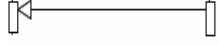
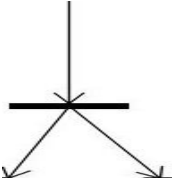
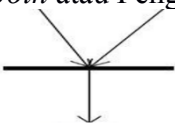


3		<i>Message</i>	Spesifikasi dari komunikasi antar objek yang memuat informasi-informasi tentang aktifitas yang terjadi.
4		<i>Actor</i>	Komponen ini bertindak sebagai perwakilan seorang pengguna yang berinteraksi baik di dalam, maupun di luar sistem.

5. Simbol *Activity Diagram*

Simbol	Deskripsi
<i>Start Point</i> 	<i>Start Point</i> , diletakkan pada pojok kiri atas dan merupakan awal aktivitas.
<i>End Point</i> 	<i>End Point</i> , akhir aktivitas.
<i>Activities</i> 	<i>Activities</i> , menggambarkan suatu proses atau kegiatan bisnis.
<i>Fork atau Percabangan</i> 	<i>Fork</i> atau percabangan, digunakan untuk menunjukan kegiatan yang dilakukan secara paralel untuk menggabungkan dua kegiatan paralel menjadi satu.
<i>Join atau Penggabungan</i> 	<i>Join</i> (penggabungan) atau <i>rake</i> , digunakan untuk menunjukan adanya dekomposisi
<i>Decision Points</i>	<i>Decision points</i> , menggambarkan pilihan untuk pengambilan keputusan, <i>true</i> atau <i>false</i> .

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan jalan raya sudah ada sejak zaman dahulu, ada yang mengatakan jalan muncul pada masa 3000 SM (Sebelum Masehi). Contohnya Jalur Kuning, yang meliputi Yunani dan Tuscany hingga Laut Baltik, adalah jalan tertua di Eropa. Di Asia Timur, Cina membangun jalan yang menghubungkan kota-kota utama. Di Indonesia, Jalan Raya Pos melintasi utara Pulau Jawa dari Anyer di Banten hingga Panarukan di Jawa Timur. Selama pemerintahan Gubernur Jendral Herman Willem Daendels, jalan pos dibangun untuk membantu orang berkomunikasi antar daerah yang dikuasai oleh Daendels.[1]

Jalan sendiri adalah sarana transportasi darat yang menghubungkan wilayah satu dengan lainnya dan juga pendukung utama kegiatan masyarakat baik yang bersifat ekonomi atau non-ekonomi. Jalan merupakan infrastruktur yang bersifat umum dimana semua kalangan dapat menggunakannya dalam keseharian terutama bagi masyarakat Rokan Hulu. Tersedianya jalan yang baik akan memberikan pelayanan terhadap kelancaran aktivitas masyarakat, sehingga jika terdapat kerusakan pada prasarana transportasi merupakan hal yang perlu dianalisis karena memberikan dampak yang cukup serius bagi pengguna jalan, selain itu kerusakan jalan dapat mempengaruhi pergerakan masyarakat sekitar.[2] Dimana masalah kondisi jalan menjadi suatu kendala yang tidak dapat dipungkiri dari setiap wilayah di Indonesia begitu juga di daerah Kabupaten Rokan Hulu.[3] Dengan adanya kerusakan jalan dapat mempengaruhi keamanan dan kenyamanan

pengguna jalan. Adanya Faktor lain dalam terjadinya kerusakan jalan seperti air, perubahan suhu, cuaca, temperatur udara, material konstruksi perkerasan, dan kondisi tanah dasar yang tidak stabil.[4]

Hasil wawancara dengan Pak Khoirul Fahmi, kabid jalan dan jembatan Bina Marga Kabupaten Rokan Hulu, menjelaskan bahwa sebelumnya laporan kerusakan jalan dilaporkan oleh pengamat jalan atau penyedia (konsultan) yang datang langsung ke lokasi untuk *survey* kondisi jalan yang dilakukan tiap tahun. Jika ada jalan yang mengalami kerusakan maka akan disampaikan melalui grup *WhatsApp* khusus bidang Bina Marga atau grup komunitas pengamat jalan Rokan Hulu, kelemahan menyampaikan informasi melalui grup *WhatsApp*, yaitu foto atau data yang sewaktu-waktu bisa hilang dan tidak tersimpan dengan aman. Adapun proses dalam pencatatan data kerusakan jalan masih menggunakan manual dengan membawa lembaran kertas *survey* kerusakan jalan oleh pihak konsultan, kemudian data diolah kembali ke dalam *Microsoft Excel* sehingga membutuhkan ketelitian dan waktu agar data yang diolah tepat dalam menentukan sebuah kriteria kerusakan jalan, dengan metode ini adanya ketidak efektifan dalam menentukan sebuah kriteria dikarenakan adanya potensi human *error* yang sangat besar. Dengan adanya kemajuan teknologi pada saat ini, belum tersedianya pelaporan sistem informasi geografis untuk pemetaan mengenai kerusakan jalan di rokan hulu secara *online* yang dapat menampilkan titik lokasi kerusakan jalan berdasarkan *cluster* tingkat kerusakan jalan. Dibutuhkan sebuah sistem informasi geografis pemetaan kerusakan jalan sehingga dapat mempermudah dalam hal

menindaklanjuti perbaikan jalan. Dimana masyarakat yang berperan aktif dalam memberikan laporan kerusakan jalan yang terjadi.

Salah satu metode yang digunakan dalam memecahkan masalah tersebut yaitu menggunakan metode *K-Means Clustering* yaitu untuk mengelompokkan tingkat kerusakan jalan. *K-Means* merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk *clustering*. Algoritma *K-Means* merupakan salah satu metode *clustering non hierarchical* yang memiliki waktu komputasi yang relatif cepat. Algoritma *K-Means* ini dimulai dengan menentukan terlebih dahulu berapa *cluster* yang ingin dibuat, selanjutnya menentukan nilai awal untuk masing-masing *cluster*, lalu menghitung jarak dari masing-masing data dengan nilai awal yang telah ditentukan.[5] *Clustering* atau analisis pengelompokan merupakan metode pengelompokan berdasarkan kemiripan (kedekatan).[6] Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat menghubungkan berbagai jenis data lokasi tertentu di bumi, menggabungkannya, menganalisisnya dan memetakan hasilnya. Di sisi lain pemetaan adalah proses pengukuran, perhitungan dan penggambaran permukaan bumi.

Penelitian mengenai sistem informasi geografis pemetaan menggunakan metode *K-Means* sudah banyak dilakukan. Seperti penelitian Diyah Puspita Ningrum yaitu "Sistem Informasi Geografis pemetaan faktor-faktor yang mempengaruhi angka kematian ibu (AKI) dan angka kematian bayi (AKB) dengan metode *K-Means Clustering* (studi kasus : provinsi Bengkulu)", mengungkapkan bahwa dapat mengetahui perbedaan dan status pengelompokan angka kematian ibu dan bayi di setiap Kota/Kabupaten di Provinsi Bengkulu

dengan memetakan angka kematian ibu dan bayi dalam 3 kelompok, yaitu rendah, sedang dan tinggi. Dengan hasil penelitian berhasil menerapkan metode *K-Means Clustering* Persentase AKI berdasarkan kota/kabupaten di Provinsi Bengkulu, sebagai berikut: 15% tingkat rendah, 65% berada di tingkat sedang dan 20% berada di tingkat tinggi. Sedangkan persentase AKB-nya 32,5% rendah, 60% sedang dan 7,5% berada di tingkat tinggi.[7]

Penelitian lain yang dilakukan oleh Fauzan Anto adalah “Pemetaan Sistem Informasi Geografis hasil produksi tebu dengan metode *K-Means* di Kabupaten Malang”. Tujuan dari sistem ini adalah untuk menampilkan data tentang perkebunan tebu di Kabupaten Malang dan membuat peta produksi tebu berdasarkan jumlah produksi tebu di setiap kecamatan. Dikelompokkan menjadi tiga kelompok berdasarkan jumlah produksi: tinggi, sedang, dan rendah. Hasil pengujian menunjukkan hasil Sangat Baik 28,58%, Baik 46,42%, Cukup Baik 25%, dan Kurang Baik 0%.[8]

Dari Penjelasan latar belakang di atas, dapat dibangunnya sebuah *website* ”**Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Kerusakan Jalan Se-Rokan Hulu Menggunakan Metode *K-Means Clustering***” dimana dapat menentukan titik lokasi kerusakan jalan yang ada berdasarkan laporan, serta menampilkan informasi dan pengelompokan data berdasarkan kriteria kerusakan.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, yang menjadi pokok permasalahan adalah :

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem informasi geografis untuk pemetaan kerusakan jalan se-Rokan Hulu?
2. Bagaimana mengelompokkan tingkat data kerusakan jalan menggunakan metode *K-Means Clustering*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membangun sistem informasi geografis untuk pemetaan kerusakan jalan se-Rokan Hulu.
2. Mengelompokkan tingkat data kerusakan jalan menggunakan metode *K-Means Clustering*.

1.4 Batasan Masalah

Supaya tujuan penelitian dapat tertuju, adapun batasan masalah nya sebagai berikut :

1. Metode yang digunakan dalam pemetaan kerusakan jalan se-Rokan Hulu menggunakan metode *K-Means Clustering*.
2. Pembahasan dibatasi hanya menentukan titik lokasi dan informasi kerusakan jalan berdasarkan laporan masyarakat.
3. Penelitian hanya mengelompokkan tiga *cluster* tingkat kerusakan jalan terdiri dari kerusakan ringan, sedang, dan berat.
4. Dalam merancang serta mengolah data kerusakan jalan, peneliti menggunakan data pada tahun 2023 yang didapat dari bidang Bina Marga.
5. Sistem ini masih berjalan secara *online* dan bisa dikembangkan lagi secara *offline* agar bisa dipergunakan oleh masyarakat luas.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat yaitu mempermudah dinas Bina Marga dalam menerima, mengelola, data kerusakan jalan yang ada di Rokan Hulu dan dapat ditangani dengan segera, serta masyarakat mengetahui informasi tentang kerusakan jalan yang ada.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan skripsi ini terdiri dari beberapa pokok-pokok permasalahan yang dibahas dan diuraikan menjadi beberapa bagian :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang pemilihan judul skripsi Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Kerusakan Jalan Se-Rokan Hulu Menggunakan Metode *K-Means Clustering*, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang teori-teori yang digunakan pada penelitian ini yang berhubungan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG), kerusakan jalan, metode *K-Means Clustering*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang tahapan-tahapan dalam pengumpulan data, perancangan sistem perumusan masalah dan analisa.

BAB 4 ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini berisi analisa dan perancangan Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Kerusakan Jalan Se-Rokan Hulu Menggunakan Metode *K-Means Clustering*.

BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi implementasi dari analisa pengembangan perangkat lunak serta pengujian akhir terhadap sistem yang telah dibuat.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini berisi mengenai kesimpulan terhadap sistem yang dibuat dan saran untuk pengembangan terhadap sistem yang telah dibuat.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem

Sistem adalah kegiatan untuk melihat sistem yang sudah berjalan, melihat bagaimana yang bagus dan tidak bagus, dan kemudian mendokumentasikan kebutuhan yang akan dipenuhi dalam sistem yang baru, sedangkan pendapat lain mengatakan Sistem sebagai suatu jaringan kerja prosedur yang saling berhubungan, sistem yang lebih menekankan pada elemen atau komponen mendefinisikan sistem sebagai kumpulan elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu.[9]

Sistem adalah kumpulan bagian atau komponen yang saling berhubungan sehingga memungkinkan aliran data, materi, atau energi untuk mencapai suatu tujuan. Selain itu, sistem juga dapat didefinisikan sebagai kombinasi dari teknologi dan aktivitas individu yang berguna untuk membantu operasi dan manajemen. Dalam arti yang sangat luas, istilah sistem informasi yang sering digunakan merujuk kepada interaksi antara orang-orang, proses algoritmik, data, dan teknologi.[10]

2.1.1 Karakteristik Sistem

Karakteristik sistem memiliki beberapa komponen dalam mendukung sistem yaitu[11]:

1. Komponen Sistem (*System Components*), Suatu sistem tidak mungkin ada dalam lingkungan yang kosong, tetapi suatu sistem ada dan memiliki fungsi di dalam lingkungan yang berisi sistem lainnya. Suatu sistem juga

terdiri dari beberapa bagian yang saling berinteraksi satu sama lain dan melakukan kerja sama dalam membentuk satu kesatuan. Jika sebuah sistem merupakan salah satu dari bagian dari sistem lain yang lebih besar, maka sebuah sistem tersebut akan disebut dengan subsistem, sedangkan sistem lain yang lebih besar tersebut merupakan lingkungannya.

2. Batasan Sistem (*System Boundary*), Batas dari suatu sistem adalah pemisah atau pembatas antara sistem tersebut dengan sistem lain atau dengan lingkungan luarnya.
3. Lingkungan (*Environment*), Lingkungan adalah apapun di luar batas dari sebuah sistem yang dapat mempengaruhi operasi dari sistem tersebut, baik pengaruh yang merugikan maupun yang menguntungkan. Pengaruh yang merugikan ini tentunya harus ditahan dan dikendalikan sehingga tidak mengganggu keberlangsungan sistem. Sedangkan lingkungan yang menguntungkan harus dijaga agar dapat mendukung keberlangsungan operasi dari sistem tersebut.
4. Penghubung antar Komponen (*Interface*), Penghubung antar komponen adalah medium antara satu subsistem dengan subsistem yang lainnya. *Interface* inilah yang akan menjadi medium yang digunakan *input* (masukan) hingga *output* (keluaran). Dengan subsistem yang lain membentuk satu kesatuan.
5. Tujuan (*Goal*) dan Sasaran (*Objective*), Sebuah sistem pasti mempunyai sasaran (*objective*) atau tujuan (*goal*). Jika suatu sistem tidak mempunyai tujuan, maka operasi dari sistem tersebut tidak akan ada gunanya. Tujuan

inilah yang mengarahkan kemana suatu sistem tersebut berjalan. Tanpa adanya tujuan yang mengarahkan sistem, maka suatu sistem menjadi tidak terarah dan tidak terkendali.

2.2 Informasi

Informasi adalah kumpulan data yang sudah mengalami pemrosesan sehingga memiliki fungsi yang dapat digunakan untuk suatu keperluan dimana di dalamnya memiliki hubungan yang terkait antar data.[12] Informasi adalah sekumpulan komponen berupa manusia, teknologi dan prosedur untuk memproses dan menghasilkan informasi untuk mencapai suatu tujuan atau sasaran dan mengambil suatu keputusan. Informasi merupakan data yang telah diolah, dibentuk, ataupun dimanipulasi sesuai dengan keperluan tertentu bagi penggunaannya.[13]

2.3 Geografis

Istilah geografi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *geo* dan *graphein*. *Geo* artinya “bumi”, dan *graphein* berarti “lukisan”, “tulisan”, atau “deskripsi”. Secara sederhana geografi dapat didefinisikan sebagai ilmu yang menggambarkan atau mendeskripsikan tentang bumi. Definisi geografi secara luas adalah ilmu yang mempelajari atau mengkaji segala fenomena yang ada di permukaan bumi, seperti penduduk, flora, fauna, batuan, iklim, tanah, air, dan interaksi yang terjadi antara fenomena-fenomena tersebut.[14]

2.4 Sistem Informasi Geografis (SIG)

SIG sebagai sistem informasi yang digunakan untuk memasukan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah, menganalisis dan menghasilkan data bereferensi geografis atau data geospasial, untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan, sumber daya alam, lingkungan, transportasi, fasilitas kota, dan pelayanan umum lainnya.[15]

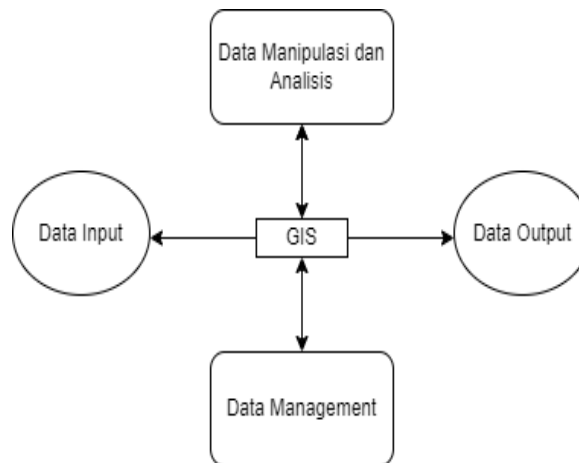
Sistem informasi geografis (SIG) adalah sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografi. Tujuan dari SIG adalah untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis objek-objek dan fenomena dimana lokasi geografi merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis. Oleh karena itu, SIG merupakan sistem komputer yang memiliki empat kemampuan berikut dalam menangani data yang bereferensi geografi yaitu *input*, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), analisis dan manipulasi data, dan *Output*. [16]

2.4.1 Sub Sistem pada Sistem Informasi Geografis (SIG)

Subsistem yang dimiliki oleh sistem informasi geografis (SIG) terbagi kedalam beberapa subsistem yaitu[17] :

1. *Data Input* : Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan dan menyimpan data spasial dan atributnya dari berbagai sumber.
2. *Data Output* : Subsistem ini menampilkan atau menghasilkan keluaran (termasuk mengeksponnya ke format yang dikehendaki) seluruh atau sebagian basisdata (spasial) baik dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy*.

3. *Data Management* : Subsistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun tabel-tabel atribut terkait ke dalam sebuah basis data sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil kembali atau di-*retrieve*, di-*update*, dan di-*edit*.
4. *Data Manipulation dan Analysis* : Subsistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh sistem informasi geografis. Selain itu, subsistem ini juga melakukan manipulasi dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.



Gambar 2.1 Sub-Sistem SIG

2.4.2 Komponen Sistem Informasi Geografis (SIG)

Komponen sistem informasi geografis adalah alat-alat pendukung yang digunakan untuk keperluan kerja dari sistem, beberapa komponen tersebut terdiri atas[18] :

1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat ini merupakan perangkat komputer yang secara fisik terlihat yang dapat mendukung analisis geografis dan pemetaan. Perangkat ini terdiri dari *digitizer* (alat untuk mengubah data teristris menjadi data

digital), *plotter* (alat untuk mencetak peta yang besar), *printer* (alat untuk mencetak peta yang relatif kecil), CPU atau *Central Processing Unit* (alat untuk pusat pemrosesan data digital, VDU atau *Visual Display* (alat untuk menayangkan hasil pemrosesan CPU), *Disk Drive* (alat untuk menghidupkan suatu program pada CPU) dan *Tape Drive* (alat untuk menyimpan data hasil pemrosesan pada CPU).

2. Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat ini berupa program-program yang mendukung kerja SIG, seperti *input* data, proses data, dan *output* data.

3. *Brainware*

Merupakan komponen yang bertanggung jawab sebagai pelaksana dalam proses pengumpulan, proses, analisis, dan publikasi data geografis. Seluruh komponen dalam Sistem Informasi Geografis memiliki keterkaitan satu sama lain yang tidak dapat dipisahkan selama program tersebut sedang bekerja.

2.4.3 Tahapan Cara Kerja Sistem Informasi Geografis (SIG)

Dalam sistem informasi geografis terdapat beberapa tahapan kerja, antara lain[18]:

1. Tahap Perolehan Data

Sistem informasi geografis membutuhkan data masukan sebagai sumber dalam pemetaan atau analisis informasi geografis. Data tersebut dapat diperoleh dari beberapa sumber antara lain data lapangan, data peta, data citra dan juga *database*.

2. Tahap *Input* Data

Setelah sumber data diperoleh baik data lapangan, data peta, data citra ataupun *database*, kemudian dimasukkan ke dalam suatu program sistem informasi geografis yang nantinya akan diolah dan dimanipulasi.

3. Tahap Pengolahan Manipulasi dan Analisis Data

Setelah sumber data geografis dimasukan, kemudian data tersebut akan diolah melalui serangkaian program sistem informasi geografis, analisis tersebut dapat berupa:

- a. Klasifikasi, yaitu data spasial yang telah dikelompokkan kemudian dijadikan data spasial yang baru.
- b. *Overlay*, yaitu analisis dan integrasikan data-data spasial yang berbeda.
- c. *Networking*, yaitu analisis yang mengacu pada jaringan memiliki garis-garis serta titik-titik yang akan terhubung.
- d. *Buffering*, yaitu analisis yang akan menghasilkan buffer/penyangga yang bisa berbentuk lingkaran atau poligon yang melingkupi suatu objek dan luas wilayahnya.

4. Tahap *Output* Data

Tahap ini merupakan tahap keluaran yang disajikan dari hasil pengolahan, manipulasi, dan analisis data. Keluaran ini dapat berbentuk peta, bagan, grafik, tabel, atau berupa hasil-hasil perhitungan.

2.5 Jalan

Menurut Undang-undang Jalan No. 38/2004, jalan didefinisikan sebagai prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.[19]

2.5.1 Klasifikasi Jalan

Menurut Undang-Undang No. 38 tahun 2004, jalan sesuai dengan peruntukannya terdiri atas jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum dikategorikan menurut sistem, fungsi, status, dan kelas. Sedangkan jalan khusus diperuntukkan bagi lalu lintas umum yang mengangkut barang dan jasa yang diperlukan.[20] Berikut klasifikasi tingkat kerusakan jalan yaitu :

1. Jalan dalam kondisi baik.
2. Jalan dalam kondisi rusak ringan.
3. Jalan dalam kondisi rusak sedang.
4. Jalan dalam kondisi rusak berat.

2.5.2 Jenis-jenis Kerusakan Jalan

Adapun jenis-jenis kerusakan jalan yang membuat ketidaknyamanan para pengendara pada saat melewati jalan yaitu[21]:

1. Bergelombang (*Corrugation*) yaitu Kerusakan yang diakibatkan karena terjadinya deformasi plastis yang menghasilkan gelombang-gelombang melintang atau tegak lurus arah perkerasan aspal.

2. Ambblas (*depression*) yaitu merupakan penurunan perkerasan yang terjadi pada area terbatas yang diikuti dengan retakan. Penurunan ditandai dengan adanya genangan air pada permukaan perkerasan yang membahayakan lalu lintas yang lewat.
3. Sungkur (*Shoving*) yaitu merupakan perpindahan permanen secara lokal dan memanjang dari permukaan perkerasan yang disebabkan oleh beban lalu lintas. Ketika lalu lintas mendorong perkerasan, maka mendadak timbul gelombang pendek di permukaannya.
4. Mengembang (*Swell*) yaitu gerakan ke atas lokal dari perkerasan akibat pengembangan (pembekuan air) dari tanah-dasar atau dari bagian struktur perkerasan. Perkerasan yang naik akibat tanah dasar yang mengembang ini dapat menyebabkan retaknya permukaan aspal.
5. Retak Berkelok-Kelok (*Meandering Cracks*) yaitu retak yang tidak saling berhubungan, polanya tidak teratur, dan arahnya bervariasi biasanya sendiri-sendiri.
6. Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracks*) yaitu retak yang berbentuk sebuah jaringan dari bidang persegi banyak (*poligon*) kecil-kecil menyerupai kulit buaya, dengan lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm.
7. Lubang (*Potholes*) yaitu lekukan permukaan perkerasan akibat hilangnya lapisan aus dan material lapis pondasi (*base*). Kerusakan berbentuk lubang kecil biasanya berdiameter kurang dari 0,9 m dan berbentuk mangkuk yang dapat berhubungan atau tidak berhubungan dengan kerusakan permukaan lainnya.

8. Retak Pinggir (*Edge Cracking*) / Pinggir Pecah (*Edge Breaks*) Retak pinggir biasanya terjadi sejajar dengan pinggir perkerasan dan berjarak sekitar 0,3 - 0,6 m dari pinggir. Akibat pecah di pinggir perkerasan, maka bagian ini menjadi tidak beraturan.
9. Jalur / Bahu Turun (*Lane / Shoulder Drop – Off*) Jalur/bahu jalan turun yaitu beda elevasi antara pinggir perkerasan dan bahu jalan, bahu jalan turun relatif terhadap pinggir perkerasan. Bentuk jalur/bahu turun pada permukaan jalan.
10. Pelapukan dan Pelepasan Butir (*Weathering and Raveling*) Kerusakan ini berupa terlepasnya beberapa butiran-butiran agregat pada permukaan perkerasan yang umumnya terjadi secara meluas. Kerusakan ini biasanya dimulai dengan terlepasnya material halus dahulu yang kemudian akan berlanjut terlepasnya material yang lebih besar (material kasar).

2.6 Pemetaan

Pemetaan adalah pengelompokkan suatu kumpulan wilayah yang berkaitan dengan beberapa letak geografis wilayah yang meliputi dataran tinggi, pegunungan, sumber daya dan potensi penduduk. Dengan kata lain, ilmu geografi dan pemetaan sama-sama membahas sesuatu yang berada di dalam atau di atas bumi selama itu berdampak pada permukaan bumi Untuk membuat peta yang dapat digunakan, biasanya diperlukan beberapa langkah, dimulai dengan pencarian dan pengumpulan data. Untuk membuat peta yang baik dan akurat, pemetaan harus dilakukan secara teratur.[22]

2.7 Data Mining

Data Mining adalah proses mencari pola atau informasi menarik dalam data terpilih dengan menggunakan teknik atau metode tertentu. Teknik-teknik, metode-metode, atau algoritma dalam data mining sangat bervariasi. Pemilihan metode atau algoritma yang tepat sangat bergantung pada tujuan dan proses *Knowledge Discovery in Database* (KDD) secara keseluruhan.[23] Adapun tujuan data mining secara umum dapat dibagi ke dalam dua kategori utama, yaitu :

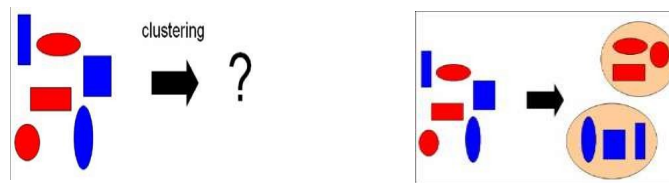
1. *Prediktif*, Bertujuan untuk memprediksi atau memperkirakan nilai dari atribut tertentu berdasarkan pada nilai dari atribut-atribut lain. Atribut yang diprediksi umumnya dikenal sebagai target atau variabel tak bebas, sedangkan atribut-atribut yang digunakan untuk membuat prediksi dikenal sebagai *explanatory* atau variabel bebas.
2. *Deskriptif*, Bertujuan untuk menurunkan pola-pola (*korelasi*, *trend*, *cluster*, *trayektori*, dan *anomali*) yang meringkas hubungan yang pokok dalam data. Tugas data mining deskriptif sering merupakan penyelidikan dan seringkali memerlukan teknik *post processing* untuk validasi dan penjelasan hasil.[24] Berdasarkan fungsinya dalam melakukan proses prediksi dan deskripsi data, tugas data mining dibagi menjadi empat kelompok utama[24]:
 1. *Estimasi*, Teknik untuk melakukan estimasi terhadap sebuah data baru yang tidak memiliki keputusan berdasarkan histori data yang telah ada, dimana variabel target estimasi lebih ke arah numerik dari pada ke arah

kategori. Model dibangun menggunakan record lengkap yang menyediakan nilai dari variabel target sebagai nilai prediksi.

2. *Klasifikasi*, Suatu teknik dengan melihat pada kelakuan dan atribut dari kelompok yang telah didefinisikan. Teknik ini dapat memberikan klasifikasi pada data baru dengan memanipulasi data yang ada yang telah diklasifikasi dan dengan menggunakan hasilnya untuk memberikan sejumlah aturan.
3. *Asosiasi*, Teknik untuk mengenali kelakuan dari kejadian-kejadian khusus atau proses dimana hubungan asosiasi muncul pada setiap kejadian.
4. *Klasterisasi*, Teknik untuk mengelompokkan data dan membentuk kelas objek-objek yang memiliki kemiripan. Klaster adalah kumpulan *record* yang memiliki kemiripan satu dengan yang lainnya dan memiliki ketidakmiripan dengan *record-record* dalam klaster lain.

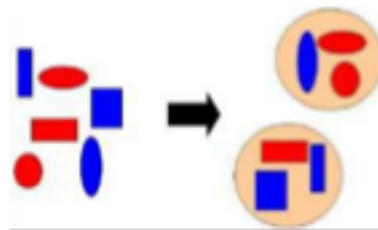
2.8 *Cluster*

Cluster adalah sekumpulan objek yang mempunyai “Kesamaan” diantara anggotanya dan memiliki “Ketidaksamaan” dengan objek lain pada *cluster* lainnya, dengan kata lain sebuah *cluster* adalah sekumpulan objek yang digabung bersama karena persamaan atau kedekatannya. *Clustering* adalah proses membuat pengelompokkan sehingga semua anggota dari setiap partisi mempunyai persamaan berdasarkan matrik tertentu.[25] Berikut contoh gambar data yang sebelum di Klasterkan dan setelah di Klasterkan :



Gambar 2.2 Clustering Berdasarkan Warna

Pada gambar 2.2 menunjukkan bahwa data yang diklasterkan enam data dan setelah diklasterkan berdasarkan warna sehingga menjadi dua klaster yaitu klaster berdasarkan warna biru dan warna merah yang masing-masing berjumlah tiga.



Gambar 2.3 Clustering Berdasarkan Warna

Pada gambar 2.3 merupakan data yang telah diklasterkan berdasarkan kesamaan bentuk yang ditemukan yaitu persegi panjang dan lingkaran dengan masing-masing tiga data.

2.9 *K-Means*

Algoritma *K-Means* adalah Metode *clustering non hierarchical* berbasis jarak yang membagi data kedalam *cluster* dan algoritma ini bekerja pada atribut numerik. Algoritma *K-Means* termasuk dalam *partitioning clustering* yang memisahkan data ke *k* daerah bagian yang terpisah.[25] Adapun langkah-langkah dalam melakukan *clustering* dengan Metode *K-means* yaitu[6] :

1. Pilih jumlah *cluster* *k* yang diinginkan.

2. Pada umumnya, ada banyak cara untuk memulai k pusat *cluster*, tetapi pilihan utama pada tahap *cluster* adalah secara acak/random.
3. Menghitung jarak terdekat dari setiap objek pengamatan dengan *centroid* awal yang sudah ditentukan dengan rumus jarak *Euclidean* dapat dilihat dibawah ini :

$d(x_i, x_j)$ = Jarak antara objek ke i dengan objek ke j

x_{il} = Nilai objek ke- i pada variabel k

x_{jl} = Nilai objek ke- j pada variabel k

n = Banyak variabel

4. Menentukan jarak terdekat, antara objek dengan *centroid*.
5. Menentukan *centroid* baru dengan menghitung rata-rata masing-masing *cluster* menggunakan rumus.

Keterangan : C_{kl} : Nilai *centroid* ke- k pada variabel ke- l dan p : Banyaknya data.

6. Hitung pada setiap objek menggunakan *cluster* baru. Jika objek tidak berpindah *cluster*, maka proses *clustering* selesai. Atau ulangi langkah 3 sampai pusat *cluster* tidak berubah.

2.10 PHP

PHP adalah bahasa pemrograman untuk dijalankan melalui halaman *web*, umumnya digunakan untuk mengolah informasi di internet. Sedangkan dalam pengertian lain *PHP* adalah singkatan dari *Hypertext Preprocessor* yaitu bahasa

pemrograman *web server side* yang bersifat *open source* atau gratis. *PHP* merupakan *script* yang menyatu dengan HTML dan berada pada *server*. [26]

PHP adalah singkatan dari "*PHP: Hypertext Preprocessor*", yaitu bahasa pemrograman yang digunakan secara luas untuk penanganan pembuatan dan pengembangan sebuah situs *web* dan bisa digunakan bersamaan dengan HTML. *PHP* diciptakan oleh Rasmus Lerdorf pertama kali tahun 1994. Pada awalnya *PHP* adalah singkatan dari "*Personal Home Page Tools*". [27]

2.11 *MySQL*

MySQL merupakan sistem manajemen *database* yang bersifat relational. Artinya, data yang dikelola dalam *database* yang akan diletakkan pada beberapa tabel yang terpisah sehingga manipulasi data akan jauh lebih cepat. [28]

MySQL adalah *Relational Database Management System* (RDBMS) yang didistribusikan secara gratis dibawah lisensi GPL (*General Public License*). Dimana setiap orang bebas menggunakan *MySQL*, namun tidak dapat dijadikan produk turunan yang bersifat komersial. *MySQL* merupakan bahasa komputer atau bahasa pemrograman yang difokuskan untuk *database* atau penyimpanan data. [29]

2.12 *LeafletJs*

Leaflet merupakan perpustakaan *JavaScript* yang bersifat *Open Source*, berguna untuk membangun aplikasi peta interaktif berbasis *web*. *Leaflet* didukung dengan platform *mobile* maupun *desktop*, HTML5 dan CSS3 serta *OpenLayer* dan *Google Maps API* yang merupakan *library javascript* untuk membangun aplikasi

peta yang sangat populer saat ini. *Leaflet* mampu menampilkan layer dari file *geojson*, memberi *style* dan membuat layer yang interaktif seperti menampilkan marker atau penanda yang menampilkan pop-up informasi ketika di klik. *Plugin Leaflet Routing Machine* adalah fitur penting dalam peta *online* karena dapat mengontrol pencarian rute di suatu titik dan menampilkan arah rute serta rute alternatif.[30]

2.13 *Website*

Website merupakan kumpulan halaman yang digunakan untuk menampilkan informasi teks, gambar diam atau gerak, animasi, suara, dan atau gabungan dari semuanya, baik yang bersifat statis maupun dinamis yang membentuk satu rangkaian bangunan yang saling terkait, yang masing-masing dihubungkan dengan jaringan-jaringan halaman. *Website* juga dapat dikatakan sebagai kumpulan halaman dalam suatu domain yang memuat tentang berbagai informasi agar dapat dibaca dan dilihat oleh pengguna internet melalui sebuah mesin pencari. Informasi yang dapat dimuat dalam sebuah *website* umumnya berisi mengenai konten gambar, ilustrasi, video, dan teks untuk berbagai macam kepentingan.[31]

2.14 *Unified Modeling Language (UML)*

Unified Modeling Language (UML) adalah sebuah bahasa pemodelan perangkat lunak yang telah distandarisasi sebagai media penulisan cetak biru (*blueprints*) perangkat lunak (*Pressman*). *UML* bisa saja digunakan untuk visualisasi, spesifikasi, konstruksi dan dokumentasi beberapa bagian-bagian dari

system yang ada dalam perangkat lunak.[32] Adapun alat perancangan menggunakan *UML* untuk pengembangan sebuah sistem yaitu[33] :

1. *Use Case Diagram*

Use Case Diagram merupakan pemodelan untuk kelakuan sistem informasi yang akan dibuat. *Use case* bekerja dengan mendeskripsikan tipikal interaksi antara *user* sebuah sistem dengan sistem nya sendiri melalui sebuah cerita bagaimana sistem itu dipakai.

2. *Class Diagram*

Class Diagram merupakan gambaran struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem. *Class diagram* terdiri dari atribut dan operasi dengan tujuan pembuat program dapat membuat hubungan antara dokumentasi perancangan dan perangkat lunak sesuai.

3. *Sequence Diagram*

Sequence Diagram menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan pesan yang dikirimkan dan diterima antar objek. Gambaran *sequence diagram* dibuat minimal sebanyak pendefinisian *use case* yang memiliki proses sendiri atau yang penting semua *use case* yang telah didefinisikan interaksi jalannya pesan sudah dicakup pada *sequence diagram* sehingga semakin banyak *use case* yang didefinisikan, maka *sequence diagram* yang harus dibuat juga semakin banyak.

4. *Activity Diagram*

Activity Diagram merupakan diagram yang menggambarkan *workflow* atau aktivitas dari sebuah sistem yang ada pada perangkat lunak.

2.15 Metode Pengembangan Sistem

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode *Rapid Application Development (RAD)*. *RAD* menggunakan teknik pengembangan sistem berulang dimana model kerja sistem dibangun pada awal tahap pengembangan[34].



Gambar 2.4 Metode Pengembangan Sistem

2.15.1 Perencanaan Tahapan

Tahapan yang dilakukan pencarian dan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk informasi pendukung. Hasil yang bisa didapatkan adalah tentang mekanisme atau prosedur sistem informasi geografis pemetaan kerusakan jalan se-rokan hulu menggunakan metode *K-Means Clustering*.

2.15.2 Desain Sistem

Tahapan selanjutnya adalah desain sistem yang nantinya akan menjadi acuan alur implementasi sistem informasi geografis. Desain sistem yang digunakan adalah dengan menerapkan *use case diagram* dan desain rancangan *database*.

2.15.3 Penerapan

Tahap implementasi bertujuan untuk mengimplementasikan metode program sesuai dengan kebutuhan sistem. Hasil yang didapatkan berupa sistem

informasi geografis pemetaan kerusakan jalan se-rokan hulu menggunakan metode *K-Means Clustering*, dan dilanjutkan tahap pengujian dengan *Black Box*.

2.16 Penelitian Terkait

Tabel 2.1 Penelitian Terkait

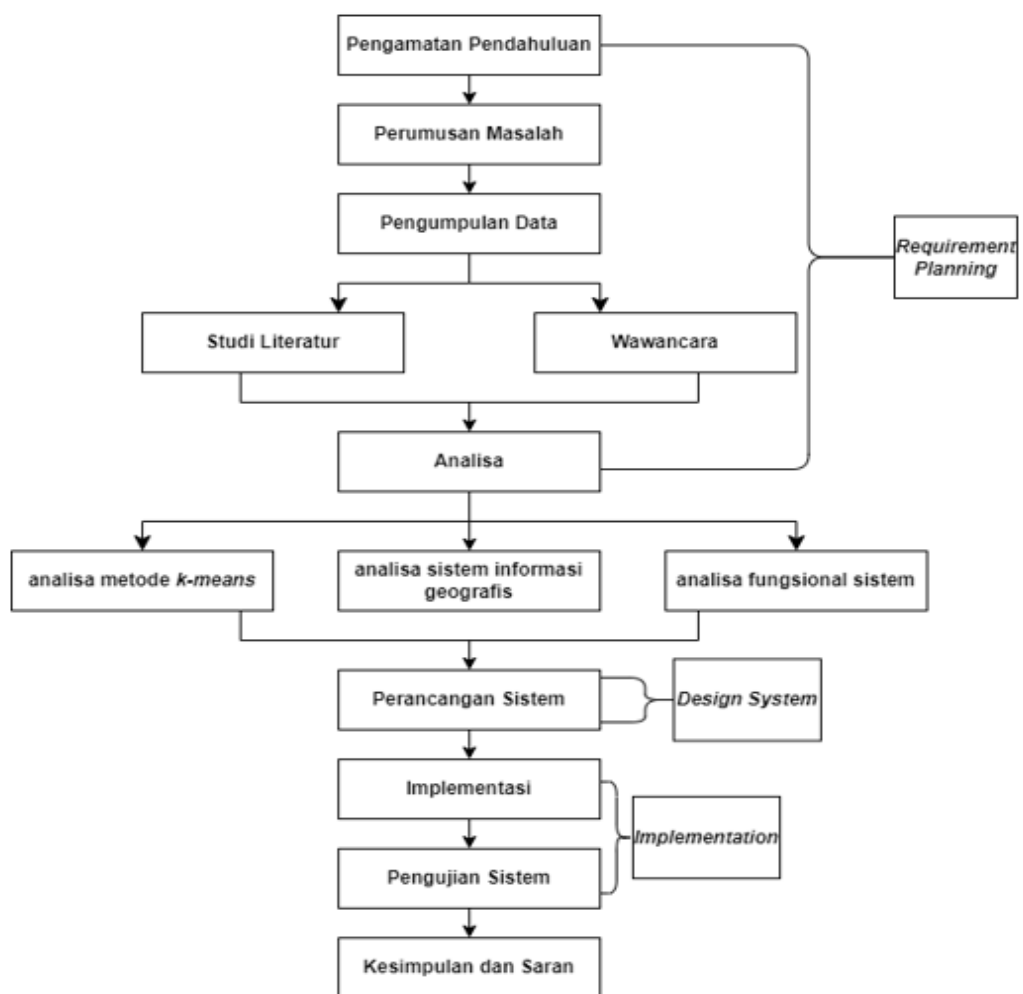
No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
1	Arrealdo, Joseph, Ahmad Faisol (2023)	Sistem informasi geografis pemetaan sebaran keluarga miskin menggunakan metode <i>K-Means</i> .	Penelitian ini fokus pada permasalahan distribusi bantuan kepada keluarga miskin di Kota Balikpapan, dimana kurangnya informasi mengenai lokasi keluarga miskin telah mengakibatkan ketidakmerataan dan ketidaktepatan dalam distribusi bantuan. Dari implementasi dan pengujian, metode <i>k-means</i> sukses mengelompokkan data keluarga miskin berdasarkan lokasi, mempermudah alokasi bantuan melalui peta. Pengujian <i>website</i> dengan metode <i>blackbox</i> menunjukkan fitur berjalan baik.
2	Tutut Suryani, Ahmad Faisol, Nurlaily (2021)	Sistem informasi geografis pemetaan kerusakan jalan di kabupaten malang menggunakan metode <i>K-Means</i> .	metode <i>k-means</i> yang diterapkan pada <i>website</i> ini sudah tepat dengan tingkat persentase kecocokannya 100%. Perbandingan hasil <i>Clustering k-means</i> pada program dan Dinas Bina Marga sama-sama menunjukkan jumlah C1 (Ringan) = 221 data, C2 (Sedang) = 24, dan C3 (Berat) = 65 data. Sedangkan pada pengujian metode <i>black box</i> yang dilakukan terhadap Sistem informasi geografis pemetaan kerusakan jalan di Kabupaten Malang ini dapat disimpulkan bahwa dalam pengujian tidak ditemukan kesalahan pada sistem sehingga fungsionalitas sistem berjalan sesuai dengan perancangan.
3	Yongki, Ahmad, Nurlaily (2021)	Sistem informasi geografis hasil	Dalam pengolahan hasil produksi padi tersebut petani sendiri kadang

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
		produksi padi di kabupaten malang menggunakan <i>K-Means Clustering</i> .	tidak mengetahui hasil produksi padi di Daerahnya. Dalam kondisi saat ini informasi sangat mendukung program ketahanan pangan dalam bidang pertanian. Pengumpulan informasi data produksi pertanian yang cepat dan akurat memudahkan dalam pengelolaan data. hasil pengujian sistem informasi geografis menggunakan <i>K-Means Clustering</i> dengan 3 cluster untuk pengelompokan hasil produksi padi di Kabupaten Malang, yaitu kategori produksi banyak, kategori produksi sedang dan produksi kurang memuaskan.
4	Sundari,Karina Auliasari, Renaldi(2022)	Sistem informasi geografis monografi kecamatan kedung kandang menggunakan metode <i>K-Means</i> .	Perhitungan menggunakan metode <i>K-Means</i> yang mengelompokkan dari beberapa atribut seperti jumlah penduduk, usia penduduk, dan jumlah pendidikan terakhir di setiap daerah di Kecamatan Kedungkandang. perhitungan tersebut mengenai tingkat pendidikan paling rendah, sedang, dan tinggi kemudian menghasilkan <i>cluster</i> banyaknya peluang kerja(B) dan sedikitnya peluang kerja(S) pada tiap daerah yang hasilnya berupa peta wilayah dengan masing-masing warna yang berbeda.
5	Yohanes Aji,Sri Yulianto(2018)	Pemetaan penyebaran guru di provinsi banten dengan menggunakan metode <i>spatial clustering K-Means</i> (studi kasus : wilayah Provinsi Banten).	Pada penelitian ini pengelompokan menggunakan algoritma <i>K-Means</i> berdasarkan jumlah guru, jumlah murid dan jumlah sekolah pada jenjang pendidikan Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama dan Sekolah Menengah Atas. Hasil pengelompokan kemudian dipetakan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan melaksanakan tahapan yang dijabarkan dalam metode penelitian. Metode penelitian diuraikan ke dalam bentuk skema yang jelas, teratur, dan sistematis. Berikut tahapan-tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Tahapan Metodologi Penelitian

Penjelasan dari tahapan-tahapan penelitian pada gambar 3.1 dapat dilihat dengan penjelasannya sebagai berikut :

3.1 Pengamatan Pendahuluan

Pengamatan pendahuluan merupakan tahapan awal yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengamati penelitian-penelitian sebelumnya dan mengamati permasalahan yang ada disekitar dengan menggunakan Metode *K-Means Clustering*, yang dijadikan sebagai penelitian studi pustaka. Hasil dari pengamatan pendahuluan ini berupa penelitian sebelumnya yang melakukan penelitian terkait dengan Metode *K-Means Clustering*.

3.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil dari tahapan pengamatan pendahuluan sebelumnya, maka tahapan selanjutnya adalah tahapan perumusan masalah. Pada tahapan perumusan masalah akan dirumuskan masalah yang dianggap sebagai penelitian dalam skripsi ini. Permasalahan yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini didapatkan diantaranya: Bagaimana merancang dan membangun sistem informasi geografis untuk pemetaan kerusakan jalan Se-Rokan Hulu, Bagaimana mengelompokkan tingkat data kerusakan jalan menggunakan metode *K-Means Clustering*. Solusi yang didapatkan pada tahapan perumusan masalah ini yang akan menjadi skripsi yaitu “Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Kerusakan Jalan Se-Rokan Hulu Menggunakan Metode *K-Means Clustering*”.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah tahapan yang bertujuan dalam memperoleh data-data informasi yang berhubungan dengan penelitian skripsi ini. Pada tahapan ini pengumpulan data ini juga berguna untuk pengumpulan semua kebutuhan data

yang akan diproses nantinya menggunakan metode *K-Means Clustering*. Dalam pengumpulan data ini yang dikutip adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur yaitu mengumpulkan data bahan referensi berkaitan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG), kerusakan jalan, *K-Means Clustering*, dari berbagai jurnal, skripsi, artikel di internet yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas.
2. Wawancara yaitu mengumpulkan data-data dengan mendapatkan informasi dari dinas terkait.

3.4 Analisa

Tahapan selanjutnya adalah analisa metode yang digunakan dan analisa sistem dari penelitian skripsi ini. Adapun tahapan analisa dalam penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

3.4.1 Analisa Metode *K-Means Clustering*

Menganalisa cara kerja dari metode *K-Means Clustering*, dengan menerapkan pada *website* yang akan di bangun. Adapun permasalahan yang ditemukan peneliti dalam penelitian ini yaitu bagaimana mengimplementasikan kelompok data kerusakan jalan berdasarkan klaster yang akan diklasterkan menjadi tiga yaitu klaster rusak ringan, sedang dan berat.

3.4.2 Analisa Sistem Informasi Geografis

Analisis sistem informasi geografis adalah kumpulan metode yang dapat digunakan untuk melakukan pemrosesan SIG yang sesuai dengan penggunaan dalam perencanaan, perlindungan lingkungan, dan pemetaan zonasi karena dapat

mengolah data spasial menjadi informasi yang mudah dimengerti dan diinterpretasikan oleh pengguna dengan ruang atau tempat baru, dan mereferensikan kepada kondisi bumi. Dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis yang menampilkan data secara spasial untuk memungkinkan analisis lokasi tingkat kerusakan jalan.

3.4.3 Analisa Fungsional Sistem

Setelah melakukan tahapan analisa terhadap metode *K-Means Clustering* dan Sistem Informasi Geografis maka selanjutnya adalah dilakukan analisa fungsional sistem yang akan dibangun. Adapun tahapan-tahapan analisa fungsional yaitu dalam pembuatan *flowchart*.

3.5 Perancangan Sistem

Setelah tahapan analisa selesai dilakukan, maka tahapan selanjutnya adalah perancangan sistem. Tahapan perancangan sistem terdiri dari :

1. Perancangan *database* yang dilakukan untuk melengkapi komponen dalam pembuatan sistem.
2. Perancangan struktur menu yang akan digunakan pada sistem untuk memberikan gambaran terhadap menu-menu atau fitur pada sistem yang dibuat.
3. Perancangan *user interface* atau antarmuka yaitu untuk mempermudah berkomunikasi antara sistem dengan pengguna. Dalam hal perancangan *interface* terpenting yang harus dilakukan ialah menciptakan tampilan yang baik dan mudah dimengerti oleh pengguna, baik penggunaanya sebagai *user* pertama *admin* dan *user* yang kedua adalah masyarakat.

3.6 Implementasi

Beberapa komponen pendukung yang memiliki peran sangat penting dalam implementasi sistem diantaranya adalah perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Adapun spesifikasi dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) sebagai berikut :

1. Perangkat keras (*hardware*) antara lain :

Prosesor : Intel(R) Core(TM) i3-8130U CPU @ 2.20GHz

Memory : 4,00 GB

System Type : 64-bit operating system, x64-based processor

Harddisk : HDD 100 GB

2. Perangkat Lunak (*software*) antara lain :

Sistem Operasi : Windows 10

Tools : Visual Studio Code, XAMPP

3.7 Pengujian Sistem

Pengujian yaitu uji coba yang dilakukan terhadap sistem yang dibangun apakah telah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Pengujian yang dilakukan terdiri dari :

1. *Black Box*, merupakan pengujian yang berfokus pada spesifikasi fungsional dari perangkat lunak, tester dapat mendefinisikan kumpulan kondisi *input* dan melakukan pengetesan pada spesifikasi fungsional program. *black box* berusaha untuk menemukan kesalahan dalam beberapa kategori, diantaranya yaitu fungsi yang salah atau hilang, kesalahan *interface*, kesalahan dalam struktur data, dan kesalahan performa.[35]

2. Menurut Ramadani, *User Acceptance Test* (UAT) adalah aktivitas pengujian yang bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi yang telah dibuat sesuai dengan kebutuhan *user* atau belum.[36]

3.8 Kesimpulan dan Saran

Tahapan terakhir adalah menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang didapatkan pada sistem yang telah dibuat yaitu Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Kerusakan Jalan Se-Rokan Hulu Menggunakan Metode *K-Means Clustering* adalah mendapatkan titik lokasi serta informasi kerusakan jalan yang dilaporkan dari masyarakat dan pengelompokan berdasarkan *cluster*. Pada tahapan ini juga berisikan saran peneliti bagi pembaca untuk melakukan pengembangan terhadap penelitian ini kedepannya lagi.