengan cermat, menghindari kesalahan yang tidak diperlukan, dan memastikan bahwa hasil penelitian dapat diandalkan dan relevan. Terdapat beberapa tahapan dalam proses perancangan yaitu berupa rancangan input, proses, dan output.



Gambar 1 Rancangan Alur Penelitian

### B. Perancangan Sistem

Perancangan sistem menjelaskan beberapa hal terkait fitur-fitur yang digunakan dalam perancangan sistem sebaran tempat pembuangan sampah dan klusterisasi daerah produksi sampah di aceh utara berbasis Android. Berikut ini adalah proses yang terdapat pada sistem:

#### 1. Login

Pada proses ini user dengan semua level atau role bisa login pada aplikasi menggunakan NIK dan password, kemudian untuk petugas atau pejabat dinas bisa login menggunakan NIP atau NIK yang telah di daftarkan pada sistem.

#### 2. Tindak Lanjut

Pada proses ini petugas menginputkan data sampah berdasarkan laporan masyarakat yang telah diverifikasi oleh admin dan kemudian admin mengirimkan laporan tersebut sesuai untuk di kerjakan oleh grup piket atau tugas masing-masing grup, kemudian data sampah juga bisa diinputkan walaupun tidak ada laporan dari masyarakat.

#### 3. Data Wilayah

Pada menu atau proses ini, admin dapat melakukan penambahan atau perubahan data wilayah terkait data yang diperlukan untuk parameter yang di masukkan dalam klastering, data wilayah tersebut meliputi: data luas kecamatan, kepadatan penduduk, dan data jumlah penduduk.

#### 4. Maps Klusterisasi / Peta Klusterisasi

Pada menu ini dapat diakses oleh semua user pada saat pertama kali membuka aplikasi, menu ini menampilkan pin atau marker kecamatan yang termasuk dalam klaster rendah atau pin hijau dan tinggi dengan pin merah.

#### 5. Tempat Pembuangan Sampah (TPS)

Pada proses atau menu ini, admin dapat menambahkan lokasi tempat pembuangan sampah baru atau mengganti posisi tempat pembuangan sampah yang dipindahkan, tempat sampah yang telah diinputkan koordinat, jenis, dan ukuran kapasitasnya dapat digunakan oleh masyarakat untuk melihat lokasi dan petunjuk arah menuju tempat pembuangan sampah tersebut.

#### 6. Maps Tempat Pembuangan Sampah

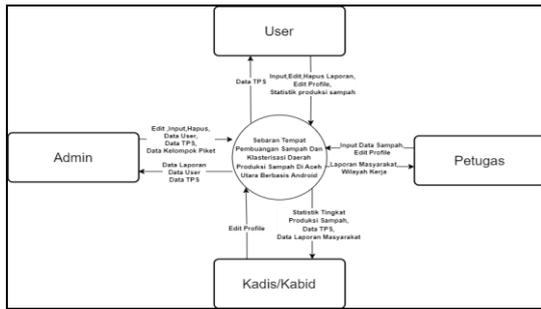
Pada halaman ini, pengguna dapat melihat peta lokasi tempat pembuangan sampah yang ada di Kabupaten Aceh Utara. Peta ini menunjukkan lokasi tempat pembuangan sampah, serta informasi dasar tentang tempat pembuangan sampah tersebut, seperti nama, alamat, dan koordinat GPS. Pengguna dengan role masyarakat dapat membuat laporan mengenai kondisi tempat pembuangan sampah. Laporan ini dapat berisi informasi tentang kondisi sampah, kondisi lingkungan, dan kondisi fasilitas di tempat pembuangan sampah. Laporan ini dapat membantu Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kabupaten Aceh Utara untuk menganalisis kondisi tempat pembuangan sampah dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk perbaikan.

#### 7. Grafik Produksi Sampah & Daerah Klusterisasi

Pada proses atau menu ini berfungsi untuk menampilkan grafik atau chart dengan tampilan atau posisi chart horizontal terdapat di ujung chart ada jumlah produksi sampah di samping kiri ada nama kecamatan dan di bawah merupakan angka produksi sampah, inti dari menu ini adalah produksi sampah setiap kecamatan yang ada di Kabupaten Aceh Utara dan di bawah grafik terdapat list kecamatan yang termasuk ke dalam klaster produksi sampah tinggi dan rendah berdasarkan hasil klusterisasi yang dilakukan oleh metode k-means, hasil klusterisasi tersebut akan terus terbaru berdasarkan hasil inputan data sampah dan parameter lainnya pada menu data wilayah.

### C. Perancangan *Context Diagram*

*Context Diagram* pada aplikasi ini terdapat empat entitas yaitu pengguna, petugas, admin, dan kabid atau kadis serta sembilan proses yaitu daftar akun, data tempat pembuangan sampah (TPS), membuat laporan, verifikasi laporan, tambah data populasi, luas wilayah, kepadatan tiap kecamatan, mengatur wilayah kerja, menindak lanjut laporan, statistik produksi sampah tiap kecamatan, dan mengunduh data. Entitas-entitas utama dan proses-proses yang tergambar di dalamnya memberikan gambaran awal yang penting dalam pemahaman kerja sistem. Hal ini akan menjadi dasar yang kuat untuk analisis, sehingga memungkinkan kami untuk menggali secara mendalam aspek-aspek yang relevan dengan penelitian ini.



Gambar 2 Context Diagram

D. Perancangan Metode

Proses Klasterisasi daerah produksi sampah pada penelitian ini menggunakan metode *K-Means Clustering*, seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Tahapan Clustering

Berikut adalah langkah-langkah *K-Means clustering* pada aplikasi sebaran tempat pembuangan sampah berbasis android:

1. Tahapan pertama adalah penginputan data sampah dan parameternya yaitu data jumlah penduduk, luas wilayah, dan kepadatan penduduk.
2. Inisialisasi / penentuan jumlah klaster yang dibuat, pada kasus ini memulai dengan 2 klaster, berdasarkan hasil analisis menggunakan *elbow method* dan *shilloute score*.
3. Memilih data dua kecamatan sebagai centroid awal untuk masing-masing klaster, yaitu data sampah, jumlah penduduk, kepadatan penduduk dan luas wilayah.
  - Centroid Klaster : (Sawang, 19735, 39470, 98.00, 384.65)
4. Melakukan iterasi langkah-langkah berikut sampai tidak ada perubahan dalam penempatan kecamatan ke dalam klaster:

- Menghitung Jarak *Euclidean* antara Kecamatan dan Centroid menggunakan rumus berikut:

$$D(x_i, \pi_i) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \pi_i)^2}$$

- Hitung jarak antara setiap kecamatan dengan kedua centroid awal.
- Menentukan klaster mana yang memiliki jarak Euclidean terdekat untuk setiap kecamatan.
- Perbarui centroid untuk setiap klaster berdasarkan data kecamatan.
- Jika sudah tidak ada perubahan dalam penempatan kecamatan ke dalam klaster pada Iterasi selanjutnya, maka telah mencapai konvergensi.

Hasil akhir adalah kecamatan yang telah dikelompokkan dalam klaster berdasarkan tingkat produksi sampah yaitu rendah dan tinggi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

1. *Welcome Screen*

Menampilkan halaman welcome screen setelah halaman splash screen siap di render, pada halaman ini terdapat kata sambutan dari aplikasi, kemudian terdapat informasi terkait Tempat Pembuangan Sampah (TPS) dengan marker daerah klasterisasi sesuai dengan kecamatan, dan juga terdapat informasi mengenai keterangan daerah cluster dengan warna hijau, dan merah yang menjelaskan keadaan klaster atau tingkat produksi pada daerah tersebut

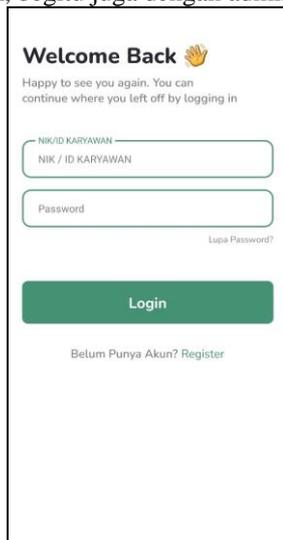


Gambar 4 Welcome Screen

2. Halaman *Login*

Menampilkan form untuk melakukan login yang akan mengarahkan user menuju halaman menu jika berhasil login. Untuk melakukan login pengguna bisa menggunakan nik dan password, jika pengguna adalah

petugas, maka bisa melakukan login dengan id\_karyawan atau dengan nik, begitu juga dengan admin dan petinggi.



Gambar 5 Halaman Login

### 3. Tampilan Menu

Menampilkan menu apa saja yang bisa diakses oleh masing-masing level, jika yang login adalah user dengan role masyarakat, maka akan muncul menu pemetaan, menu laporan dan menu profile, jika yang login adalah user dengan role petugas menu yang muncul adalah, pemetaan, tugas, dan profile, kemudian jika yang login adalah bos maka akan muncul menu statistik dan data tindakan, dan yang terakhir adalah admin yang bisa mengakses semua menu



Gambar 6 Halaman Menu Dashboard

### 4. Menu Pemetaan

Menampilkan informasi mengenai lokasi Tempat Pembuangan Sampah yang di kelola oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kabupaten Aceh Utara, user atau masyarakat dapat melihat lokasi dan membuat laporan pada saat menekan pada tps tersebut, kemudian

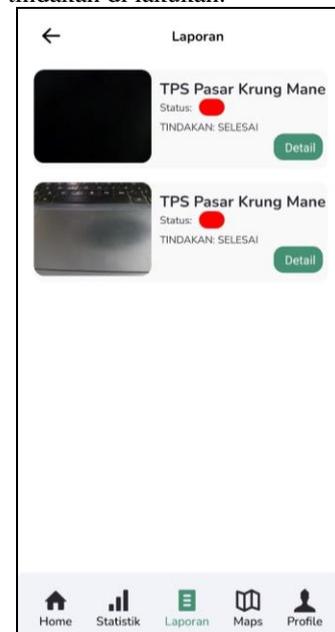
laporan tersebut akan di verifikasi dengan di kirimkan oleh admin ke petugas untuk dilakukan tindak lanjut.



Gambar 7 Halaman Pemetaan

### 5. Menu Laporan Level Masyarakat

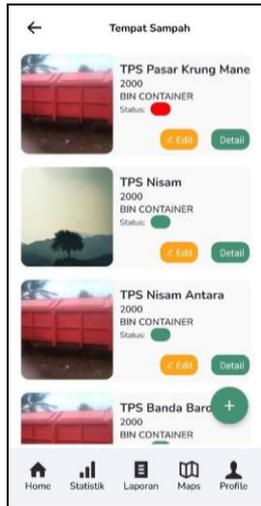
Merupakan tampilan dari menu laporan, pada menu laporan tersebut pengguna atau masyarakat dapat melihat list laporan yang sudah dibuat, dapat melihat detail terkait laporan tersebut, dan terkait status tindakan sudah sejauh mana proses tindakan di lakukan.



Gambar 8 Halaman Laporan Masyarakat

### 6. Menu Tempat Sampah

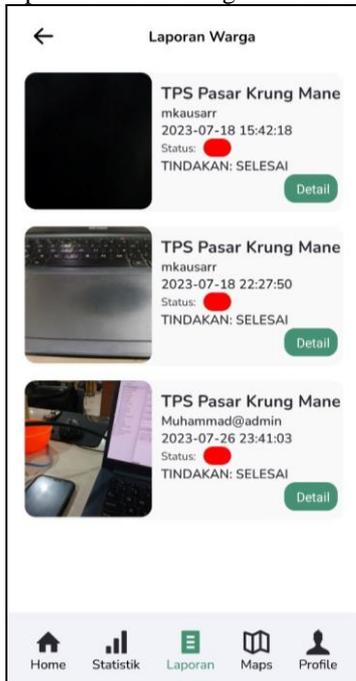
Admin dapat melihat tampilan menu tempat sampah yang berisi informasi atau list tempat sampah yang sudah di tambahkan, kemudian admin juga dapat menambahkan tempat sampah baru dengan menekan tombol tambah pada menu tersebut yang akan di alihkan pada form untuk menambahkan tempat sampah baru.



Gambar 9 Menu Tempat Sampah

### 7. Menu Laporan Warga

Admin dapat melihat menu laporan warga, pada menu ini terdapat semua list laporan warga yang membuat laporan terkait kondisi tps, kemudian admin dapat melihat deskripsi dan detail lainnya dari pelapor, laporan tersebut akan di kirimkan oleh admin ke grup petugas tertentu yang akan muncul melalui pop-up jika tombol kirim petugas di tekan, setelah admin mengirim petugas, maka laporan tersebut akan terupdate statusnya menjadi di proses, dari sebelumnya laporan tersebut dengan status terlapor.

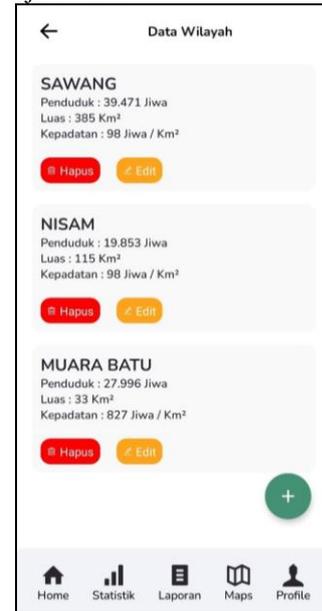


Gambar 10 Menu Laporan Warga

### 8. Menu Data Wilayah

Admin dapat melihat data wilayah terkait, data wilayah yang di tampilkan adalah: jumlah penduduk, luas wilayah, dan kepadatan pada tiap kecamatan, kemudian admin dapat menambahkan data wilayah dan juga dapat mengedit jika suatu saat tersebut tidak relevan atau sudah berubah untuk mendapatkan hasil klaster yang

sesuai berdasarkan data tersebut untuk parameter pada metode yang dijalankan.



Gambar 11 Menu Data Wilayah

### 9. Menu Data Tindakan

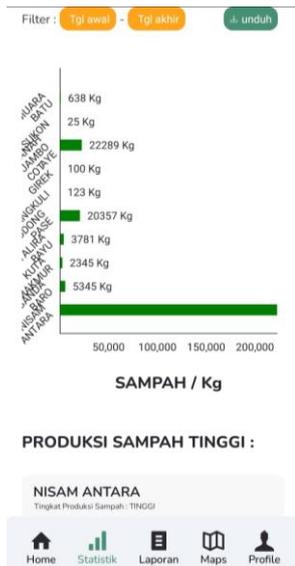
Admin dan petinggi dapat mengakses menu data tindakan, pada menu tersebut terdapat list tindakan sampah yang sudah diangkut dan detail klaster yang di dihasilkan di daerah tersebut, kemudian dapat melakukan filter data sesuai kebutuhan dengan memilih tanggal-awal dan tanggal-akhir, setelah melakukan filter, admin dan petinggi juga dapat melakukan unduh data sesuai dengan hasil filter dan bisa di simpan dalam bentuk pdf atau di kirim ke platform lainnya.



Gambar 12 Data Tindakan

### 10. Menu Statistik

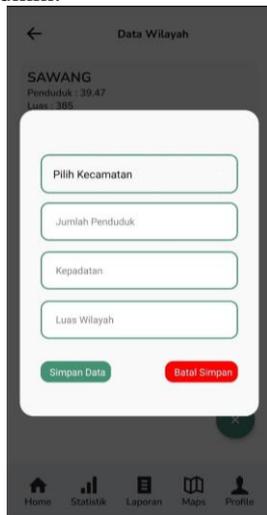
Admin dan petinggi dapat melihat visualisasi data sampah hasil tindakan berdasarkan kecamatan, dan juga dapat melakukan filter sesuai dengan kebutuhan dengan cara memilih tanggal-awal dan tanggal-akhir untuk menampilkan filter yang sesuai dengan yang diharapkan dalam bentuk chart visualisasi.



Gambar 13 Halaman Statistik

### 11. Form Tambah Data Wilayah

Merupakan tampilan dari *form* modal data wilayah, dan terdapat *field* yang semuanya wajib diisi, *form* data wilayah ini hanya bisa diakses oleh admin atau user dengan *role* admin, setiap *field* pada *form* ini berguna pada proses klastering saat petugas menginputkan data sampah pada suatu tps, kemudian dari data tps tersebut terdapat nama kecamatan, yang menjadi acuan pengambilan data wilayah seperti yang terlihat pada *field*, *form* ini hanya berlaku sekali input untuk wilayah atau setiap kecamatan yang ada di Kabupaten Aceh Utara, jika sudah melakukan input hanya bisa melakukan edit dan hapus saja yang bisa dilakukan oleh admin.

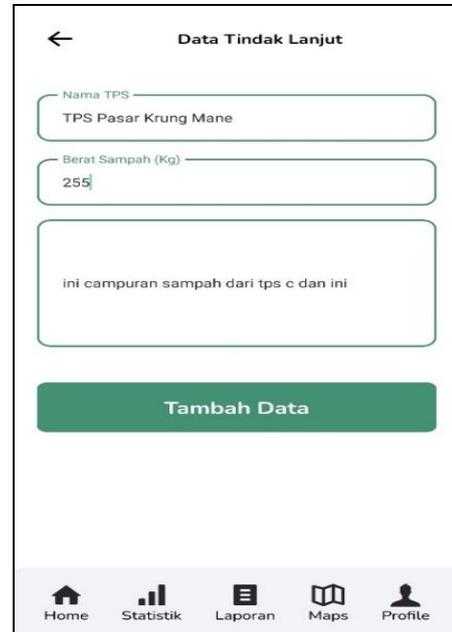


Gambar 14 Form Data Wilayah

### 12. Form Data Tindakan

Merupakan *form* untuk membuat data tindakan baru, menu atau halaman data tindakan ini hanya bisa diakses oleh admin dan petugas. Petugas hanya bisa menambah data sampah saja, tidak bisa melakukan edit data dan hapus data, admin dapat melakukan edit data dan hapus data yang sudah diinputkan oleh petugas jika ada kesalahan, kemudian petinggi hanya bisa melihat *list* tindakan dari

data yang sudah diinput tersebut dan bisa memperoleh data tersebut dengan cara mengunduh sesuai dengan *filter* yang dilakukan sesuai kebutuhan, pada *form* ini petugas wajib menginputkan semua *field* yang ada dan jika salah satu *field* tidak terinput maka akan terjadi *error* dengan munculnya *alert* pada *layer* dengan pesan *error*.



Gambar 15 Form Tindakan

### B. Perhitungan Manual

Berikut ini adalah proses melakukan perhitungan manual menggunakan metode k-means dengan menerapkannya menggunakan data yang relevan untuk menghitung klasterisasi daerah produksi sampah di Kabupaten Aceh Utara. Seperti yang terlihat pada Tabel 1 merupakan nilai atau data untuk inialisasi centroid awal.

Tabel 1 Inialisasi centroid awal

K	2			
C0	22289	44578	272.00	162.98
C1	4456	8912	179.00	67.70

Selanjutnya pada Tabel 2 yang ditampilkan adalah proses perhitungan pada iterasi Ke-1, menghitung setiap jarak data dengan centroid dengan menggunakan rumus *Euclidean distance*.

Tabel 2 Iterasi pertama

SAMPAH	PENDUDUK	KEPADATAN	LUAS	C1	C2	MIN	C
19735	39470	98.00	384.65	5718	34166	5718	1
13998	27996	827.00	33.34	18548	21346	18548	1
22976	45951	1.25	39.47	1564	41411	1564	1
9927	19853	98.00	114.74	27644	12233	12233	0
13371	26742	162.00	151.32	19942	19935	19935	0
5025	10049	121.00	79.78	38605	1273	1273	0

Proses iterasi dilakukan sampai hasil kluster tidak berubah dengan iterasi sebelumnya.

### C. Pengujian Metode

Pada Gambar berikut ini merupakan code penerapan *elbow method* untuk melihat jumlah kluster yang optimal.

```
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.metrics import silhouette_score

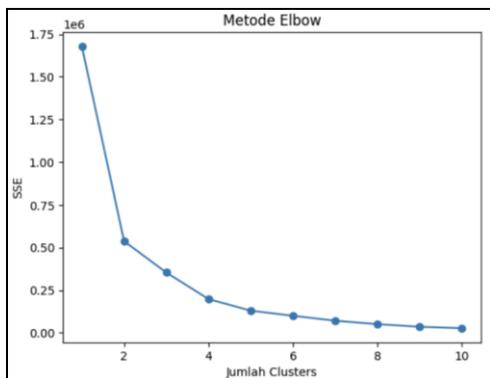
# Elbow method dan menghitung WCSS
sse = []
for i in range(1, 11):
    kmeans = KMeans(n_clusters=i, init='k-means++', random_state=0)
    kmeans.fit(scaled_data)
    sse.append(kmeans.inertia_)
print("SSE")
for elemen in sse:
    print(elemen)

# Plot metode Elbow
plt.plot(range(1, 11), sse, marker='o')
plt.title('Metode Elbow')
plt.xlabel('Jumlah Clusters')
plt.ylabel('Sum of Squares Error')
plt.show()
```

Gambar 16 Code Elbow Method

Kode di atas mengimplementasikan metode whitebox testing menggunakan metode "Elbow" (siku) untuk menentukan jumlah kluster yang optimal dalam algoritma K-Means. Tujuan dari whitebox testing adalah untuk menguji dan memastikan bahwa kode program bekerja dengan benar, dan metode Elbow yang digunakan di sini membantu memverifikasi kinerja algoritma K-Means dengan berbagai jumlah kluster. Pertama, mengimport library yang diperlukan, yaitu matplotlib.pyplot untuk membuat visualisasi grafik dan sklearn.metrics untuk menghitung nilai silhouette (suatu metrik evaluasi) dari kluster yang dihasilkan.

Kemudian, dilakukan perulangan untuk mencoba berbagai jumlah kluster dari 1 hingga 10. Pada setiap iterasi, K-Means dijalankan dengan jumlah kluster yang berbeda sesuai nilai variabel i. Data yang sudah di-scaling, yaitu scaled\_data, digunakan sebagai data yang akan di-kluster oleh K-Means. Setelah setiap iterasi, nilai "Sum of Squares Error" (SSE) yang merupakan ukuran kualitas kluster dihitung dan disimpan dalam list sse.



Gambar 17 Elbow Method

Setelah proses perulangan selesai, nilai SSE untuk setiap jumlah kluster dari 1 hingga 10 ditampilkan dengan menggunakan perintah print("SSE") dan print(elemen).

Selanjutnya, data SSE yang sudah dihitung akan divisualisasikan dengan grafik menggunakan perintah plt.plot(). Grafik tersebut menunjukkan hubungan antara jumlah kluster (sumbu x) dan nilai SSE (sumbu y). Tujuan dari grafik ini adalah untuk mencari "siku" pada grafik, yaitu titik di mana penurunan nilai SSE menjadi lebih landai. Jumlah kluster di titik tersebut akan dipilih sebagai jumlah kluster yang optimal untuk algoritma K-Means. Dapat dilihat pada Gambar 17 adalah hasil plot dari penerapan codingan tersebut.

Seperti yang terlihat pada Gambar 18 dalam pengujian white box metode k-means, langkah pertama yang dilakukan adalah perhitungan SSE dari hasil klustering yang dihasilkan oleh model k-means. SSE mengukur jumlah jarak kuadrat dari setiap data ke pusat klusternya. Semakin kecil nilai SSE, semakin baik klustering yang dihasilkan oleh model. Nilai SSE ini memberikan gambaran tentang sejauh mana data tersebar dari pusat kluster, dan nilai SSE yang rendah menunjukkan bahwa kluster-kluster tersebut lebih kompak dan homogen.

Melakukan perhitungan Silhouette Score untuk menentukan jumlah kluster yang optimal. Silhouette Score mengukur seberapa baik data dikelompokkan dalam kluster dengan membandingkan seberapa mirip data dalam kluster yang sama dengan data dalam kluster lain. Silhouette Score berkisar dari -1 hingga 1, dengan nilai lebih tinggi menunjukkan klustering yang lebih baik.

Hasil evaluasi dari pengujian white box metode k-means ini akan memberikan informasi yang penting dalam analisis klustering data sampah di daerah penyebaran. Dengan melihat nilai SSE, grafik Elbow Plot, dan menganalisis hasil klustering, dapat diambil kesimpulan tentang jumlah kluster yang optimal dan pemahaman yang lebih baik tentang pola penyebaran sampah dalam daerah-daerah tertentu.

SSE	Silhouette Score
1679583.3277832593	Jumlah Kluster = 2, Silhouette Score = 0.603780350089924
537719.6618359736	Jumlah Kluster = 3, Silhouette Score = 0.5238790291599099
353927.7767795209	Jumlah Kluster = 4, Silhouette Score = 0.5282084702143154
198123.65046452085	Jumlah Kluster = 5, Silhouette Score = 0.4811724426484621
129934.84758345835	Jumlah Kluster = 6, Silhouette Score = 0.5298413799343326
100151.51511820834	Jumlah Kluster = 7, Silhouette Score = 0.526931103565988
70916.14856719048	Jumlah Kluster = 8, Silhouette Score = 0.5350583184349568
51056.47957665	Jumlah Kluster = 9, Silhouette Score = 0.52172801146611
35526.15232175001	Jumlah Kluster = 10, Silhouette Score = 0.5205739967144707
27116.25490766667	

Gambar 18 Nilai SSE & Silhouette Score

Kemudian "siku" atau "elbow" pada grafik Elbow Plot berfungsi untuk menentukan jumlah kluster yang optimal. Pada titik "elbow" tersebut, penurunan nilai SSE mulai melambat secara signifikan, dan itulah jumlah kluster yang sesuai untuk model k-means. Dalam deretan nilai SSE tersebut, terdapat penurunan nilai SSE yang cukup tajam dari k=1 hingga k=2 (yaitu dari 1679583.3277 menjadi 537719.661835), yang menunjukkan bahwa penambahan kluster dari k=1 ke k=2 memberikan penurunan SSE yang signifikan. Namun, setelah k=2, penurunan nilai SSE tidak lagi terlalu tajam hingga k=3, dan setelah itu penurunan cenderung lebih lambat. Dengan demikian, berdasarkan nilai SSE, jumlah kluster yang paling sesuai atau optimal untuk model k-means adalah 2 kluster. Pilihan jumlah kluster 2 akan

memberikan hasil klastering yang lebih baik dibandingkan dengan jumlah kluster lainnya, karena nilai SSE menunjukkan bahwa  $k=2$  memiliki penurunan SSE yang signifikan, menandakan adanya "elbow" pada grafik Elbow Plot. Oleh karena itu,  $k=2$  cocok menjadi jumlah kluster yang optimal untuk model k-means

Kemudian hasil Silhouette Score yang diberikan, dapat disimpulkan bahwa model k-means menghasilkan klastering yang paling baik atau paling terpisah dengan baik ketika jumlah kluster ( $k$ ) adalah 2. Hal ini dapat dilihat dari nilai Silhouette Score yang paling tinggi pada jumlah kluster 2 dengan nilai 0.6037803550089924. Saat jumlah kluster meningkat dari 2 hingga 5, nilai Silhouette Score menurun secara bertahap, yang menandakan bahwa klastering cenderung menjadi kurang baik. Namun, setelah jumlah kluster mencapai 6 hingga 8, nilai Silhouette Score kembali meningkat sedikit. Meskipun nilai Silhouette Score pada jumlah kluster 6 dan 8 mendekati nilai pada jumlah kluster 2, tetapi masih lebih rendah daripada nilai pada jumlah kluster 2.

Kemudian, setelah jumlah kluster melebihi 8 hingga 10, nilai Silhouette Score kembali menurun. Nilai Silhouette Score pada jumlah kluster 9 dan 10 lebih rendah dibandingkan dengan nilai pada jumlah kluster 2 hingga 8. Dengan demikian, berdasarkan nilai Silhouette Score, dapat disimpulkan bahwa jumlah kluster optimal untuk klastering data sampah pada analisis ini adalah 2.

#### IV. KESIMPULAN

Aplikasi sebaran Tempat Pembuangan Sampah (TPS) berbasis Android menggunakan React Native telah dirancang dan dibangun dengan tahapan yang melibatkan pengumpulan data lokasi dan informasi TPS seperti alamat dan koordinat GPS.

Selanjutnya, aplikasi ini telah dirancang dengan menggambarkan diagram alur data, desain antarmuka pengguna, dan fitur-fitur yang diperlukan. Dalam implementasinya, aplikasi ini menggunakan React Native framework dengan integrasi Google Maps API yang memanfaatkan penanda berwarna hijau untuk TPS kosong dan merah untuk TPS yang penuh, yang sangat bermanfaat bagi masyarakat dalam mencari informasi tentang kondisi TPS.

Selain itu, berdasarkan analisis klasterisasi daerah produksi sampah dengan metode K-Means, telah berhasil membagi daerah produksi sampah menjadi 2 klaster yang berbeda dengan penurunan yang signifikan pada nilai Sum of Squared Errors dari 1679583.33 menjadi 537719.66, serta meningkatnya nilai Silhouette Score sebesar 0.6037. Hasil ini dapat mendukung Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan dalam pengambilan keputusan terkait penempatan TPS yang sesuai dengan tingkat produksi sampah di setiap kecamatan.

#### V. REFERENSI

- [1] Suwerda, I.W. (2012). Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Kabupaten Gianyar, Bali. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(2), 116-125.
- [2] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, "Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN)," 2022, Feb. 16, 2022. <https://sipsn.menlhk.go.id/> (accessed Feb. 12, 2023).
- [3] Y. Atmadja, "Bab 2 Kajian Pustaka," ANZDOC, Jan. 18, 2019. <https://adoc.pub/bab-2-kajian-pustakae0da3e0f04695ddecfae8333e40d2d3d91718.html> (accessed Feb. 21, 2023).
- [4] Zulfikar. (2022). Peranan Pemerintah Kabupaten Aceh Utara dalam Pengelolaan Sampah. *Syiah Kuala Law Journal*, 1(1), 1-11.
- [5] D. Ruwandara, M. Jajuli, and A. Rizal, "Analisis Algoritma K-Means Clustering Untuk Daerah Penyebaran Sampah di Kota Bekasi," *JOINS (Journal of Information System)*, vol. 6, no. 1, pp. 56-63, May 2021, doi: 10.33633/joins.v6i1.4085.