

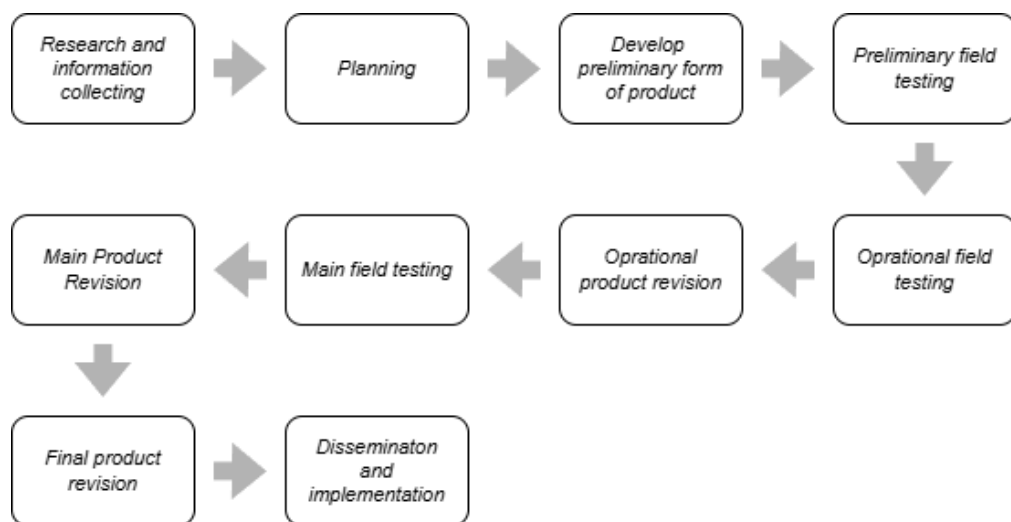
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN

A. Metode Penelitian dan Pengembangan

Penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*research and development/R&D*). R&D lebih menekankan pada proses memvalidasi dan mengembangkan produk melalui tahapan meneliti, merancang, memproduksi dan menguji validasi produk. Untuk mengembangkan sistem evaluasi dan peningkatan kompetensi guru dengan melakukan klasterisasi data penilaian kompetensi guru dilalui beberapa tahapan mengacu pada pentahapan.

Implementas yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagi berikut :



Gambar 3.1 Langkah-langkah penelitian dan pengembangan

Langkah 1, dan 2 dilakukan dengan metode deskriptif, yaitu :

- 1) *research and information collecting*; yaitu melakukan analisis kebutuhan, studi pustaka mengenai penilaian kompetensi guru di SMK, melihat bagaimana proses penilaiannya dan kriteria-kriteria yang dinilai sehingga mendapatkan hasil akhir berupa klaster guru berdasarkan tingkat kompetensinya;
- 2) *planning*; yaitu membuat perencanaan, perumusan tujuan, serta uji coba kelayakan penelitian dengan proses wawancara kepada manajemen sekolah khususnya di SMK terkait proses evaluasi dan peningkatan kompetensi guru;

Langkah 3, 4, 5, 6, 7, 8 dilakukan dengan metode evaluatif, yaitu :

- 3) *develop preliminary form a product*; yaitu menyiapkan uji desain dan instrumen evaluasi sistem klasterisasi guru untuk evaluasi dan peningkatan kompetensi guru di SMK.
- 4) *Preliminary field testing*; yaitu melakukan uji coba produk sistem klasterisasi guru dengan algoritma K-Means untuk evaluasi dan peningkatan kompetensi guru di SMK dengan pihak terkait dan mengobservasinya dalam bentuk wawancara ataupun kuesioner sehingga hasil yang diberikan sesuai dengan kebutuhan;
- 5) *main product revision*; yaitu setelah melakukan uji coba pertama sistem yang telah dibuat diperbaiki sesuai dengan saran dan masukan dari pengguna;
- 6) *main field testing*; yaitu sistem yang telah dibuat diuji efektivitasnya dari segi desain apakah sesuai dengan pola penilaian yang ada di SMK;
- 7) *operation product revision*; yaitu melakukan perbaikan-perbaikan produk berdasarkan hasil uji coba sebelumnya agar sesuai dengan prosedur penilaian yang ada di SMK;
- 8) *oprational field testing*; yaitu melakukan uji coba lapangan kepada *end user* yang terlibat langsung dengan bentuk angket wawancara ataupun observasi yang tentunya harus dianalisa apakah sistem yang sudah dibangun dapat menyelesaikan masalah evaluasi dan peningkatan kompetensi guru di SMK;

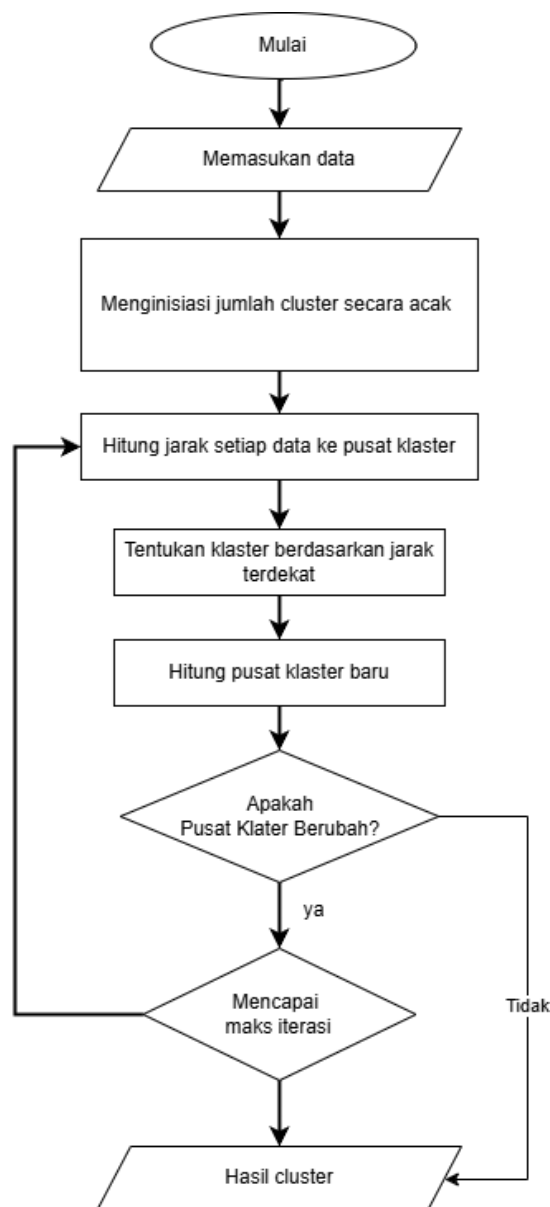
langkah 9, dan 10 dilakukan dengan metode eksperimen, yaitu:

- 9) *final product revision*; yaitu melakukan perbaikan dengan akurat dari hasil revisi saat uji coba lapangan;
- 10) *dissemination and implementation*; yaitu mengimplementasikan produk berupa sistem klasterisasi guru untuk evaluasi dan peningkatan kompetensi guru di SMK dan membuat laporannya.

B. Model/Metode yang diusulkan

Model/metode yang diusulkan untuk penelitian ini adalah:

- 1) Model teoritis yaitu pemodelan data mining dengan algoritma K-Means clustering untuk mendapatkan kluster guru berdasarkan kompetensi guru;
K-Means merupakan salah satu metode clustering yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam sejumlah cluster berdasarkan kemiripan karakteristik. Algoritma ini bekerja dengan cara menentukan sejumlah pusat cluster secara acak, kemudian mengelompokkan data berdasarkan jarak terdekat dari centroid tersebut



Gambar 3.2 Model Teoritis

Pseudocode algoritma K-Means Clustering :

1) Input : data yang akan diklasterisasi dimasukan ke dalam sistem

2) Menentukan :
Jumlah *Cluster* = 3
Maksimum iterasi = 100

3) Hitung jarak setiap data ke pusat kluster :

$$d_{(i,n)} = \sqrt{\sum (d_i - n_i)^2}$$

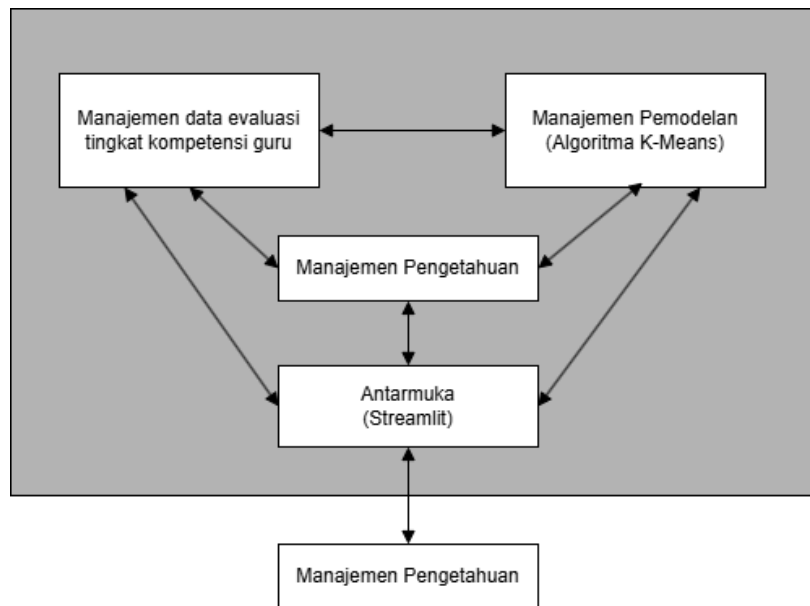
4) Tentukan anggota kluster berdasarkan jarak terdekat

5) Hitung pusat kluster baru

6) Cek konvergensi : apakah pusat cluster berubah atau iterasi maksimum tercapai

7) Output : Hasil Klasterisasi

- 2) Model konseptual yaitu pemodelan sistem penunjang keputusan (SPK) untuk merekomendasikan langkah evaluasi dan peningkatan kompetensi guru; Model konseptual dari penelitian dan pengembangan ini adalah pemodelan sistem pendukung keputusan (SPK), dimana pada dasarnya sistem yang dibangun adalah konsep penerapan sistem pendukung keputusan. Skema konseptual sistem pendukung keputusan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.3 Model Konseptual

Adapun komponen-komponen SPK pada gambar 3.3 kemudia dapatdijelaskan sebagai berikut:

- Manajemen data, mencakup data evaluasi guru yang dikumpulkan dari penilaian supervisi KBM guru. Data ini mencakup aspek penyajian materi, delivery, manajemen kelas, dan penilaian. Informasi ini menjadi input utama dalam proses klasterisasi menggunakan algoritma K-Means.
- Manajemen pemodelan, mencakup model atau metode yang digunakan yaitu metode K-Means yang digunakan untuk mengelompokkan guru berdasarkan tingkat kompetensinya.
- Manajemen pengetahuan, dimana hasil klasterisasi dikelola dalam sistem manajemen pengetahuan untuk menyimpan, mengolah, dan menyajikan informasi tentang tingkat kompetensi guru.
- Dialog Antarmuka, mencakup fasilitas untuk berkomunikasi antara pengguna dengan sistem. Laravel filament digunakan sebai antarmuka untuk memudahkan pengguna dalam mengakses dan mengelola data evaluasi serta hasil klasterisasi

- 3) Model prosedural untuk pengembangan produk aplikasi menggunakan model prototyping pada metode SDLC pengembangan perangkat lunak

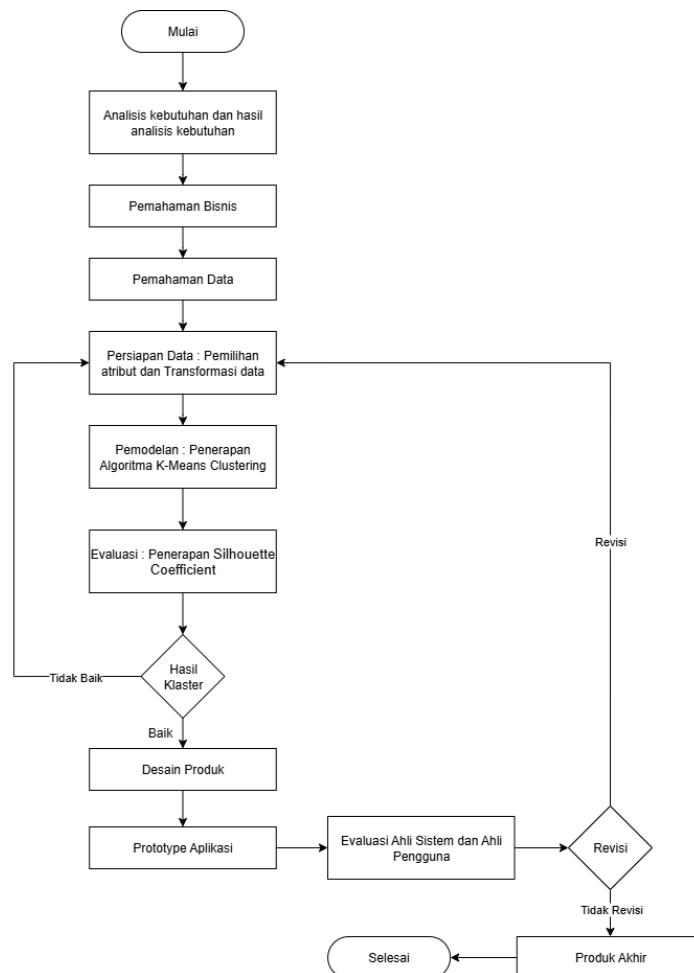
Model prototyping dipilih karena mampu memberikan gambaran awal sistem yang akan dikembangkan melalui pembuatan rancangan sementara (prototype) yang dapat dievaluasi dan diperbaiki secara iteratif. Pembuatan prototype dimulai dengan komunikasi intensif antara tim pengembang dan pengguna untuk mendefinisikan tujuan sistem, mengidentifikasi kebutuhan awal, serta menentukan bagian-bagian yang perlu disempurnakan pada iterasi selanjutnya. Dalam konteks penelitian ini, komunikasi dilakukan dengan pihak sekolah sebagai pengguna, untuk memperoleh kebutuhan utama terkait sistem pendukung keputusan evaluasi kompetensi guru. Dengan demikian, pengembangan aplikasi dapat lebih terarah, sesuai kebutuhan pengguna, serta memungkinkan adanya umpan balik secara cepat sebelum sistem final diimplementasikan.

C. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan merupakan serangkaian tahapan sistematis yang harus diikuti dalam penyelesaian sebuah penelitian, khususnya penelitian yang berorientasi pada pengembangan produk. Prosedur ini berfungsi sebagai pedoman agar proses penelitian berjalan terarah, terukur, dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Dengan adanya prosedur pengembangan, setiap langkah yang dilakukan peneliti dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah serta memudahkan dalam proses evaluasi maupun replikasi penelitian di masa yang akan datang.

Langkah-langkah dalam prosedur pengembangan pada penelitian ini mencakup proses mulai dari analisis kebutuhan, perancangan sistem, pembuatan rancangan awal atau prototype, uji coba terbatas, hingga tahap penyempurnaan produk. Setiap tahapan dilakukan secara bertahap dan berulang (iteratif) dengan melibatkan pengguna sebagai pihak yang memberikan masukan terhadap produk yang dikembangkan. Pendekatan ini dipandang penting agar produk akhir benar-benar sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan.

Secara visual, prosedur pengembangan penelitian ini digambarkan dalam bentuk bagan alur pada gambar berikut, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai alur kerja penelitian dari awal hingga tahap implementasi dan evaluasi produk. Prosedur pengembangan dalam penelitian yang dilakukan dapat digambarkan pada gambar 3.4 :



Gambar 3.4 Prosedur Pengembangan

Dapat dijelaskan prosedur pengembangan dari penelitian ini sebagaimana yang ditunjukkan oleh gambar diatas :

1. Analisis Kebutuhan dan Hasil Analisis kebutuhan

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi kebutuhan sekolah dalam mengevaluasi tingkat kompetensi guru. Proses ini melibatkan diskusi dengan pihak terkait, seperti kepala sekolah, wakil kepala sekolah bidang kurikulum, dan direktur pendidikan sekolah untuk memahami bagaimana pemetaan tingkat kompetensi guru dapat membantu meningkatkan kualitas pengajaran. Selain itu, ditentukan faktor-faktor evaluasi yang akan digunakan, seperti kemampuan penyajian materi, kemampuan delivery, kemampuan manajemen kelas dan proses penilaian terhadap peserta didik. Data awal mengenai kompetensi guru dikumpulkan untuk menjadi dasar analisis lebih lanjut.

2. Pemahaman Bisnis

Langkah ini berfokus pada pemahaman lebih dalam mengenai bagaimana pemetaan tingkat kompetensi guru dapat berdampak pada peningkatan kualitas pengajaran. Analisis ini dilakukan terhadap sistem evaluasi yang telah berjalan di sekolah dan bagaimana hasil pemetaan ini dapat digunakan oleh pejabat terkait sebagai pemangku kebijakan untuk merancang program peningkatan kompetensi guru yang lebih efektif.

3. Pemahaman Data

Dalam tahap ini, dilakukan eksplorasi dataset yang akan digunakan dalam penelitian. Data yang diperoleh dari hasil evaluasi guru diperiksa untuk memastikan kelengkapan dan kualitasnya. Data yang tidak relevan atau memiliki nilai kosong dibersihkan atau diolah agar dapat digunakan dalam proses klasterisasi dengan algoritma K-Means. Selain itu, dilakukan analisis terhadap data, seperti distribusi nilai dan variasi antar guru untuk memahami pola yang mungkin muncul dalam proses klasterisasi.

4. Persiapan Data : Pemilihan Data dan Transformasi Data

Setelah memahami karakteristik data, langkah berikutnya adalah melakukan pemilihan data yang relevan dan melakukan transformasi data agar sesuai dengan algoritma K-Means. Data hasil penilaian guru dikelompokkan berdasarkan indikator yang telah ditetapkan seperti penyajian materi, delivery, manajemen kelas, dan penilaian. Jika diperlukan, dilakukan normalisasi data untuk memastikan semua variabel memiliki bobot yang seimbang dalam proses klasterisasi.

5. Pemodelan : Penerapan Algoritma K-Means

Pada tahap ini, dilakukan implementasi algoritma K-Means untuk mengelompokkan guru berdasarkan tingkat kompetensi mereka. Algoritma ini akan membagi guru ke dalam masing-masing klaster yang memungkinkan interpretasi lebih fleksibel terkait tingkat kompetensi mereka. Hasil klasterisasi ini kemudian dianalisis untuk melihat apakah pembagian klaster telah sesuai dengan tujuan penelitian.

6. Evaluasi : Penerapan Silhouette Coefficient

Setelah pemodelan dilakukan, hasil klasterisasi dievaluasi menggunakan *Silhouette Coefficient* untuk mengukur sejauh mana hasil klasterisasi telah membentuk kelompok yang jelas dan terpisah satu sama lain. Jika nilai *Silhouette Coefficient* menunjukkan hasil yang baik, maka model dianggap valid. Namun, jika hasilnya tidak baik, maka diperlukan perbaikan pada proses pemilihan variabel, normalisasi data, atau parameter dalam algoritma K-Means.

7. Akurasi

Jika hasil evaluasi menunjukkan bahwa akurasi klasterisasi tidak baik, maka dilakukan revisi terhadap proses pemodelan, baik dari segi pemilihan variabel, preprocessing data, atau parameter yang digunakan dalam algoritma K-Means. Jika hasilnya baik, maka penelitian berlanjut ke tahap berikutnya.

8. Penyebaran Use Case

Setelah mendapatkan model klasterisasi yang valid, langkah selanjutnya adalah menentukan bagaimana hasil pemetaan ini dapat digunakan dalam pengambilan keputusan. Use case dikembangkan untuk mengintegrasikan hasil klasterisasi ke dalam sistem evaluasi guru.

9. Desain Produk

Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem atau aplikasi yang akan digunakan untuk menampilkan hasil pemetaan kompetensi guru. Sistem ini dirancang agar mudah digunakan oleh pejabat terkait, seperti kepala sekolah atau direktur pendidikan internal sekolah, sehingga mereka dapat dengan cepat melihat hasil klasterisasi dan mengambil tindakan yang sesuai.

10. Prototype Aplikasi

Berdasarkan desain yang telah dibuat, dikembangkan prototype aplikasi yang berfungsi sebagai alat bantu dalam menampilkan hasil pemetaan kompetensi guru. Prototype ini diuji secara internal untuk memastikan bahwa fitur-fitur utama dapat berjalan dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna.

11. Evaluasi Ahli Sistem dan Ahli Pengguna

Setelah prototype selesai, dilakukan evaluasi oleh ahli sistem informasi (Dosen Sistem Informasi) dan pengguna (Kepala Sekolah dan Staff TU bagian keguruan) untuk menilai sejauh mana aplikasi ini dapat digunakan secara efektif dalam konteks evaluasi guru dimana feedback yang diperoleh dari evaluasi ini menjadi dasar untuk perbaikan dan penyempurnaan prototype aplikasi.

12. Revisi

Jika dari evaluasi ahli ditemukan kekurangan atau fitur yang perlu ditingkatkan, maka dilakukan revisi pada sistem. Proses revisi ini memastikan bahwa prototype aplikasi benar-benar sesuai dengan kebutuhan pengguna dan dapat memberikan manfaat yang maksimal.

13. Produk Akhir

Setelah revisi dilakukan dan prototype aplikasi telah memenuhi kebutuhan pengguna, maka produk akhir dirilis. Aplikasi ini kemudian dapat digunakan oleh

pejabat terkait untuk melakukan evaluasi tingkat kompetensi guru secara lebih efektif dan berbasis data.

D. Uji Coba Produk

Uji coba produk dilakukan setelah produk selesai dikembangkan. Pada proses ini diharapkan data yang digunakan untuk menentukan tingkat efektivitas, efisiensi, serta daya tarik produk yang dihasilkan bisa didapatkan. Berikut adalah uji coba yang akan diusulkan :

1. Desain Uji Coba

a. Uji Coba Ahli Sistem Informasi

Uji cob ahli dilakukan oleh dua ahli sistem informasi untuk menguji segi ketepatan desain, kelayakan dan ketepatan informasi yang akan dihasilkan.

b. Uji Coba Pengguna

Uji coba pengguna dilakukan untuk mendapatkan umpan balik proses dan bentuk interaksi yang diinginkan pada oprasional aplikasi (*input – output*).

2. Subjek Uji Coba

Yang menjadi subjek uji coba pada pengembangan ini adalah subjek uji coba dari sisi ahli yaitu dua ahli sistem informasi, dalam hal ini Dosen Sistem Informasi dan subjek uji coba pengguna yaitu kepala sekolah sebagai pemangku kebijakan dan satu staff/pegawai pengguna aplikasi.

3. Jenis Data

a. Sumber Penelitian

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

1) Data Primer

Data primer adalah data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data ini harus dicari melalui narasumber atau dalam istilah teknisnya adalah responden, yaitu orang yang dijadikan objek penelitian atau orang yang dijadika sebagai sarana mendapatkan informasi ataupun data. Dalam hal ini data yang digunakan adalah instrumen draft wawancara yang digunakan untuk mengumpulkan informasi ataupun data. Selain itu untuk uji akhir produk menggunakan PSSUQ versi 2 sebagai instrumen pengumpulan data untuk uji pengguna dan ISO 9126 sabagai instrumen pengumpulan data untuk uji ahli.

2) Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen. Dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yang berasal dari data penilaian supervisi guru dan jurnal untuk mengetahui referensi ilmu yang berdasarkan metode atau permasalahan.

b. Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan pada tujuan penelitian. Empat kategori penilaian supervisi guru dijadikan sebagai variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini. Variabel yang digunakan meliputi nilai penyajian materi, nilai delivery, nilai manajemen kelas dan nilai proses assesmen/penilaian yang dilakukan.

4. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data yang digunakan adalah kuesioner tertutup dan diisi oleh responden.

a) Kuesioner Untuk Ahli Sistem Informasi

Kuesioner untuk uji ahli sistem informasi merujuk pada standarisasi ISO 9126 yang dibuat oleh *International Organization of Standarization* (ISO) dan *International Electrotechnical Commission* (IEC). ISO 9126 mendefinisikan kualitas produk Perangkat Lunak, model, karakteristik mutu, dan metrik terkait yang digunakan untuk mengevaluasi dan menetapkan kualitas sebuah produk software

Responden terdiri dari ahli sistem informasi yaitu 2 orang dosen Universitas Binaniaga Indonesia.

Tabel 3.1 Kuisoner Tertutup untuk Ahli Sistem Informasi

No	Sub Karakter	Pernyataan	Alternatif Jawaban				
			STS	TS	N	S	SS
Karakter : Functionality							
1	Suitability / kesesuaian	Kemampuan Perangkat Lunak untuk menyediakan serangkaian fungsi yang sesuai untuk					

No	Sub Karakter	Pernyataan	Alternatif Jawaban				
			STS	TS	N	S	SS
		tugastugas tertentu dan tujuan pengguna					
2	Accurateness / keakuratan	Kemampuan Perangkat Lunak dalam memberikan hasil yang presisi dan benar sesuai kebutuhan					
3	Security / keamanan	Kemampuan Perangkat Lunak untuk mencegah akses yang tidak diinginkan, menghadapi penyusup (hacker) maupun otorisasi dalam modifikasi data					
Karakter : Reability							
4	Maturity / maturitas	Kemampuan perangkat lunak untuk menghindari kegagalan akibat dari kesalahan					
5	Fault Tolerance / kesalahan	Kemampuan Perangkat Lunak dalam mempertahankan kinerjanya jika terjadi kesalahan Perangkat Lunak					
Karakter : Usability							

No	Sub Karakter	Pernyataan	Alternatif Jawaban				
			STS	TS	N	S	SS
6	Understandbility	Kemampuan Perangkat Lunak dalam kemudahan untuk dipahami					
7	Learnability	Kemampuan Perangkat Lunak dalam kemudahan untuk dipelajari					
8	Operability	Kemampuan Perangkat Lunak dalam kemudahan untuk dioperasikan					
9	Attractiveness	Kemampuan Perangkat Lunak dalam menarik pengguna					
Karakter : Efficiency							
10	Time Behaviour	Kemampuan Perangkat Lunak dalam memberika respon dan waktu pengelolaan yang sesuai saat melakukan fungsinya					
11	Resource utilization	Kemampuan Perangkat Lunak dalam menggunakan sumber daya yang dimilikinya ketika melakukan fungsi yang ditentukan					
Karakter : Maintainability							

No	Sub Karakter	Pernyataan	Alternatif Jawaban				
			STS	TS	N	S	SS
12	Analysability	Kemampuan Perangkat Lunak dalam mendiagnosis kekurangan atau penyebab kegagalan					
13	Changeability	Kemampuan Perangkat Lunak untuk dimodifikasi					
14	Testability	Kemampuan Perangkat Lunak untuk dimodifikasi dan divalidasi Perangkat Lunak lain.					
Karakter : Portability							
15	Adaptability	Kemampuan Perangkat Lunak untuk diadaptasi pada lingkungan berbeda-beda					
16	Instalability	Kemampuan Perangkat Lunak untuk diinstall dalam lingkungan yang berbeda-beda					
17	Coexistence	Kemampuan Perangkat Lunak untuk berdampingan dengan Perangkat Lunak lainnya dalam satu lingkungan dengan berbagai sumber daya					

No	Sub Karakter	Pernyataan	Alternatif Jawaban				
			STS	TS	N	S	SS
18	Replaceability	Kemampuan Perangkat Lunak untuk digunakan sebagai pengganti Perangkat Lunak lainnya					

(Sumber : ISO)

b) Instrumen Untuk Pengguna sebagaimana pada tabel berikut :

Tabel 3.2 Kuesioner Tertutup Untuk Pengguna

No	Pernyataan	Alternatif Jawaban				
		5	4	3	2	1
1	Secara keseluruhan, saya merasa puas dengan kemudahan penggunaan sistem ini					
2	Mudah untuk menggunakan sistem ini					
3	Saya dapat menyelesaikan tugas saya dengan efektif ketika menggunakan sistem ini					
4	Saya dapat dengan cepat menyelesaikan pekerjaan saya menggunakan sistem ini					
5	Saya dapat menyelesaikan tugas saya dengan efisien ketika menggunakan sistem ini					
6	Saya merasa nyaman menggunakan sistem ini					
7	Saya yakin saya akan lebih produktif ketika menggunakan sistem ini					
8	Sistem ini sangat mudah dipelajari					

No	Pernyataan	Alteratif Jawaban				
		5	4	3	2	1
9	Jika terjadi <i>error</i> , sistem ini memberikan pesan pemberitahuan tentang langkah yang saya lakukan untuk mengatasi masalah					
10	Setiap kali saya melakukan kesalahan dalam menggunakan sistem ini, saya dpat mengatasinya dengan mudah dan cepat					
11	Informasi yang disediakan sitem ini sangat jelas					
12	Mudah untuk menemukan informasi yang saya butuhkan					
13	Informasi yang diberikan oleh sistem ini sangat mudah dipahami					
14	Informasi yang diberikan efektif dalam membantu saya menyelesaikan pekerjaan saya					
15	Tata letak informasi yang terdapat di sistem sangat jelas					
16	Tampilan sistem ini sangat memudahkan saya					
17	Saya suka menggunakan tampilan sisem semacam ini					
18	Sistem ini memberikan semua fungsi dan kapabilitas yang saya perlukan					
19	Secara keseluruhan, saya sangat puas dengan kinerja sistem ini					

(Sumber : Lewis, (1995))

c) Skala Penilaian Instrumen Untuk Pengguna

1) Skala Likert

Teknik pengolahan data menggunakan pengukuran skala Likert adalah untuk mengukur sikap, pendapat dan persepsi tentang sebuah fenomena. Dengan skala likert tersebut responden diminta untuk menggunakan aplikasi penentuan guru terbaik dengan mengisi kuisisioner memberikan tingkat pertimbangan dari pilihan positif hingga negatif terhadap pernyataan-pernyataan. Terdapat pilihan jawaban yaitu dari sangat setuju hingga sangat tidak setuju. Data kualitatif diubah berdasarkan bobot skor satu, dua, tiga, empat dan lima yang kemudian dihitung persentasenya menggunakan rumus kelayakan. Tabel skala likert dan bobot dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.3 Skala Likert

No	Kategori	Skor
1	Sangat sesuai	5
2	Sesuai	4
3	Cukup sesuai	3
4	Tidak sesuai	2
5	Sangat tidak sesuai	1

5. Teknik Analisa Data

Analisis data yang digunakan untuk penelitian ini yaitu analisis statistik deskriptif. Statistik deskriptif digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi.

Analisis yang dilakukan, yaitu :

- a) Untuk Uji Produk; analisis data dilakuakn melalui kegiatan mengumpulkan dan menyusun informasi yang diperoleh dari wawancara, catatan lapangan dan berbagai bahan dengan sengaja, dengan tujuan agar dapat dirasakan dan penemuannya dapat diinformasikan. Pengujian produk dilakukan dengan

metode analisis data menggunakan presentase kelayakan. Adapun presentase yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

Terdapat 5 kategori kelayakan dengan memperhatikan rentang dari bilangan presentase. Nilai yang diharapkan adalah 100% dan minimum 0%. Pemagian rentang nilai kategori kelayakan menurut (Arikunto, 2009) pada tabel 3.4 berikut :

Tabel 3.4 Rentang Kategori Kelayakan

Presentase Pencapaian	Interpretasi
<21%	Sangat tidak layak
21% - 40%	Tidak layak
41% – 60%	Cukup layak
61% - 80%	Layak
81% - 100%	Sangat layak

- b) Uji Hasil; teknik yang dilakukan untuk uji hasil pada penelitian ini adalah dengan uji *Silhouette Coefficient* yang merupakan pengujian yang menilai kualitas klaster dengan mengukur seberapa baik setiap titik sesuai dengan klaster yang ditegaskan (Ha, Kambe dan Pe, 2011a) dengan rumus :

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

Dimana :

$s(i)$ = nilai silhouette untuk titik data i

$a(i)$ = rata-rata jarak antara titi i dengan semua titik lain dalam klasternya sendiri (kohesi)

$b(i)$ = rata-rata jarak antara titi i dengan semua titik dalam klaster terdekat lainnya (separasi)

1) Hitung $a(i)$

Untuk setiap titik data i dalam klaster tertentu, hitung rata-rata ke semua titik lain dalam klaster yang sama. Dimana semakin kecil nilai $a(i)$, semakin baik karena menunjukkan bahwa titik tersebut dekat dengan klasternya.

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

Dimana :

C adalah klaster tempat titik i berada

$d(i, j)$ adalah jarak antara titik i dan titik j

2) Hitung $b(i)$

Untuk setiap titik data i , hitung jarak rata-rata ke semua titik dalam klaster terdekat yang berbeda dari klaster i . dimana klaster terdekat adalah klaster dengan rata-rata jarak terkecil ke titik i

$$b(i) = \min_{C' \neq C} \frac{1}{|C'|} \sum_{j \in C'} d(i, j)$$

Dimana :

C' adalah klaster terdekat yang berbeda dari klaster C

$d(i, j)$ adalah jarak antara titik i dan titik j dalam klaster C'

3) Hitung Silhouette Score

Masukan hasil perhitungan sebelumnya ke dalam rumus berikut

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

- a) Jika $s(i)$ mendekati 1, artinya titik sangat sesuai dengan klasternya
- b) Jika $s(i)$ mendekati 0, artinya titik tersebut berada diperbatasan antara dua klaster

c) Jika $s(i)$ mendekati -1, artinya titik lebih cocok berada di kluster lain

4) Hitung Silhouette Score rata-rata untuk seluruh dataset

Rata-rata semua nilai $s(i)$ dari seluruh titik dalam dataset :

$$S = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N s(i)$$

Dimana N adalah jumlah total titik data.