



Implementasi Metode K-Means Pada Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan di Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Jepara

Dina Nuriyah Ramadhani¹⁾, Aris Trijaka Harjanta²⁾, Aptanang Tyogi³⁾, Serli Agnes Ajhara⁴⁾

^{1,2,3,4}Informatika, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

¹Email : dinanuriyah10@gmail.com

²Email : aristrijaka@upgris.ac.id

³Email : aptanangtyogi33@gmail.com

⁴Email : serlyagnesajhara@gmail.com

Abstrak – Jalan adalah sarana transportasi darat yang berperan penting dalam sektor perhubungan untuk menghubungkan antara satu kota dengan kota lainnya, antara kota dengan desa, antara satu desa dengan desa lainnya. Kabupaten Jepara adalah salah satu kabupaten yang memiliki banyak sarana transportasi darat terutama jalan. Namun di Kabupaten Jepara masih terdapat banyak jalan yang rusak dan belum diperbaiki karena terbatasnya informasi dan laporan dari warga tentang masalah tersebut sehingga pemerintah tidak dapat melakukan penanganan secara cepat dan tepat. Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) memiliki tugas yaitu membangun sarana dan prasarana di bidang infrastruktur dan penataan ruang yang bertanggung jawab kepada bupati melalui sekretaris daerah. Dengan adanya permasalahan tersebut maka dibuat Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan (SIPEKA) berbasis Website dengan mengimplementasikan metode k-means yang dapat mengelompokkan tingkat kerusakan jalan di Kabupaten Jepara sehingga mempermudah pemerintah melalui DPUPR Kabupaten Jepara untuk menindaklanjuti perbaikan jalan. Sistem dibuat menggunakan framework CodeIgniter, sedangkan untuk pemetaan kerusakan jalan dibuat menggunakan OpenStreetMap. Pengujian sistem menggunakan metode Black box untuk mengetahui fungsionalitas sistem sesuai dengan rancangan yang dibuat.

Kata Kunci: DPUPR, Jalan, Jepara, K-Means, Kerusakan

PENDAHULUAN

Jalan adalah prasarana darat yang meliputi segala bagian Jalan, termasuk bangunan penghubung, 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 rel, jalan lori, dan jalan kabel. Pengelompokan status jalan dibagi menjadi 5, yaitu jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa. Tersedianya infrastruktur jalan yang baik akan menunjang perekonomian dan kegiatan bersosial yang baik. Untuk itu pemantauan atas kerusakan jalan sangat diperlukan guna mempercepat penanganan, yaitu perbaikan jalan. Saat ini pemerintah memiliki keterbatasan informasi mengenai kerusakan jalan sehingga perbaikan jalan tidak dapat berjalan secara cepat dan tepat sesuai dengan tingkat kerusakan jalan.

Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) mempunyai tugas membantu Bupati dalam melaksanakan urusan pemerintahan bidang pekerjaan umum dan penataan ruang serta urusan pemerintahan bidang pertanahan yang menjadi daerah kewenangan Kabupaten. DPUPR menangani jalan yang berstatus sebagai Jalan Kabupaten. Jalan Kabupaten mempunyai ciri marka yang sama dengan Jalan Provinsi yaitu marka membujur berwarna putih, baik terputus maupun garis tanpa putus, biasanya Jalan Kabupaten memiliki ukuran lebar jalan yang lebih kecil dari Jalan Provinsi dan hanya menghubungkan antar kecamatan. Total panjang ruas Jalan Kabupaten di Jepara yang terbagi ke dalam 16 Kecamatan adalah sepanjang 872.142 KM.

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka dibutuhkan sebuah sistem yang dapat menampung laporan kerusakan jalan dan mengelompokkan berdasarkan tingkat kerusakan sehingga pemerintah dapat menangani dan memprioritaskan perbaikan jalan berdasarkan tingkat kerusakan jalan tersebut, yaitu Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan (SIPEKA) berbasis Website. Salah satu metode perhitungan yang banyak digunakan untuk mengelompokkan tingkat kerusakan jalan yaitu metode K-Means. K-Means merupakan salah satu metode data clustering non hierarki dan mempartisi data yang ada



ke dalam satu atau lebih *cluster* (kelompok) sehingga data yang memiliki karakteristik sama dikelompokkan ke dalam satu *cluster* yang sama dan data yang mempunyai karakteristik berbeda dikelompokkan ke dalam *cluster* yang lain. Penggunaan metode *K-Means* pada Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan (SIPEKA) bertujuan untuk mempermudah pemerintah dalam mengetahui prioritas perbaikan jalan berdasarkan tingkat kerusakan jalan yang ringan, sedang, hingga ke rusak berat.

METODE

Tinjauan Pustaka

1. Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Jepara

Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Kabupaten Jepara beralamat di Jalan Kartini No. 27, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Dinas mempunyai tugas membantu Bupati dalam melaksanakan urusan pemerintahan bidang pekerjaan umum dan penataan ruang serta urusan pemerintahan bidang pertanahan yang menjadi daerah kewenangan Kabupaten.

2. Jalan

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja Pasal 1, Jalan adalah prasarana darat yang meliputi segala bagian Jalan, termasuk bangunan penghubung, 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 rel, jalan lori, dan jalan kabel. Berikut merupakan klasifikasi tingkat kerusakan jalan:

- a. Jalan dalam kondisi baik
- b. Jalan dalam kondisi rusak ringan
- c. Jalan dalam kondisi sedang
- d. Jalan dalam kondisi rusak berat

3. Jepara

Jepara adalah salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Kabupaten Jepara berbatasan dengan Laut Jawa di barat dan utara, Kabupaten Pati dan Kabupaten Kudus di timur, serta Kabupaten Demak di selatan. Kabupaten Jepara terdiri dari 16 Kecamatan, yaitu: Bangsri, Batealit, Donorojo, Jepara, Kalinyamatan, Karimunjawa, Kedung, Keling, Kembang, Mayong, Mlonggo, Nalumsari, Pakis Aji, Pecangaan, Tahunan, serta Welahan.

4. K-Means

K-Means merupakan salah satu metode data *clustering* non hierarki dan mempartisi data yang ada ke dalam satu atau lebih *cluster* (kelompok) sehingga data yang memiliki karakteristik sama dikelompokkan ke dalam satu *cluster* yang sama dan data yang mempunyai karakteristik berbeda dikelompokkan ke dalam *cluster* yang lain.

Berikut merupakan langkah-langkah algoritma *K-Means*:

- a. Menghitung jumlah data (p)
- b. Menentukan jumlah cluster (k)
- c. Menentukan centroid awal
- d. Menghitung jarak data dengan *centroid* 1 dan *centroid* 2 menggunakan rumus 2.1 berikut :

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_m - y_m)^2}$$

Keterangan :

- $d(x,y)$ adalah jarak *euclidean*
- (x) merupakan koordinat *object*
- (y) merupakan koordinat *centroid*
- e. Mengelompokkan data sesuai *cluster* berdasarkan jarak terdekat
- f. Menghitung *centroid* berikutnya atau rata-rata tiap *cluster*
- g. Apabila hasil perhitungan *centroid* baru pada iterasi terakhir sama dengan iterasi sebelumnya maka iterasi dihentikan.

METODE PENELITIAN

1. Identifikasi, pengumpulan informasi
2. Perancangan, proses perancangan sistem yang akan dibuat meliputi:
 - a. Analisis kebutuhan
 - b. Perancangan sistem
 - c. Pembangunan sistem
 - d. Pengujian sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan *K-Means*

1. Menghitung jumlah data. Data kerusakan jalan dari data yang telah terkumpul terdapat 10 data yang ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Data kerusakan jalan Kabupaten Jepara

No.	Kecamatan	Ruas	Dari-Ke	Lebar	Luas	Jenis
1.	Pakis Aji	Tanjung - Plajan	0 - 200	2	2	2
2.	Pakis Aji	Tanjung - Plajan	200 - 300	4	1	3
3.	Pakis Aji	Tanjung - Plajan	300 - 400	1	2	1
4.	Mlonggo	Mororejo-Suwawal	400 - 500	4	3	4
5.	Jepara	Karangkebagusan - Demaan	500 - 550	1	2	1
6.	Bangsri	Papasan - Srikandang	600 - 650	3	2	2
7.	Jepara	Karangkebagusan - Demaan	650 - 700	1	4	3
8.	Pakis Aji	Tanjung - Plajan	700 - 750	2	4	4
9.	Bangsri	Papasan - Srikandang	750 - 800	4	2	4
10.	Mlonggo	Mororejo-Suwawal	850 - 900	2	1	1

2. Menentukan jumlah *cluster*. Data kerusakan jalan dikelompokkan menjadi 3 *cluster*, yaitu:

C1 = Ringan

C2 = Sedang

C3 = Berat

3. Menentukan *centroid* awal.

Tabel 2. Data *centroid* awal

	Lebar	Luas	Jenis
C1	1	1	1
C2	1.658064516	1.616129032	1.625806452
C3	4	4	4

4. Menghitung jarak *euclidean*. Perhitungan pada *centroid* tersebut dilakukan sebanyak data pada data kerusakan jalan dengan menggunakan rumus 2.1

Tabel 3. Data hasil penghitungan jarak *euclidean*

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

5. Mengelompokkan data sesuai cluster berdasarkan jarak terpendek. Adanya perbandingan antara data C1, C2, dan C3 dapat dilihat data mana yang paling kecil maka masuk pada *cluster* tersebut.

Tabel 4. Data hasil pengelompokan *cluster*

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

6. Menghitung *centroid* baru.

Setelah nilai dari *centroid* baru diketahui, langkah selanjutnya menghitung jarak data dengan *centroid* baru menggunakan jarak *euclidian* dengan rumus 2.1. Apabila *cluster* berubah maka perlu dilakukan iterasi lagi sampai data setiap *cluster* sama.

Tabel 5. Data *centroid* baru

	Lebar	Luas	Jenis
C1	1	1	1
C2	2.829032258	1.308064516	2.312903226
C3	4	2.5	3.5



Setelah nilai dari *centroid* baru diketahui, langkah selanjutnya menghitung jarak data dengan *centroid* baru menggunakan jarak *euclidian* dengan rumus 2.1. Apabila *cluster* berubah maka perlu dilakukan iterasi lagi sampai data setiap *cluster* sama.

Tabel 6. Data hasil penghitungan menggunakan metode *k-means*

Data Ke-	D(P1,C1)	D(P2,C2)	D(P3,C3)	C
1	1.732050808	0.635844	3.464102	2
2	3.605551275	1.392182	1.581139	2
3	1	2.355387	3.937004	1
4	4.69041576	2.660847	0.707107	3
5	1	2.355387	3.937004	1
6	2.449489743	0.778404	1.870829	2
7	3.605551275	3.326256	3.391165	2
8	4.358898944	3.283307	2.54951	3
9	4.358898944	2.16708	0.707107	3
10	1	1.583008	3.535534	1

Berdasarkan perhitungan di atas, maka diperoleh hasil bahwa:

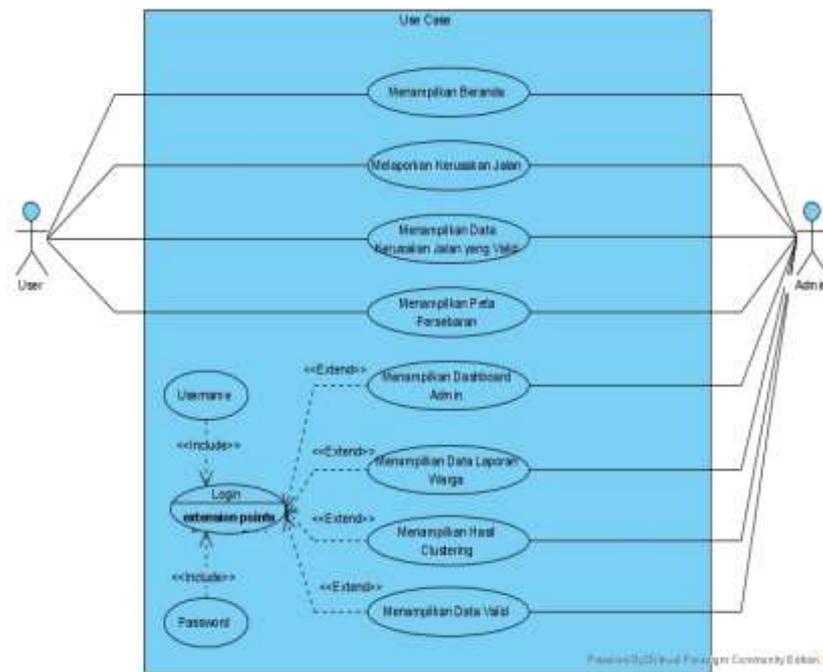
- a. Jumlah cluster 1 (C1) = 3 data
- b. Jumlah cluster 2 (C2) = 4 data
- c. Jumlah cluster 3 (C3) = 3 data

Perancangan Sistem

1. Use Case Diagram

Use Case Diagram merupakan gambaran fungsional dari suatu sistem yang bertujuan agar pengguna sistem dapat dengan mudah memahami sistem yang akan dibangun. Dalam membangun sebuah sistem, hal pertama yang dilakukan yaitu menganalisis kebutuhan sebuah sistem dalam perangkat lunak. Cara kerja *Use Case* yaitu dengan mendeskripsikan interaksi antara pengguna dengan sistem.

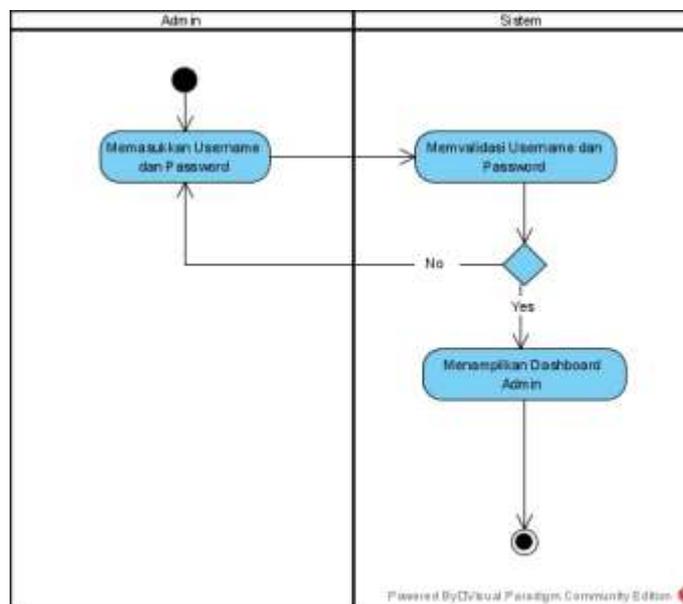
Pada gambar *Use Case* berikut *User* (Warga) dapat melakukan beberapa aksi seperti mengakses beranda, melaporkan kerusakan jalan, melihat data kerusakan jalan yang valid, dan melihat peta persebaran tanpa melalui proses *login* terlebih dahulu. Sama halnya dengan *User* (Warga), *Admin* (Pegawai DPUPR) dapat mengakses beranda, melaporkan kerusakan jalan, melihat data kerusakan jalan yang valid, dan melihat peta persebaran tanpa melalui proses *login*, namun untuk mengakses *dashboard* admin, mengakses data laporan warga, mengakses data *clustering*, dan mengakses data yang valid, admin harus terlebih dahulu *login* menggunakan *username* dan *password* yang telah terdaftar.



Gambar 1. Use case diagram

2. Activity Diagram

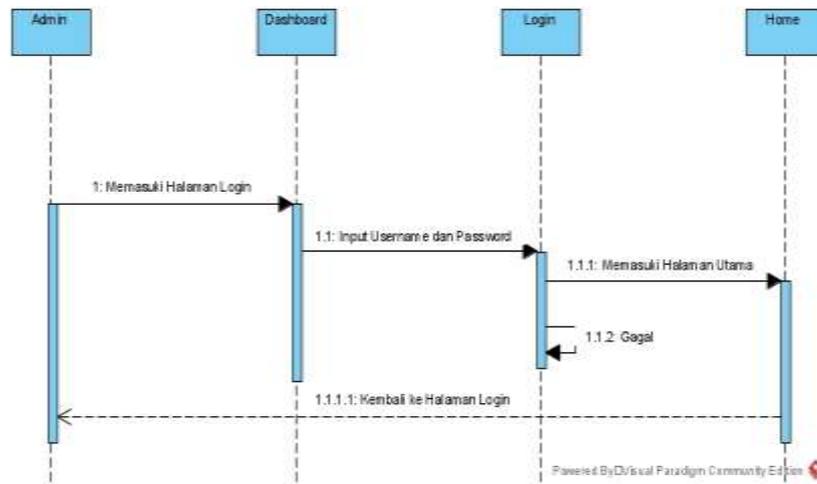
Activity diagram merupakan pengembangan dari Use Case yang memiliki alur aktivitas. Alur atau aktivitas bisa berupa runtutan menu-menu atau proses yang terdapat di dalam sistem tersebut.



Gambar 2. Activity diagram login admin

3. Sequence Diagram

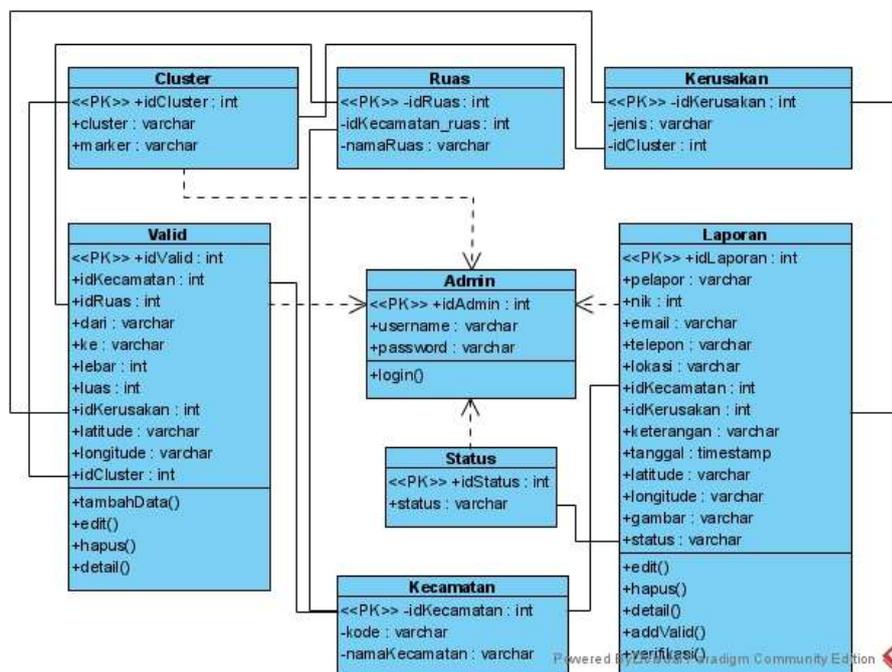
Sequence diagram adalah sebuah diagram yang digunakan untuk menjelaskan dan menampilkan interaksi antar objek dalam sebuah sistem secara terperinci. Selain itu sequence diagram juga akan menampilkan pesan atau perintah yang dikirim, beserta waktu pelaksanaannya.



Gambar 3. Sequence diagram login admin

4. Class Diagram

Class Diagram adalah visualisasi kelas-kelas dari suatu sistem. Diagram ini memperlihatkan hubungan antar kelas dan penjelasan detail tiap kelas di dalam model desain dari suatu sistem. Class Diagram memiliki 3 area utama yaitu: nama, atribut, dan operasi. Nama berfungsi untuk memberi identitas pada sebuah kelas, atribut berfungsi untuk menunjukkan karakteristik pada data yang dimiliki suatu objek di dalam kelas, sedangkan operasi berfungsi memberikan sebuah fungsi ke sebuah objek.



Gambar 4. Class Diagram

Implementasi Sistem

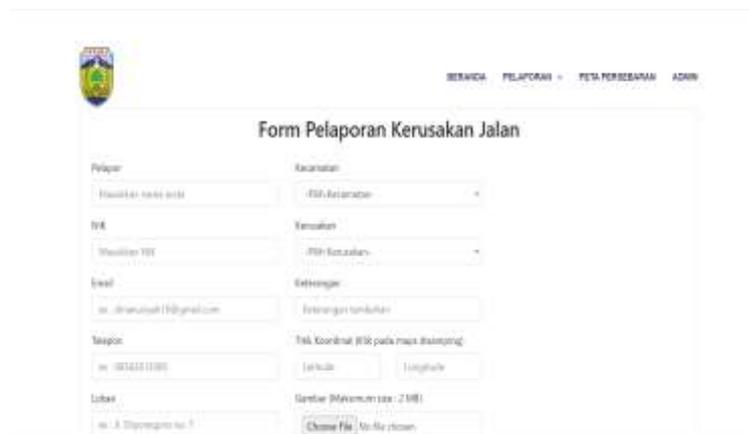
1. Tampilan Halaman Dashboard



Gambar 5. Halaman *dashboard*

Halaman *Dashboard* merupakan halaman awal dari SIPEKA.

1. Tampilan Halaman *Form* Pelaporan Kerusakan Jalan



Gambar 6. Halaman *form* pelaporan kerusakan jalan

Halaman *Form* Pelaporan Kerusakan Jalan berisi formulir yang harus diisi untuk membuat laporan kerusakan jalan.

2. Tampilan Halaman *Login* Admin



Gambar 7. Halaman *login* admin

Halaman *login* admin merupakan halaman yang hanya diperuntukkan bagi Admin.

3. Tampilan *Dashboard* Admin



Gambar 8. Halaman *Dashboard* Admin

Halaman *Dashboard* Admin berisi jumlah data yang masuk dan grafik *clustering*.

4. Tampilan Halaman *Clustering*



Gambar 9. Halaman *Clustering*

Halaman *Clustering* berisi hasil dari perhitungan clustering menggunakan metode *k-means*.

Pengujian Sistem

Pengujian *Black Box* merupakan pengujian yang dilakukan hanya dengan mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari sebuah sistem. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa bagian-bagian dalam sistem aplikasi telah benar menampilkan sesuai dengan perancangan program.

Tabel 7. Data hasil pengujian *Black Box*

No	Skenario Pengujian	Kasus Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Laporan Kerusakan Jalan	Memasukkan data kerusakan jalan	Data Laporan Kerusakan Jalan tersimpan ke dalam <i>database</i>	Sesuai	Berhasil
2.	Kelola Data Laporan Kerusakan Jalan Warga	Mengedit data	Data laporan kerusakan jalan tersimpan ke dalam <i>database</i>	Sesuai	Berhasil
3.	<i>Login</i> Admin	Memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar	Masuk ke halaman <i>dashboard</i> admin	Sesuai	Berhasil
4.	<i>Login</i> Admin	Tidak memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i>	Sistem menampilkan pesan “ <i>The Username field is required.</i> ”	Sesuai	Berhasil
5.	<i>Clustering</i>	Mengecek data	Data laporan kerusakan jalan terbagi menjadi 3 <i>cluster</i>	Sesuai	Berhasil

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada sistem informasi geografis pemetaan kerusakan jalan berbasis web ini dapat disimpulkan bahwa:



1. Perbandingan hasil *clustering k-means* pada program dengan hasil perhitungan secara manual memperoleh hasil yang sama, yaitu jumlah *cluster* 1 (C1) = 3 data, *cluster* 2 (C2) = 4 data, dan *cluster* 3 (C3) = 3 data.
2. Hasil pengujian menggunakan metode *black box* memperoleh hasil yang baik dengan tingkat kesalahan yang ditemukan pada sistem sebesar 0%.
3. Sistem informasi ini dapat menampung laporan kerusakan jalan dan mengelompokkan berdasarkan tingkat kerusakan.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis dapat memberikan saran-saran guna pengembangan sistem selanjutnya dapat berjalan dengan lebih baik, antara lain:

1. Menambahkan fitur notifikasi *e-mail* pada *user* ketika status sudah valid, sudah diperbaiki, maupun ketika status tidak valid.
2. Sistem dapat dikembangkan menjadi berbasis aplikasi android guna mempermudah dalam penggunaannya.
3. Menambahkan jenis kerusakan jalan, seperti jalan bergelombang, jalan berlubang, dan jalan tidak rata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas tersusunnya artikel penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Jepara yang telah bersedia memberikan data guna menunjang berlangsungnya pelaksanaan penelitian.
2. Bapak Aris Trijaka Harjanta, S. Kom., M. Kom. selaku Pembimbing yang telah membimbing dan membantu dalam pelaksanaan penelitian.
3. Bapak Afif Fahroni, S. E. selaku Pembimbing di Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang yang telah membimbing dan membantu dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Suryani, T., Faisol, A., & Vendyansyah, N. (2021). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan Di Kabupaten Malang Menggunakan Metode K-Means. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 380-388.
- Mubarak, H. (2016). Analisa Tingkat Kerusakan Perkerasan Jalan Dengan Metode Pavement Condition Index (Pci) Studi Kasus: Jalan Soekarno Hatta Sta. 11+ 150 sd 12+ 150. *Jurnal Saintis*, 16(1), 94-109.
- Handayani, L. G. S., Piarsa, I. N., & Wibawa, K. S. (2015). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Jalan Desa Berbasis Web. *Lontar Komputer: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 128-137.
- Muryanto, D., & Santosa, R. (2019). EVALUASI KERUSAKAN RUAS JALAN KALIMAS BARU KOTA SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA. *JURNAL ILMIAH MITSU*, 7(1), 24-30.
- Ibrohim, M. (2019). Sistem Informasi Geografis Tingkat Kerusakan Ruas Jalan Berbasis Web. *JSiI (Jurnal Sistem Informasi)*, 6(1), 20-31.
- Sadewo, M. G., Windarto, A. P., & Wanto, A. (2018). Penerapan Algoritma Clustering Dalam Mengelompokkan Banyaknya Desa/Kelurahan Menurut Upaya Antisipasi/Mitigasi Bencana



- Alam Menurut Provinsi Dengan K-Means. KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer), 2(1).
- Syafrianto, A. (2012). Perancangan Aplikasi K-Means Untuk Pengelompokkan Mahasiswa STMIK ELRAHMA Yogyakarta Berdasarkan Frekuensi Kunjungan ke Perpustakaan dan IPK. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Teknik Informatika, STMIK ELRAHMA Yogyakarta.
- Hanifah, U., Alit, R., & Sugiarto, S. (2016). Penggunaan metode black box pada pengujian sistem informasi surat keluar masuk. SCAN-Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi, 11(2), 33-40.
- Metisen, B. M., & Sari, H. L. (2015). Analisis clustering menggunakan metode K-Means dalam pengelompokkan penjualan produk pada Swalayan Fadhila. Jurnal media infotama, 11(2).