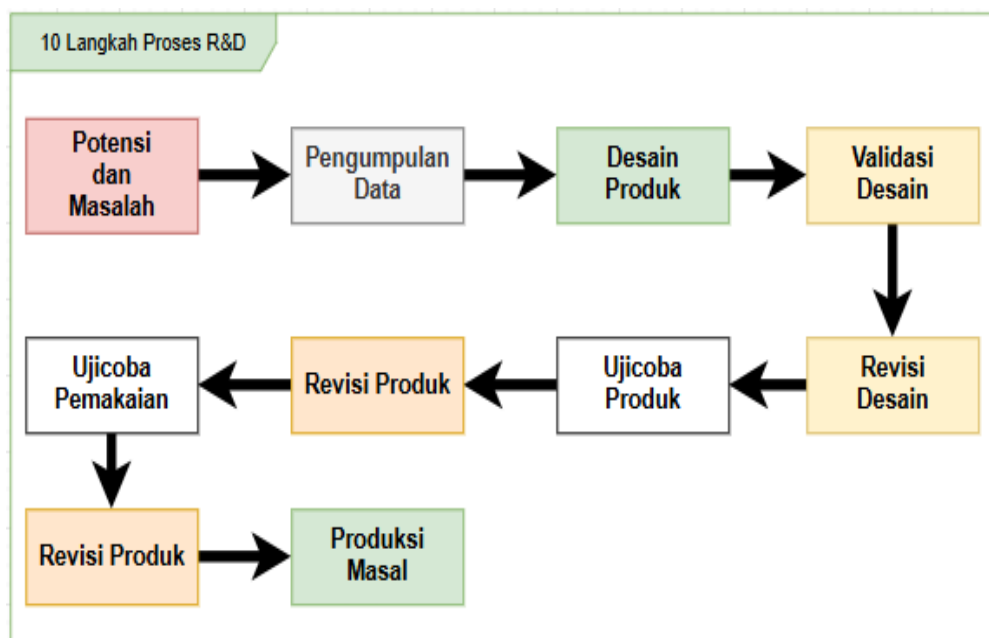


### BAB III METODOLOGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN

#### A. Metode Penelitian dan Pengembangan

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara untuk mendapatkan data dengan tujuan tertentu (Sugiyono, 2010, p. 2). Dalam penelitian ini, digunakan Metode Penelitian dan Pengembangan (Research and Development - R&D) yang merupakan metode untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifannya. Dalam proses penelitian dan pengembangan ini, terdapat 10 (sepuluh) langkah yang harus diikuti. (Sugiyono, 2010, p. 298) sebagai berikut:



Gambar 3. 1 10 Langkah Proses Penelitian dan Pengembangan  
Sumber: (Sugiyono, 2010, p. 298)

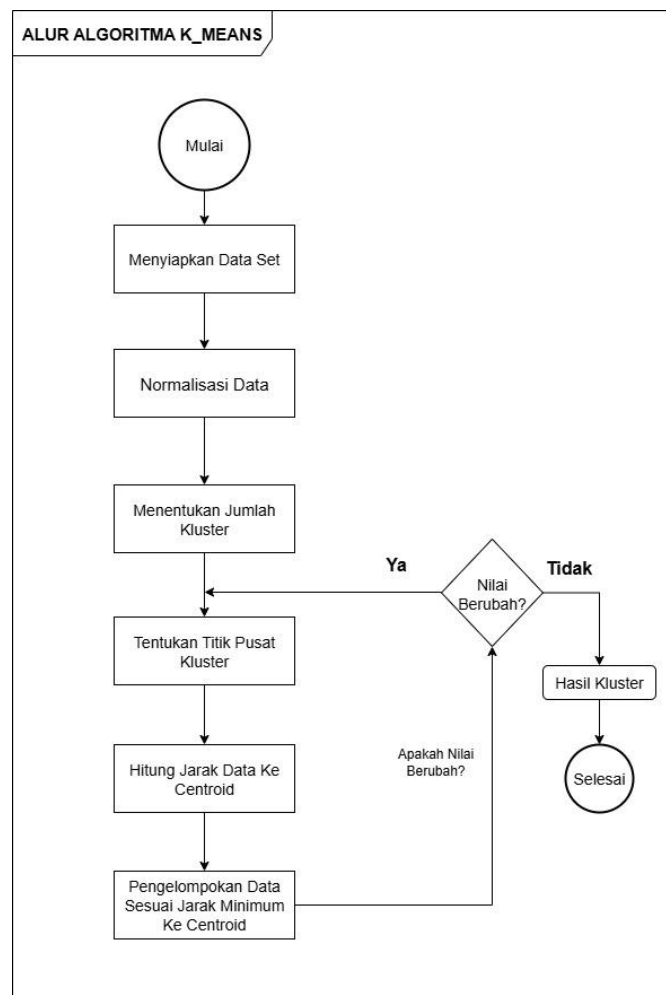
Berdasarkan gambar 3.1 tersebut dapat diberikan penjelasan sebagai berikut, yaitu:

Potensi adalah segala sesuatu yang bila didayagunakan akan memiliki nilai tambah. Baik potensi maupun masalah yang disodorkan dalam penelitian sementara harus ditunjukkan dengan data empirik. Jika potensi dan masalah sudah dapat ditunjukkan secara faktual dan terbaru, maka selanjutnya perlu dikumpulkan berbagai informasi yang dapat digunakan sebagai bahan untuk per encanann prod uk tertentu yang diharapkan bisa mengatasi masalah tersebut.

## B. Model/Metode yang Diusulkan

Model/metode yang diusulkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (a) Model teoritis (komputasi) yang diusulkan pada penelitian ini yaitu model algoritma K-Means yang diterapkan pada pemetaan penyebaran wilayah SPKLU;
  - (b) Model konseptual yang akan dikembangkan untuk memberikan produk yaitu model Sistem Pendukung Keputusan (SPK);
  - (c) Model prosedural yang akan digunakan yaitu model prototyping pada metode SDLC untuk pengembangan produk aplikasi.
- a. Algoritma K-Means ialah metode yang digunakan untuk membagi data yang ada kedalam satu atau lebih cluster. Metode ini membagi data kedalam cluster sehingga pada cluster tersebut terdapat data yang memiliki karakteristik yang sama. Berikut ini adalah langkah-langkah pemodelan K-Means pada pemetaan penyebaran wilayah SPKLU;



Gambar 3. 2 Alur Algoritma K-Means

Berikut merupakan alur algoritma kmeans:

- (1) Langkah 1, menyiapkan data set;

```
# Langkah 1: Menyiapkan dataset
def load_data(file_path):
    # Memuat data dari file (misalnya, file Excel)
    data = pd.read_excel(file_path)
    return data
```

- (2) Langkah ke 2, melakukan normalisasi data menggunakan *Robust Scaler*;

```
# Langkah 2: Melakukan normalisasi data menggunakan Robust Scaler
def normalize_data(data):
    scaler = RobustScaler()
    normalized_data = scaler.fit_transform(data)
    return normalized_data
```

- (3) Langkah 3, menentukan jumlah cluster k dari data set yang akan dibagi;

```
# Langkah 3: Menentukan jumlah cluster k
def set_number_of_clusters(k):
    return k # Misalnya, k = 3
```

- (4) Langkah 4 menentukan titik pusat cluster;

```
# Langkah 4: Menentukan titik pusat cluster
def init_centroids(data):
    min_vals = np.min(data, axis=0)
    avg_vals = np.mean(data, axis=0)
    max_vals = np.max(data, axis=0)
    return np.array([min_vals, avg_vals, max_vals])
```

- (5) Langkah 5, menghitung jarak setiap data ke masing-masing pusat data menggunakan rumus Euclidean Distance;

```
# Langkah 5: Menghitung jarak setiap data ke masing-masing pusat data
def calculate_distances(data, centroids):
    distances = []
    for point in data:
        distance_to_centroids = []
        for centroid in centroids:
            distance = CALCULATE_EUCLIDEAN_DISTANCE(point, centroid)
            distance_to_centroids.append(distance)
        distances.append(distance_to_centroids)
    return distances
```

- (6) Langkah 6, mengelompokkan data sesuai jarak minimum terhadap pusat cluster;

```
# Langkah 6: Mengelompokkan data sesuai jarak minimum terhadap pusat cluster
def kmeans_with_min_avg_max(data, k=3, max_iterations=100):
    n_samples, n_features = data.shape
    centroids = init_centroids(data)

    labels = np.zeros(n_samples, dtype=int)
    centroid_history = []

    for iteration in range(max_iterations):
        old_centroids = centroids.copy()
        centroid_history.append(old_centroids.copy())

        # Assign clusters
        for i in range(n_samples):
            distances = np.sqrt(np.sum((data[i] - centroids) ** 2, axis=1))
            labels[i] = np.argmin(distances)

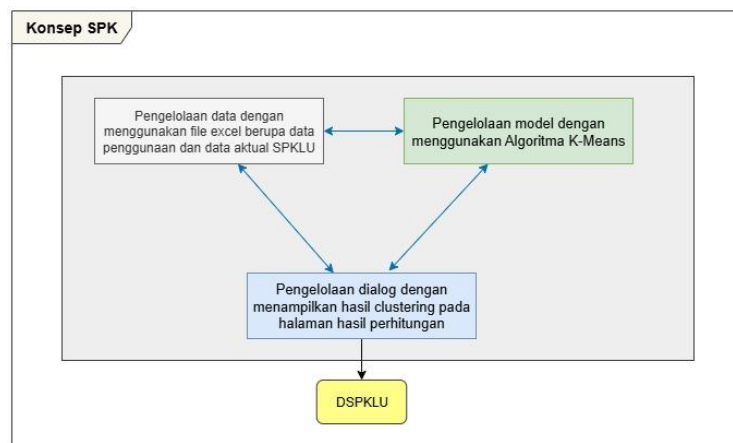
        # Update centroids
        for k_idx in range(k):
            if np.sum(labels == k_idx) > 0:
                centroids[k_idx] = np.mean(data[labels == k_idx], axis=0)

        # Check convergence
        if np.allclose(old_centroids, centroids):
            break

    return labels, centroids, iteration + 1, centroid_history
```

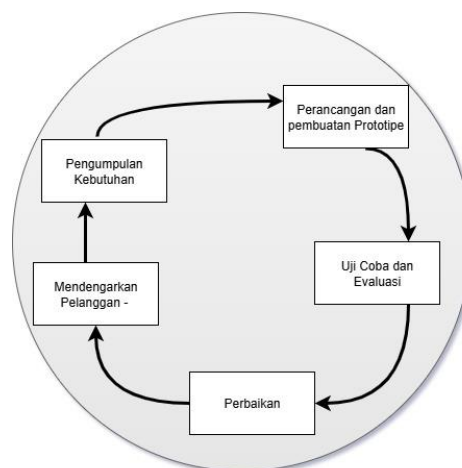
(7) Langkah 7, ulangi langkah ke-4 sampai ke-5 hingga sampai nilai titik tengah(centroid) dari semua cluster yang memiliki nilai hasil tidak berubah.

- b. Model konseptual yang diterapkan dalam penelitian ini adalah model Sistem Pendukung Keputusan (SPK). SPK merupakan sistem yang dirancang untuk membantu proses pengambilan keputusan, terutama dalam menyelesaikan masalah yang kompleks. Dalam konteks penelitian ini, permasalahan yang dihadapi adalah pemetaan penyebaran wilayah SPKLU. Konsep SPK yang digunakan terdiri dari tiga komponen utama, yang digambarkan secara rinci pada Gambar 3.3 sebagai model konseptual penelitian.



Gambar 3. 3 Konsep Sistem Pendukung Keputusan

- (a) Pertama database management, komponen ini merupakan pengorganisasian data yang relevan dengan masalah pada penelitian ini yaitu data SPKLU yang ada di kota Jakarta yang didapat dari perusahaan pengembang SPKLU. Data yang digunakan berupa data dengan format file excel;
  - (b) Kedua Model base, konsep ini merupakan suatu model yang merepresentasikan permasalahan dalam pemetaan penyebaran wilayah SPKLU kedalam format kuantitatif. Dengan mengembangkan dan membandingkan solusi alternative, model base ini memungkinkan pengambil keputusan menganalisa secara utuh. Model base yang digunakan yaitu model algoritma K-means;
  - (c) Ketiga user interface merupakan gabungan antara komponen database management dan model base. User interface menampilkan tampilan sistem yang dimengerti oleh pihak perusahaan pengembang SPKLU.
- c. Model procedural yang digunakan dalam penelitian ini yaitu model prototyping bisa dilihat pada gambar 3.4.

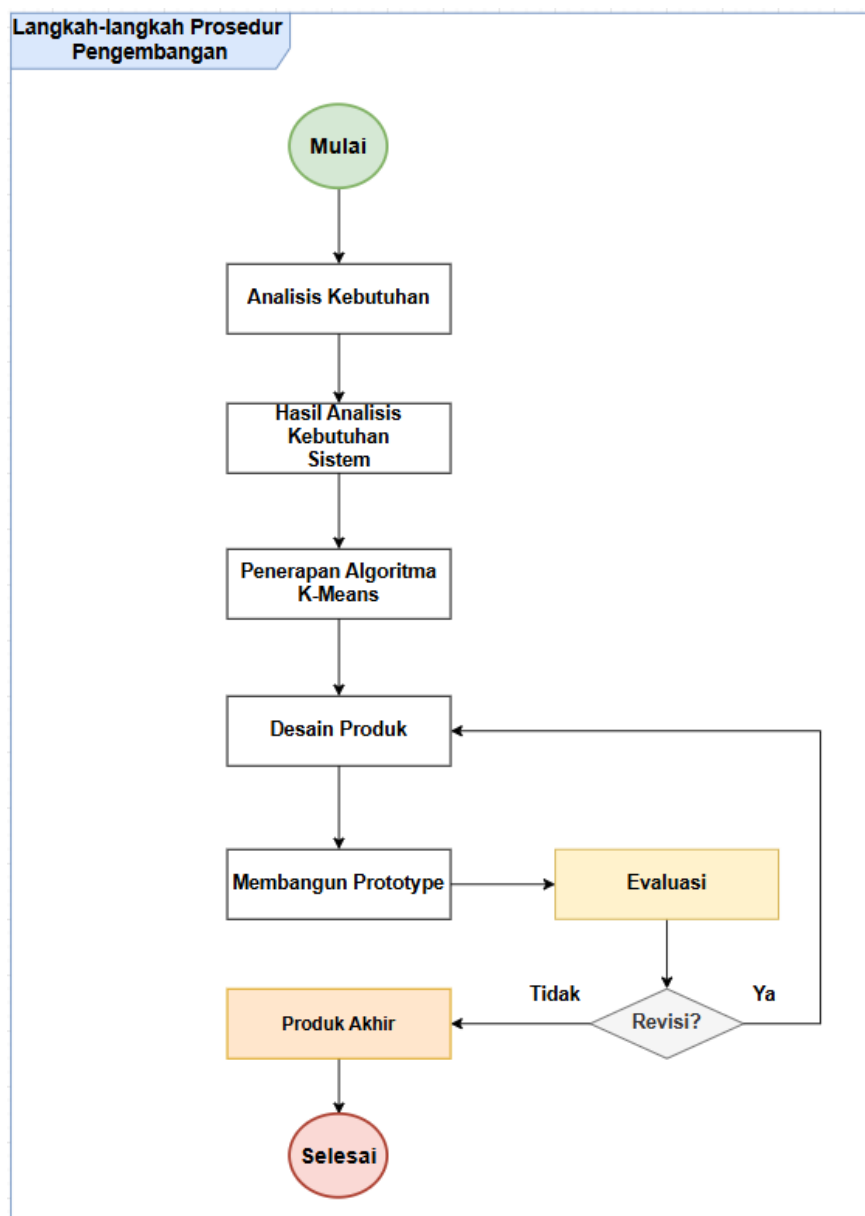


**Gambar 3. 4 Model Prosedur Prototipe**  
 Prosedur model prototyping dimulai dengan tahap pengumpulan kebutuhan, di mana pengembang mendengarkan masukan dan keluhan dari pelanggan untuk memahami sistem yang sedang berjalan serta mengidentifikasi masalah yang ada. Tahap ini sangat penting agar solusi yang dirancang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Setelah kebutuhan teridentifikasi, pengembang melanjutkan ke tahap perancangan dan pembuatan prototipe sistem, yang berfungsi sebagai representasi awal dari sistem yang diinginkan dan memungkinkan pengujian ide secara lebih konkret. Selanjutnya, prototipe diuji dan dievaluasi oleh pengguna, di mana umpan balik mengenai kekurangan dan

masalah yang ditemukan digunakan untuk melakukan perbaikan. Proses ini bersifat iteratif, dengan fokus pada pengumpulan masukan pengguna untuk meningkatkan kualitas dan kesesuaian sistem. Dengan demikian, pendekatan prototyping memungkinkan terciptanya solusi yang lebih efektif dan memuaskan bagi pengguna akhir.

### C. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan adalah prosedur dari proses pengembangan. Berikut adalah langkah-langkah untuk proses pengembangan:



Gambar 3. 5 Langkah-langkah Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan dari penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- (1) Tahap analisis kebutuhan merupakan langkah awal dalam pengembangan sistem, di mana dilakukan evaluasi terhadap sistem yang akan digunakan untuk pemetaan wilayah penyebaran SPKLU. Pada tahap ini, pengumpulan data SPKLU dilakukan melalui wawancara dengan pihak terkait untuk memahami permasalahan yang ada, serta observasi langsung terhadap kondisi wilayah penyebaran SPKLU. Hasil dari analisis ini digunakan untuk menentukan sistem yang dibutuhkan serta pemilihan variabel yang relevan dalam proses pemetaan, sehingga sistem yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna secara efektif;
- (2) Tahap hasil analisis kebutuhan sistem merupakan proses pemodelan objek yang diperoleh dari analisis kebutuhan sebelumnya ke dalam bentuk diagram. Pada tahap ini, proses-proses dalam sistem yang akan dikembangkan direpresentasikan secara visual menggunakan diagram, sehingga alur kerja, entitas, dan interaksi antar komponen sistem dapat dipahami dengan jelas. Pemodelan ini menjadi dasar untuk tahap perancangan dan pengembangan sistem berikutnya;
- (3) Tahap penerapan algoritma K-Means merupakan proses implementasi metode K-Means clustering dengan memasukkan dataset yang berisi kondisi pemetaan wilayah penyebaran SPKLU. Pada tahap ini, data dianalisis untuk membentuk klaster berdasarkan kesamaan karakteristik, sehingga setiap SPKLU dapat dikelompokkan ke dalam cluster tertentu. Proses ini bertujuan untuk mempermudah identifikasi pola distribusi dan kepadatan SPKLU di wilayah yang diteliti;
- (4) Tahap desain produk merupakan proses perancangan aplikasi yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Pada tahap ini dibuat skema antarmuka, alur navigasi, dan struktur sistem agar aplikasi dapat berjalan sesuai fungsinya. Desain produk juga mencakup penyusunan fitur, tampilan visual, serta integrasi dengan algoritma K-Means untuk memastikan bahwa pemetaan wilayah penyebaran SPKLU dapat ditampilkan secara efektif dan mudah dipahami oleh pengguna;
- (5) Tahap membangun prototipe merupakan proses implementasi dari desain produk dengan mulai membuat rancangan prototipe secara nyata. Pada tahap ini dilakukan pengkodean (coding) dan penyusunan fitur-fitur aplikasi agar prototipe dapat berfungsi sesuai rancangan. Proses ini memungkinkan pengembang untuk menguji alur sistem, integrasi dengan algoritma K-Means, dan tampilan antarmuka sebelum prototipe diuji lebih lanjut oleh pengguna;

- (6) Tahap evaluasi merupakan proses untuk menilai sejauh mana prototipe yang telah dikembangkan berhasil memenuhi kebutuhan pengguna. Pada tahap ini, dilakukan pengujian produk baik oleh ahli sistem maupun pengguna akhir untuk mengidentifikasi kesesuaian fungsi dengan kebutuhan serta menemukan potensi kesalahan atau kekurangan pada aplikasi, sehingga perbaikan dapat dilakukan sebelum implementasi final;
- (7) Tahap revisi merupakan proses perbaikan prototipe berdasarkan temuan dari tahap evaluasi. Jika prototipe masih belum memenuhi kebutuhan pengguna atau ditemukan kekurangan, perbaikan akan dilakukan dengan kembali ke tahap desain produk. Namun, jika prototipe sudah sesuai dengan kebutuhan dan fungsionalitas yang diharapkan, maka hasilnya akan ditetapkan sebagai produk akhir;
- (8) Tahap produk akhir adalah fase di mana prototipe telah diperbaiki dan disempurnakan melalui seluruh tahapan evaluasi. Produk ini dinyatakan layak digunakan karena telah memenuhi kebutuhan pengguna dan memperoleh persetujuan dari ahli sistem maupun pengguna.

#### **D. Uji Coba Produk**

Setelah pengembangan produk selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan Uji Coba Produk. Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan data yang dapat digunakan untuk menilai sejauh mana produk yang dikembangkan efektif dan efisien. Uji coba ini akan dilaksanakan melalui beberapa prosedur berikut:

##### **1. Desain Uji Coba**

Dalam klasterisasi pemetaan wilayah penyebaran SPKLU yang akan dilakukan, uji coba dirancang dengan tahapan sebagai berikut:

##### **(a) Uji Coba Ahli Sistem Informasi**

Uji coba ini dilakukan dengan menguji sistem berdasarkan kaidah-kaidah pengujian sistem oleh para ahli di bidang sistem informasi. Pengujian dilakukan secara individual untuk memperoleh penilaian yang lebih akurat dan mendetail dari masing-masing ahli;

##### **(b) Uji Coba Pengguna**

Uji coba ini dilakukan oleh pengguna yang memiliki keterlibatan langsung dengan permasalahan pemetaan wilayah penyebaran SPKLU. Pengujian dilakukan secara individu untuk memastikan setiap pengguna dapat memberikan masukan yang spesifik dan akurat terhadap sistem yang dikembangkan.

## **2. Subjek Uji Coba**

Subjek uji coba perlu diidentifikasi dengan karakteristik yang jelas dan lengkap. Untuk uji coba ahli, melibatkan dua orang dosen dari Universitas Binaniaga Indonesia yang ahli di bidang sistem informasi. Sementara itu, subjek uji coba pengguna terdiri dari perwakilan bidang pemasaran (SAR) dan perencanaan (REN) dari perusahaan pengembang SPKLU, yang memiliki keterlibatan langsung dengan proses pemetaan wilayah penyebaran SPKLU.

## **3. Jenis Data**

### **(a) Sumber Data**

Sumber data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data yang didapatkan dari perusahaan pengembang SPKLU;

### **(b) Variabel penelitian**

Variabel penelitian ditentukan sesuai dengan data yang didapatkan, berdasarkan data yang didapatkan maka ditentukan variabel yang digunakan adalah kapasitas killowatt, jumlah transaksi, jumlah pemakaian daya killowatt, jumlah charger dan jumlah konektor.

## **4. Instrumen Pengumpulan Data**

Instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data pada uji coba produk sesuai dengan subjek uji coba sebagai berikut:

### **(a) Instrumen Untuk Ahli Sistem Informasi**

Pengujian ahli menggunakan blackbox, menurut (Niqotaini *et al.*, 2023, p. 113) Blackbox testing adalah teknik pengujian perangkat lunak yang menitikberatkan pada pengujian fungsionalitas sistem atau aplikasi tanpa memerlukan pemahaman tentang struktur internal, implementasi, atau kode programnya. Tujuan dari metode ini adalah menilai perilaku eksternal sistem dan memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan mengacu pada dokumentasi persyaratan sistem, antarmuka pengguna, serta spesifikasi lain yang relevan untuk menyusun kasus uji. Butir-butir pengujian blackbox dapat dilihat pada Tabel 3.1;

Tabel 3. 1 Tabel Pengujian Black-Box

| No | Skema Pengujian                                                       | Proses yang diuji/Test Case | Hasil yang diharapkan                                                                  | Hasil Pengujian |       |
|----|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|
|    |                                                                       |                             |                                                                                        | Ya              | Tidak |
| 1  | Username atau password benar                                          | Menu Login                  | Menampilkan halaman Dashboard                                                          |                 |       |
| 2  | Username atau password salah                                          | Menu Login                  | Memberitahukan bahwa data tidak sesuai                                                 |                 |       |
| 3  | Masuk ke halaman upload, menekan tombol "choose file".                | [Browse File] Excel         | Menampilkan folder local untuk mengambil file excel                                    |                 |       |
| 4  | Pilih file yang akan di Upload ke Database MySQL                      | [Browse File] Excel         | Menampilkan nama file yang dipilih dengan format .xlsx                                 |                 |       |
| 5  | Menekan tombol upload                                                 | [Upload File]               | Data excel berhasil di upload dan terbaca                                              |                 |       |
| 6  | Masih di halaman upload, menekan tombol mulai perhitungan normalisasi | [Proses hitung normalisasi] | Data yang sudah di upload sebelumnya berhasil di normalisasi dan di simpan ke database |                 |       |

| No | Skema Pengujian                                                                    | Proses yang diuji/Test Case                       | Hasil yang diharapkan                                                                                                                                                     | Hasil Pengujian |       |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|
|    |                                                                                    |                                                   |                                                                                                                                                                           | Ya              | Tidak |
| 7  | Setelah menekan tombol Mulai perhitungan normalisasi, lihat ke halaman normalisasi | Halaman Normalisasi                               | Menampilkan hasil data yang sudah di proses normalisasi                                                                                                                   |                 |       |
| 8  | Balik ke halaman upload, menekan tombol mulai perhitungan K-Means                  | [Proses hitung Kmeans dan Silhouette Coefficient] | Data yang sudah proses normalisasi berhasil di hitung dan disimpan ke database                                                                                            |                 |       |
| 9  | Setelah menekan tombol upload, lihat ke halaman perhitungan                        | Halaman Perhitungan                               | Menampilkan hasil keseluruhan klasterisasi, hasil data pada setiap klaster, jumlah iterasi, centroid tiap iterasi, silhouette coefficient, dan nilai silhouette tiap data |                 |       |
| 10 | Menekan tombol hasil pemetaan                                                      | Halaman hasil pemetaan klaster                    | Menampilkan pie chart dan peta maps, jumlah data pada setiap cluster.                                                                                                     |                 |       |
| 11 | Menekan tombol logout                                                              | Logout                                            | Kembali menampilkan halaman login                                                                                                                                         |                 |       |

Sumber: (Wicaksono, 2022, p. 141)

(b) Instrumen Untuk Pengguna

Pengujian oleh pengguna dilakukan dengan memanfaatkan kuesioner Post-Study Usability Questionnaire (PSSUQ) untuk menilai kepuasan pengguna terhadap sistem serta mengidentifikasi perbedaan signifikan dalam tingkat kesulitan penggunaan sistem atau aplikasi. PSSUQ tersedia dalam tiga versi dengan jumlah butir pertanyaan yang berbeda, di mana versi ketiga memiliki 16 butir pertanyaan dengan interval kepercayaan 99%. Instrumen ini dipilih karena PSSUQ menyediakan indikator penilaian yang lebih spesifik dibandingkan kuesioner lain, sehingga mampu mengukur kegunaan sistem dengan lebih tepat. Butir-butir pertanyaan pada PSSUQ versi 3 dapat dilihat pada Tabel 3.2;

Tabel 3. 2 Pertanyaan Pada PSSUQ Untuk Pengguna

| No | Pertanyaan                                                                                            | Sangat Tidak Setuju - Sangat Setuju |   |   |   |   |   |   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
|    |                                                                                                       | 1                                   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1  | Secara keseluruhan, saya puas dengan kemudahan penggunaan aplikasi ini                                |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 2  | Aplikasi mudah digunakan                                                                              |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 3  | Saya bisa menyelesaikan tugas-tugas dan sekenario menggunakan aplikasi ini                            |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 4  | Saya merasa nyaman menggunakan aplikasi ini                                                           |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 5  | Sangat mudah untuk belajar menggunakan aplikasi ini                                                   |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 6  | Saya yakin saya bisa menjadi produktif dengan cepat menggunakan aplikasi ini                          |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 7  | Aplikasi memberikan pesan kesalahan yang dengan jelas memberi tahu saya cara memperbaiki masalah      |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 8  | Setiap kali saya membuat kesalahan menggunakan aplikasi, saya dapat memulihkan dengan mudah dan cepat |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 9  | Informasi (misalnya, bantuan online, pesan di layar dan dokumentasi lainnya) yang                     |                                     |   |   |   |   |   |   |

| No | Pertanyaan                                                                 | Sangat Tidak Setuju - Sangat Setuju |   |   |   |   |   |   |
|----|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
|    |                                                                            | 1                                   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|    | disediakan dengan aplikasi ini jelas                                       |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 10 | sangat mudah untuk menemukan informasi yang saya butuhkan                  |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 11 | Informasinya efektif dalam membantu saya menyelesaikan tugas dan sekenario |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 12 | Organisasi informasi pada layar aplikasi jelas                             |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 13 | Antarmuka apliksasi ini menyenangkan                                       |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 14 | Saya suka menggunakan antarmuka aplikasi ini                               |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 15 | Aplikasi ini memiliki semua fungsi dan kemampuan yang saya harapkan        |                                     |   |   |   |   |   |   |
| 16 | Secara keseluruhan, saya puas dengan aplikasi ini                          |                                     |   |   |   |   |   |   |

Sumber: (Wahyuni, 2023, p. 54)

Setiap butir pertanyaan PSSUQ menghasilkan empat nilai yaitu Overall, System Quality (SysQual), Information Quality (InfoQual), Interface Quality (IntQual).

#### (c) Skala Penelitian

Berbagai skala sikap yang sering diterapkan dalam penelitian di bidang Administrasi, Pendidikan, dan Ilmu Sosial meliputi beberapa jenis (Sugiyono, 2010, p. 93):

##### (1) Skala Likert

Skala Likert adalah metode yang digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi individu maupun kelompok terhadap suatu fenomena sosial tertentu. Dalam konteks penelitian, fenomena sosial ini telah dirumuskan secara spesifik oleh peneliti dan selanjutnya disebut sebagai variabel penelitian. Dengan menggunakan skala Likert, variabel

tersebut dijabarkan ke dalam indikator-indikator yang lebih terukur. Setiap indikator kemudian dijadikan dasar untuk menyusun item instrumen penelitian, yang bisa berupa pernyataan maupun pertanyaan, sehingga memudahkan peneliti dalam memperoleh data kuantitatif mengenai sikap atau persepsi responden (Sugiyono, 2010, p. 93). Tabel berikut menyajikan skor pada skala Likert yang digunakan dalam penelitian ini, di mana setiap jawaban responden diberi nilai tertentu untuk memudahkan pengolahan dan analisis data;

Tabel 3. 3 Nilai Skor Skala Likert

| No | Jawaban             | Nilai Skor |
|----|---------------------|------------|
| 1  | Sangat Setuju       | 7          |
| 2  | Setuju              | 6          |
| 3  | Agak Setuju         | 5          |
| 4  | Netral              | 4          |
| 5  | Agak Tidak Setuju   | 3          |
| 6  | Tidak Setuju        | 2          |
| 7  | Sangat Tidak Setuju | 1          |

Sumber: (Sugiyono, 2010, p. 93)

## (2) Skala Guttman

Dalam penelitian ini, skala pengukuran yang digunakan adalah skala Guttman. Skala ini bersifat dikotomi sehingga setiap pertanyaan hanya memiliki dua jawaban yang tegas, seperti "ya–tidak", "benar–salah", "pernah–tidak pernah", atau "positif–negatif". Data yang diperoleh melalui skala Guttman berupa data interval atau rasio dengan dua alternatif jawaban. Berbeda dengan skala Likert yang memiliki beberapa tingkat penilaian seperti 3, 4, 5, 6, atau 7 interval mulai dari "sangat setuju" hingga "sangat tidak setuju", skala Guttman hanya memberikan dua pilihan jawaban, yaitu "setuju" atau "tidak setuju". Skala ini memudahkan peneliti untuk memperoleh jawaban yang jelas dan spesifik dari responden (Sugiyono, 2010, p. 96). Berikut ini disajikan skor yang digunakan pada skala Guttman dalam penelitian ini, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 3.4;

Tabel 3. 4 Nilai Skor Skala Guttman

| Alternatif Jawaban | Skor Alternatif Jawaban |         |
|--------------------|-------------------------|---------|
|                    | Positif                 | Negatif |
| Ya                 | 1                       | 0       |
| Tidak              | 0                       | 1       |

Sumber: (Sugiyono, 2010, p. 96)

## 5. Teknik Analisis Data

### (a) Uji Produk

Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan menggunakan metode persentase kelayakan. Metode ini dipilih karena mampu membantu dalam pengambilan keputusan secara lebih akurat dengan mengacu pada nilai persentase yang telah memiliki standar ukuran kelayakan tertentu. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase kelayakan ditunjukkan sebagai berikut:

$$\text{Persentase kelayakan}(\%) = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Dalam penelitian ini, digunakan lima kategori kelayakan untuk menafsirkan hasil persentase. Skala ini menunjukkan rentang nilai persentase, mulai dari 0% sebagai nilai terendah hingga 100% sebagai nilai tertinggi. Pembagian rentang masing-masing kategori kelayakan mengikuti acuan (Fayrus and Slamet, 2022, p. 53) yang dapat dilihat pada Tabel 3.5;

Tabel 3. 5 Rentang Kategori Kelayakan

| Interval (100%) | Klasifikasi        |
|-----------------|--------------------|
| 81 - 100        | Sangat Layak       |
| 61 – 80         | Layak              |
| 41 – 60         | Cukup              |
| 21 - 40         | Tidak Layak        |
| 1 – 20          | Sangat Tidak Layak |

Sumber: (Fayrus and Slamet, 2022, p. 53)

Acuan penilaian data yang diperoleh dari validasi pengguna menggunakan rentang kategori kelayakan yang disajikan pada tabel. Contoh

tersebut dijadikan pedoman untuk menentukan rentang kategori kelayakan yang diterapkan dalam penelitian ini.

(b) Uji Hasil

*Silhouette Coefficient* adalah metode yang digunakan untuk memvalidasi dan menafsirkan kumpulan data dengan tujuan menilai kualitas dan kekuatan suatu klaster, serta seberapa baik setiap objek ditempatkan dalam klaster tersebut. Metode ini dipilih karena mampu mengukur ketepatan pembagian klaster, sehingga sangat sesuai digunakan sebagai alat evaluasi hasil clustering menggunakan algoritma K-Means. Nilai *Silhouette Coefficient* yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.4. Menurut (Rousseeuw, 1987, p. 55) berikut tahapan perhitungan *Silhouette Coefficient*;

- (1) menghitung rata-rata jarak dari suatu data dengan permisalan i dengan semua data lain yang berada dalam satu klaster;

$$a(i) = \frac{1}{|A| - 1} \sum_{j \in A, j \neq i} d(i, j)$$

dengan j adalah data lain dalam suatu klaster A dan d(i, j) merupakan jarak antara data i dengan j;

- (2) menghitung rata-rata jarak dari data i tersebut dengan semua data pada klaster lain dan diambil nilai terkecilnya;

$$a(i, C) = \frac{1}{|A|} \sum_{j \in C} d(i, j)$$

dengan d (i, j) merupakan jarak rata-rata data i dengan semua objek pada klaster lain C dimana  $A \neq C$ ;

$$b(i) = \min_{C \neq A} d(i, C)$$

- (3) dengan rumus Silhouette Coefficient sebagai berikut;

$$s(i) = \frac{(b(i) - a(i))}{\max(a(i), b(i))}$$

dimana s(i) merupakan semua rata-rata pada semua data.