

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Jalan Rusak

Menurut Permen PUPR 05/PRT/M/2018 Tentang Penetapan Kelas Jalan (Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018) , Jalan adalah 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.

Menurut UU RI Nomor 38 Tahun 2004 (Indonesia, 2004) tentang Jalan, jalan umum menurut fungsinya terbagi atas Jalan Arteri, Jalan Kolektor, Jalan Lokal dan Jalan Lingkungan.

1. Jalan Arteri, adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata- rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
2. Jalan Kolektor, adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan Lokal, adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
4. Jalan Lingkungan, adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata -rata rendah.

Kerusakan jalan adalah peristiwa kehilangan material perkerasan secara berangsur-angsur dari lapisan permukaan ke arah bawah. Perkerasan nampak seakan pecah menjadi bagian - bagian kecil, seperti pengelupasan akibat terbakar sinar matahari, atau mempunyai garis-garis goresan yang sejajar. (Ukarima dkk., 2022)

2.1.2 Karakteristik Ruas Jalan dan Lalu Lintas

Kinerja jalan merupakan gambaran mengenai kemampuan suatu ruas jalan dalam melayani arus lalu lintas sesuai dengan kondisi operasional dan karakteristik jalan yang dimilikinya. Kinerja jalan dapat ditinjau melalui sejumlah indikator yang menggambarkan tingkat pelayanan, beban lalu lintas, serta kondisi geometrik yang memengaruhi kemampuan ruas jalan dalam melayani pergerakan kendaraan.

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023, 2023) kinerja lalu lintas dapat dianalisis melalui beberapa parameter, antara lain volume lalu lintas, kapasitas, derajat kejenuhan (V/C Ratio), dan kecepatan arus bebas. Dalam penelitian ini, indikator yang digunakan untuk menggambarkan kinerja ruas jalan meliputi volume lalu lintas, V/C Ratio, proporsi kendaraan berat, dan lebar bahu jalan. Keempat indikator tersebut dipilih berdasarkan relevansinya terhadap beban lalu lintas dan kondisi operasional maupun geometrik ruas jalan yang dapat berkaitan dengan potensi kerusakan jalan.

Dalam penelitian ini, karakteristik jalan digunakan sebagai variabel dalam proses pengelompokan ruas jalan menggunakan metode K-Means Clustering. Variabel yang digunakan merepresentasikan karakteristik lalu lintas dan kondisi geometrik ruas yang berdasarkan kajian pustaka memiliki keterkaitan dengan beban dan potensi kerusakan jalan.

1. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melewati suatu ruas jalan dalam kurun waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan kendaraan per hari (kend/hari). Volume lalu lintas yang tinggi dapat meningkatkan tekanan pada lapisan jalan dan mempercepat terjadinya potensi kerusakan, khususnya pada jenis perkerasan yang tidak dirancang untuk beban berat secara terus-menerus. Adapun ukuran kinerja ruas jalan berupa kapasitas, derajat kejenuhan dan kecepatan arus bebas. (PKJI 2023, 2023). Kategori untuk indikator volume lalu lintas dibagi menjadi 5 yang dimuat pada tabel berikut.

Tabel 2. 1 Tabel Kategori Volume Lalu Lintas

Kategori	smp/Jam
Sangat Rendah	≤ 1000
Rendah	1001 – 1500

Sedang	1501 – 2000
Tinggi	2001 – 2500
Sangat Tinggi	≥ 2501

Sumber : Ananda (2022)

2. V/C Ratio (Volume/Capacity)

Rasio V/C (Volume terhadap Kapasitas) adalah indikator kinerja lalu lintas yang mengukur seberapa padat suatu jalan dibandingkan kapasitas maksimumnya. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023, 2023) rasio ini dibagi menjadi beberapa kategori, dan semakin mendekati nilai 1, maka beban lalu lintas semakin mendekati kapasitas maksimum, yang dapat menyebabkan penurunan kualitas struktur jalan lebih cepat.

Kategori untuk indikator V/C Ratio dibagi menjadi 5 yang dimuat pada tabel berikut.

Tabel 2. 2 Kategori V/C Ratio

Kategori	Kriteria
Rendah	0,00–0,60
Sedang	>0,60–0,85
Melebihi Kapasitas	>0,85

Menurut PKJI 2023 (2023) Nilai V/C sebesar 0,85 sering digunakan sebagai batasan. Jika V/C lebih dari 0,85 maka perlu mempertimbangkan peningkatan kapasitas segmen, misalnya penambahan lajur atau menerapkan manajemen lalu lintas agar arus lalu lintas yang ada tidak menyebabkan nilai V/C yang lebih besar dari 0,85

3. Proporsi Kendaraan Berat

Proporsi kendaraan berat mengacu pada persentase kendaraan seperti truk, bus, atau kendaraan bermuatan besar yang melintas di suatu ruas jalan. Kendaraan berat memiliki sumbangan signifikan terhadap kerusakan jalan karena menghasilkan beban gandar yang lebih tinggi dibandingkan kendaraan ringan. Peningkatan volume truk dan beban sumbu berat telah mengurangi kapasitas struktural yang dapat menyebabkan kegagalan dini pada perkerasan jalan. Berbagai kerusakan seperti alur (rutting), kekasaran, dan berbagai jenis retak akan terjadi jika perkerasan tidak mampu menahan tegangan kelelahan akibat

beban roda berat yang berulang (Bhandari et al., 2023). Semakin besar proporsi kendaraan berat, maka semakin tinggi pula risiko kerusakan jalan. Beban berlebih aktual di lapangan dapat mengakibatkan peningkatan nilai VDF (Faktor Perusak Jalan) kumulatif (Putra et al., 2023).

4. Lebar Bahu Jalan

Bahu jalan adalah bagian dari jalan yang terletak di sisi kanan dan kiri lajur lalu lintas. Lebar bahu jalan yang memadai sangat penting untuk keamanan, drainase, dan sebagai ruang darurat. Lebar Bahu didefinisikan sebagai lebar melintang di samping jalur lalu lintas di sepanjang segmen yang berfungsi sebagai ruang untuk kendaraan berhenti sementara (darurat, parkir sementara), menyediakan keleluasaan bergerak, tetapi tidak untuk jalur pejalan kaki (meter), (PKJI 2023, 2023). Bahu jalan yang sempit atau tidak tersedia dapat mengurangi stabilitas struktur jalan karena bahu dapat berfungsi untuk menopang pembagian tekanan dari kendaraan yang melintas. Berdasarkan panduan standar AASHTO, yang digunakan dalam penelitian oleh Khabiri et al. (2015). Penetapan batas kategori dan penormalisasian variabel lebar bahu jalan membagi kondisi geometrik jalan ke dalam beberapa ambang batas operasional.

Tabel 2. 3 Kategori Lebar Bahu

Kategori Lebar Bahu	Batas Rentang Nilai	Karakteristik Operasional & Fungsi
Sangat Sempit / Kritis	< 0,6 meter	Di bawah batas minimum mutlak. Sangat rentan dan tidak memenuhi standar keamanan jalan.
Sempit / Minimum	0,6 - 1,5 meter	Batas minimum toleransi (umumnya diterapkan pada jalan pegunungan atau volume lalu lintas rendah).
Sedang / Efisien	1,8 - 2,4 meter	Rentang lebar yang dinilai paling efisien untuk mendukung stabilitas jalan dan fungsi darurat.
Lebar / Ideal	> 3,0 meter	Standar ideal yang direkomendasikan untuk jalan dengan volume lalu lintas tinggi (high traffic).

2.1.3 K-means Clustering

K-Means merupakan salah satu metode clustering yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam sejumlah K cluster berdasarkan tingkat kemiripan

karakteristik antar data. Metode ini termasuk dalam kelompok *partitioning clustering*, yaitu metode yang membagi data ke dalam beberapa kelompok berdasarkan kedekatan data terhadap centroid masing-masing cluster. K-Means bekerja menggunakan atribut numerik sehingga sesuai digunakan untuk mengelompokkan ruas jalan berdasarkan karakteristik volume lalu lintas, V/C Ratio, proporsi kendaraan berat, dan lebar bahu jalan (Tri Cahaya dkk., 2024)

Langkah-langkah dalam Algoritma K-Means adalah :

a. Menyiapkan dataset.

Data yang digunakan terdiri dari variabel numerik yang menjadi karakteristik ruas jalan.

b. Menentukan jumlah cluster (K).

Jumlah cluster ditentukan berdasarkan tujuan penelitian dan hasil evaluasi metode clustering, seperti *Elbow Method* dan *Silhouette Score*.

c. Menentukan titik centroid awal.

Centroid awal ditentukan berdasarkan mekanisme inisialisasi algoritma K-Means.

d. Menghitung jarak data ke centroid.

Jarak dihitung untuk mengetahui kedekatan setiap data terhadap masing-masing centroid.

e. Menentukan keanggotaan cluster.

Setiap data dimasukkan ke cluster dengan jarak terdekat terhadap centroid.

f. Menghitung centroid baru.

Centroid setiap cluster dihitung kembali berdasarkan rata-rata nilai data yang menjadi anggota cluster tersebut.

g. Melakukan iterasi.

Langkah perhitungan jarak, penentuan anggota cluster, dan pembaruan centroid dilakukan secara berulang sampai kondisi berhenti tercapai, misalnya perubahan centroid tidak lagi signifikan atau jumlah iterasi maksimum tercapai.

Adapun persamaan untuk Algoritma K-Means:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

$d(x, y)$ adalah jarak antara data x ke data y , x_i adalah data testing ke- i dan y_i

adalah data training ke-i.

Penggunaan Algoritma *K-Means Clustering* juga dipakai dalam penelitian (Ramadhani dkk., 2022) untuk mengelompokkan laporan kerusakan jalan berdasarkan tingkat kerusakan. Pada penelitian ini jumlah kluster ditetapkan sebanyak tiga 3 cluster, yaitu:

C1 = Ringan

C2 = Sedang

C3 = Berat

Data Ke-	D(P1,C1)	D(P2,C2)	D(P3,C3)
1	1.732050808	0.635844011	3.464101615
2	3.464101615	2.367339774	1.732050808
3	1	0.985920657	4.69041576
4	4.69041576	3.610617076	1
5	1	0.985920657	4.69041576
6	2.449489743	1.445049679	3
7	3.605551275	2.829186739	3.16227766
8	4.358898944	3.381797698	2
9	4.358898944	3.356905381	2
10	1	0.94242696	4.69041576

Gambar 2. 1 Contoh Centroid Klaster

Data kemudian dikelompokkan pada cluster yang sesuai berdasarkan jarak terdekat.

1. Standarisasi

Standardisasi dilakukan untuk menyamakan skala antarvariabel sebelum proses clustering. Tahap ini diperlukan karena variabel penelitian memiliki satuan dan rentang nilai yang berbeda. Dengan standardisasi, setiap variabel memberikan kontribusi yang lebih seimbang dalam perhitungan jarak.

2. Silhouette Score

Selanjutnya kualitas klaster diuji menggunakan Silhouette Score untuk mengukur tingkat kedekatan data dalam satu klaster serta jarak pemisah antar klaster. jika nilai Silhouette mendekati 1, berarti data dalam klaster sangat mirip dan perbedaan antar klaster sangat jelas. Skor silhouette dengan nilai mendekati +1 berarti titik data berada di kluster yang benar. Skor silhouette dengan nilai mendekati 0 berarti titik data mungkin termasuk di kluster yang lain. Skor silhouette dengan nilai mendekati "-1" berarti titik data berada di kluster yang salah. (Shahapure & Nicholas, 2020)

2.1.4 Penentuan Label Klaster

Setelah proses K-Means menghasilkan sejumlah *cluster*, setiap *cluster* perlu diberikan interpretasi untuk menjelaskan karakteristik ruas jalan yang terdapat di dalamnya. Hasil K-Means pada dasarnya hanya menghasilkan nomor *cluster*, seperti *Cluster 1*, *Cluster 2*, dan *Cluster 3*, sehingga nomor tersebut tidak secara langsung menunjukkan tingkat potensi kerusakan. Oleh karena itu, penentuan label *cluster* dilakukan berdasarkan analisis karakteristik centroid dari setiap *cluster* dengan mempertimbangkan kategori masing-masing indikator yang telah ditetapkan sebelumnya.

Penentuan label dilakukan berdasarkan kecenderungan keseluruhan indikator, bukan berdasarkan satu indikator saja. Dalam penelitian ini, volume lalu lintas, V/C Ratio, dan proporsi kendaraan berat memiliki kecenderungan potensi yang lebih tinggi apabila nilainya semakin besar, sedangkan lebar bahu memiliki kecenderungan sebaliknya, yaitu kondisi bahu yang semakin sempit menunjukkan karakteristik yang kurang mendukung kondisi ruas jalan.

2.1.4.1 Analisis Karakteristik Centroid

Centroid merupakan nilai rata-rata dari setiap variabel pada anggota suatu *cluster* yang digunakan untuk menggambarkan karakteristik pusat *cluster*. Analisis *centroid* dilakukan dengan membandingkan nilai masing-masing variabel pada setiap *cluster*. Nilai *centroid* tersebut kemudian dibandingkan dengan kategori indikator yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan demikian, setiap nilai *centroid* dapat diinterpretasikan, misalnya sebagai rendah, sedang, tinggi, atau kategori lain yang sesuai dengan indikator.

2.1.4.2 Interpretasi Potensi Kerusakan

Berdasarkan karakteristik *centroid*, setiap *cluster* kemudian diinterpretasikan berdasarkan kombinasi seluruh indikator penelitian.

Tabel 2. 4 Interpretasi Potensi Kerusakan

Indikator	Karakteristik Variabel	Interpretasi terhadap potensi
Volume lalu lintas	Semakin tinggi	Cenderung meningkatkan potensi
V/C Ratio	Semakin tinggi	Cenderung meningkatkan potensi
Proporsi kendaraan berat	Semakin tinggi	Cenderung meningkatkan potensi
Lebar bahu	Semakin rendah	Cenderung meningkatkan potensi

Cluster yang memiliki kombinasi volume lalu lintas, V/C Ratio, dan proporsi kendaraan berat yang relatif tinggi serta lebar bahu yang relatif rendah diinterpretasikan memiliki karakteristik potensi kerusakan yang lebih tinggi. Sebaliknya, *cluster* dengan volume lalu lintas, V/C Ratio, dan proporsi kendaraan berat yang relatif rendah serta lebar bahu yang relatif lebih besar diinterpretasikan memiliki karakteristik potensi kerusakan yang lebih rendah. *Cluster* dengan karakteristik yang berada di antara kedua kondisi tersebut diinterpretasikan sebagai potensi sedang.

2.1.4.3 Pemanfaatan Hasil Cluster untuk Preservasi

Hasil pengelompokan berdasarkan karakteristik potensi kerusakan dapat digunakan sebagai informasi pendukung dalam kegiatan preservasi dan pemeliharaan jalan. *Cluster* dengan karakteristik potensi kerusakan yang lebih tinggi dapat digunakan sebagai informasi awal untuk menentukan ruas yang memerlukan perhatian dan pemeriksaan lebih lanjut. *Cluster* dengan potensi sedang dapat digunakan sebagai dasar pemantauan dan perencanaan pemeliharaan, sedangkan *cluster* dengan potensi rendah dapat digunakan sebagai informasi pendukung dalam kegiatan *monitoring* dan pemeliharaan rutin.

Dengan demikian, hasil *clustering* dapat menyediakan informasi spasial mengenai karakteristik ruas jalan sehingga dapat mendukung proses identifikasi dan penentuan prioritas penanganan secara lebih terarah. Keputusan akhir mengenai bentuk dan prioritas penanganan tetap mempertimbangkan kondisi aktual jalan, hasil survei lapangan, ketersediaan anggaran, serta kebijakan dan standar teknis yang berlaku.

2.1.5 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah alat yang digunakan untuk mengolah dan menganalisis data spasial serta atributnya untuk visualisasi data

geografis. SIG memiliki kemampuan untuk memproses data georeferensi, termasuk input, manajemen data (penyimpanan dan pengambilan data), analisis data, serta pemrosesan dan output. Sistem Informasi Geografis merupakan teknologi yang menjadi alat bantu untuk menyimpan, memanipulasi, menganalisis dan menampilkan kembali kondisi alam dengan bantuan data. (Lauryn & Ibrohim, 2019)

2.1.6 Pemetaan Digital (Digital Mapping)

Pemetaan merupakan suatu aktifitas dimana seseorang melakukan penggambaran suatu wilayah yang dapat membantu dalam menunjukkan suatu wilayah kedalam bentuk gambar (Rahman et al., 2023) Pemetaan digital adalah representasi grafis dari data geografis yang disimpan dalam format digital. Kita menggunakan teknologi SIG untuk mengintegrasikan data spasial dan atributnya. Pemetaan Digital berfungsi memfasilitasi analisis keruangan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik juga menyediakan visualisasi yang jelas dan informatif untuk berbagai pemangku kepentingan. Dalam perencanaan kota, pemetaan digital membantu dalam merencanakan infrastruktur dan penggunaan lahan.

2.1.7 Analisis Spasial

Analisis spasial adalah sekumpulan teknik yang dapat digunakan dalam pengolahan data Sistem Informasi Geografis (SIG). Analisis spasial dapat juga diartikan sebagai teknik-teknik yang digunakan untuk meneliti dan mengeksplorasi data dari prespektif keruangan. Beberapa jenis-jenis analisis spasial yang umum digunakan antara lain sebagai berikut (Fahira, 2023):

2.1.7.1 Overlay

Overlay adalah bagian penting dari analisis spasial. *Overlay* dapat menggabungkan beberapa unsur spasial menjadi unsur spasial yang baru. Dengan kata lain, *overlay* dapat didefinisikan sebagai operasi spasial yang menggabungkan layer geografik yang berbeda untuk mendapatkan informasi baru. *Overlay* dapat dilakukan pada data vektor maupun raster.

2.1.7.2 Pengubahan Unsur-Unsur Spasial

Union, *Merge*, atau *Combine* merupakan penggabungan yang menjadikan

beberapa unsur spasial menjadi satu unsur spasial saja tanpa mengubah beberapa unsur spasial yang digabungkan tersebut.

Dissolve yaitu proses untuk menghilangkan batas antara poligon yang mempunyai data atribut yang identik atau sama dalam poligon yang berbeda.

Clipping adalah pemotongan bagian tertentu dari suatu layer peta dengan menggunakan peta lain sebagai bidang pemotong. *Clipping* biasanya digunakan untuk memecah data peta besar menjadi bagian bagian lebih kecil atau mengekstrak daerah tertentu dari suatu data peta untuk tujuan tertentu.

2.1.8 ArcGIS

ArcGIS adalah salah satu perangkat lunak SIG yang dikembangkan oleh *Environmental Systems Research Institute* (ESRI). ArcGIS menyediakan kemampuan komprehensif untuk mengelola data spasial, melakukan analisis spasial, dan menghasilkan peta tematik. ArcGIS tidak hanya berfungsi sebagai alat pemetaan, tetapi juga sebagai platform analisis spasial yang mendukung perencanaan dan pengelolaan infrastruktur.

2.1.9 Google Collab Notebook

Google Colab, atau *Google Colaboratory*, adalah platform berbasis *cloud* yang memungkinkan pengguna untuk menulis, menjalankan, dan berbagi kode Python secara *online*, mirip dengan *Jupyter Notebook*, tanpa memerlukan instalasi lokal. Dengan aksesibilitas yang tinggi, pengguna dapat mengaksesnya dari mana saja dengan koneksi internet, sehingga memudahkan kolaborasi secara real-time. *Google Colab* juga terintegrasi dengan *Google Drive*, memudahkan penyimpanan dan pengelolaan file, serta menyediakan akses gratis ke GPU dan TPU untuk mempercepat proses komputasi. Platform ini menjadi pilihan populer di kalangan pengembang dan peneliti karena efisiensinya, terutama bagi pemula yang ingin fokus pada pengkodean tanpa harus mengatur lingkungan pengembangan secara lokal.

2.1.10 Framework Laravel

Laravel adalah *framework* web berbasis PHP yang dirancang untuk membangun aplikasi web berkualitas tinggi dengan sintaks yang elegan. Dikembangkan oleh Taylor Otwell pada Juli 2011, Laravel menawarkan berbagai

alat dan arsitektur aplikasi yang kuat. Framework ini menggabungkan fitur dari berbagai teknologi seperti ASP.NET MVC, CodeIgniter, dan Ruby on Rails, serta bersifat *open source*. Laravel membantu pengembang menghemat waktu dan mengurangi beban perencanaan dalam pengembangan situs web dari awal, sekaligus menjaga keamanan aplikasi. Laravel mengikuti pola arsitektur *model-view-controller* (MVC).

MVC adalah arsitektur perangkat lunak yang memisahkan logika bisnis dari antarmuka pengguna. Arsitektur ini terdiri dari tiga bagian: *model*, *view*, dan *controller*. *Model* mengelola perilaku dan data dasar aplikasi, memberikan respon permintaan informasi, dan memberi tahu jika terjadi perubahan data. *View* menyediakan elemen antarmuka pengguna dengan merender data dari *model*. *Controller* menerima input pengguna dan memanggil objek *model* serta *view* untuk melakukan tindakan yang sesuai. (Bagwan & Ghule, 2019)

2.1.11 OpenLayers

OpenLayers merupakan salah satu *library* yang dimiliki oleh *JavaScript* (JS) yang digunakan untuk menampilkan peta pada web *browser*. *OpenLayers* dikembangkan oleh komunitas *Open Source* dengan tujuan untuk *membangun rich web-based geographic applications*. *OpenLayers* dapat menyediakan layer peta secara gratis, layer peta tersebut diambil dari berbagai layanan pemetaan. Salah satu keunggulan *OpenLayers* adalah ketika layanan pemetaan yang digunakan berubah menjadi berbayar atau dimatikan pemberian layanannya, maka *OpenLayers* akan mengalihkan pada *OpenStreetMap*. Dalam menjalankan fungsinya, *OpenLayers* akan menampilkan peta dengan gambaran areanya, data vektor dan daerah yang ditandai dari beberapa sumber data. (Putri dkk., 2020)

2.1.12 Black Box Testing

Black box testing merupakan pengujian yang berfokus pada spesifikasi fungsional dari perangkat lunak, seorang tester dapat mendefinisikan kumpulan kondisi input dan melakukan pengetesan pada spesifikasi fungsional program. *Black box testing* merupakan pengujian yang memungkinkan seorang *software engineer* dan *Tester* mendapatkan serangkaian kondisi input yang sepenuhnya menggunakan semua persyaratan fungsional untuk suatu program *Black box*

merupakan salah satu metode pengujian yang tidak perlu melihat dan menguji *source code* program. *Blackbox testing* bekerja dengan mengabaikan struktural internal pada *software* sehingga perhatiannya berfokus pada *interface* saja atau *input* dan *output* pada *software*. Atau bisa juga disebut sebagai *behavioral testing*, *specification-based testing*, *input/output testing* atau *functional testing*. (Pratama et al., 2023)

2.1.13 Usability Testing (Kegunaan Sistem)

Pengujian *usability* bertujuan untuk mengukur seberapa mudah dan nyaman sistem digunakan oleh pengguna. Menurut Nielsen (1993), aspek *usability* mencakup efektivitas, efisiensi, dan kepuasan pengguna saat menggunakan sistem. Dalam proyek ini, pengujian *usability* dilakukan secara sederhana melalui observasi dan kuesioner kepada pengguna terbatas yang ditentukan. Fokus pengujian mencakup: Apakah pengguna dapat memahami antarmuka peta dengan mudah, Apakah pengguna dapat mengakses data jalan dan interpretasi klaster dengan jelas, Seberapa puas pengguna terhadap kecepatan dan tampilan sistem.

Hasil dari pengujian ini menjadi dasar dalam mengevaluasi antarmuka dan pengalaman pengguna secara umum, serta memberikan masukan untuk pengembangan lebih lanjut.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian pertama dilakukan oleh Lauryn dan Ibrohim (2019) dengan judul “Sistem Informasi Geografis Tingkat Kerusakan Ruas Jalan Berbasis Web” untuk menyajikan data spasial yaitu peta tingkat kerusakan ruas jalan untuk dapat diakses pada website oleh masyarakat Kabupaten Serang.

Penelitian kedua dilakukan oleh Firmansyah (2019) dengan judul “Analisis Potensi Kerusakan Jalan Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Di Kecamatan Pulung Kabupaten Ponorogo” untuk melakukan pemetaan tingkat potensi serta mengetahui faktor yang mempengaruhi jalan rusak di Kecamatan Pulung Kabupaten Ponorogo. Faktor-faktor nya antara lain seperti data curah hujan, jenis tanah, data volume lalu lintas dan lebar jalan, serta data saluran drainase.

Penelitian ketiga dilakukan oleh Ramadhani dkk., (2022) dengan judul “Implementasi Metode K-Means Pada Sistem Informasi Geografis Pemetaan

Kerusakan Jalan di Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Jepara” bertujuan untuk mempermudah pemerintah dalam mengetahui prioritas perbaikan jalan berdasarkan tingkat kerusakan jalan yang ringan, sedang, hingga ke rusak. Data yang digunakan untuk klasterisasi yaitu kondisi fisik dari kerusakan jalan. Pendekatan tersebut bersifat reaktif karena hanya menggambarkan kondisi fisik yang telah terjadi.

Penelitian keempat dilakukan oleh Ananda (2022) dengan judul “Analisis tingkat potensi kerusakan jalan dengan pemanfaatan aplikasi sistem informasi geografis di kecamatan medan selayang kota medan” bertujuan untuk memetakan tingkat potensi kerusakan jalan dan menentukan tingkat potensi kerusakan jalan berdasarkan faktor pengaruh seperti kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah, volume lalu lintas dan ketersediaan saluran drainase. Penelitian ini menganalisis parameter yang paling berpengaruh pada kerusakan jalan

Penelitian kelima dilakukan oleh Agisti (2024) dengan judul “Pengembangan Aplikasi Multiplatform Sistem Informasi Jalan Berlubang di Provinsi Riau (Studi Kasus: Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau)” mengintegrasikan teknologi *Geographical Information System (GIS)* dan *Google Maps* untuk memetakan dan melaporkan lokasi jalan berlubang secara *real-time*.

Tabel 2. 5 Perbandingan penelitian terdahulu

Penulis	Judul	Metodologi	Hasil
Laurn M, Ibrohim M, 2019	Sistem Informasi Geografis Tingkat Kerusakan Ruas Jalan Berbasis Web	Waterfall	Menyajikan Informasi kerusakan jalan kepada Masyarakat umum.
Firmansyah S, 2019	Analisis Potensi Kerusakan Jalan Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Di Kecamatan Pulung Kabupaten Ponorogo	Stratified purposive sampling,	Analisis potensi kerusakan jalan berdasarkan parameter faktor di Kecamatan Pulung. Menyimpulkan parameter yang paling berpengaruh adalah curah hujan tinggi dan tekstur tanah halus.
Rahmadani D, dkk, 2022	Implementasi Metode K-Means Pada Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan di Dinas	K-Means.	Sistem informasi yang menampung laporan kerusakan jalan dan mengelompokkan berdasarkan tingkat kerusakan. Klaster

Penulis	Judul	Metodologi	Hasil
	Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Jepara		kerusakan jalan terbagi menjadi Ringan, Sedang, dan Berat. Blackbox Testing memperoleh keberhasilan 100%
Ananda R, 2022	Analisis tingkat potensi kerusakan jalan dengan pemanfaatan aplikasi sistem informasi geografis di kecamatan medan selayang kota medan	Georeferencing, Digitasi dan Interpolasi Khusus, Overlay, Pengharkatan atau Standarisasi, Pembobotan Faktor Evaluasi	Analisis tingkat potensi kerusakan jalan di Kecamatan Medan Selayang Kota Medan. Menyimpulkan bahwa tingkat potensi kerusakan tinggi sangat dipengaruhi oleh volume lalu lintas yang tinggi.
Agisti R, 2024	Pengembangan Aplikasi Multiplatform Sistem Informasi Jalan Berlubang di Provinsi Riau (Studi Kasus: Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau)	Prototyping	Sistem aplikasi yang bernama JalanKu. membantu pengguna dalam memberikan informasi mengenai kondisi jalan di Provinsi Riau secara real-time. Blackbox Testing menunjukkan fungsi system berjalan 100%. Usability Testing memperoleh nilai rata-rata sebesar 85,4%.
Proyek Akhir (sekarang)	Pengembangan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Digital Potensi Jalan Rusak Kota Pekanbaru Berbasis Website	K-means	Sistem Informasi Geografis yang menampilkan informasi jalan dan potensi kerusakannya berdasarkan hasil klusterisasi. Pendekatan yang dilakukan bersifat prediktif sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan pemeliharaan jalan secara preventif.

Berdasarkan kajian terhadap beberapa penelitian terdahulu, diketahui bahwa penelitian-penelitian tersebut telah membahas topik yang relevan dengan penelitian

ini, namun memiliki keterbatasan diantaranya, hanya menampilkan kondisi kerusakan yang telah terjadi dan belum menyediakan analisis terhadap potensi kerusakan jalan, analisis spasial menitikberatkan pada faktor yang mempengaruhi potensi kerusakan, proses klasterisasi dilakukan terhadap data kerusakan jalan yang sudah ada saja, aplikasi dibuat untuk laporan kondisi jalan yang telah rusak bukan analisis potensi kerusakan maupun penentuan prioritas pemeliharaan.

Penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian sebelumnya karena mengkaji permasalahan potensi jalan rusak dengan menyesuaikan pendekatan penelitian terhadap kebutuhan dan karakteristik dari jalan di wilayah Kota Pekanbaru. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada Dinas PUPR Kota Pekanbaru dalam merencanakan pemeliharaan jalan secara preventif, sehingga tidak hanya berfungsi sebagai media informasi, tetapi juga sebagai pendukung pengambilan keputusan serta melengkapi hasil-hasil penelitian yang telah ada sebelumnya.