

Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kota Balikpapan Dengan Menggunakan Metode *Cluster Analysis*

Khusnul Hayati¹

Teknik Industri, Jurusan Teknologi Industri dan Proses *Institut Teknologi Kalimantan*
Jl. Soekarno Hatta No.KM 15, Karang Joang, Kec. Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur 76127 Indonesia

¹12211049@student.itk.ac.id

Dikirim pada 21-11-2024, Direvisi pada 28-11-2024, Diterima pada 04-12-2024

Abstrak

Kecelakaan lalu lintas di Kota Balikpapan meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah kendaraan dan mobilitas masyarakat. Identifikasi daerah rawan kecelakaan menjadi penting untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas dan merancang kebijakan yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan daerah rawan kecelakaan di Kota Balikpapan menggunakan metode *cluster analysis*, khususnya algoritma *K-Means*. Data kecelakaan lalu lintas dari April 2023 hingga April 2024 yang mencakup 145 kejadian di 38 lokasi dianalisis berdasarkan parameter jumlah kejadian dan jenis kendaraan. Hasil penelitian menunjukkan tiga kategori daerah rawan kecelakaan, yaitu aman, cukup rawan, dan rawan. Berdasarkan parameter jumlah kejadian, daerah dengan kategori aman (C1) meliputi 26 lokasi, cukup rawan (C2) mencakup 11 lokasi, dan sangat rawan (C3) hanya di 1 lokasi, yaitu Kilo. Untuk parameter jenis kendaraan, kecelakaan kendaraan roda dua lebih dominan di lokasi kategori aman, kecelakaan kendaraan roda empat lebih sering terjadi di lokasi cukup rawan, sedangkan kecelakaan truk mendominasi di lokasi sangat rawan. Penelitian ini merekomendasikan perbaikan kualitas jalan, peningkatan penerangan, pemasangan kamera pengawas (CCTV), dan intensifikasi patroli polisi lalu lintas di daerah rawan kecelakaan. Temuan ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan pemangku kebijakan dalam upaya mengurangi angka kecelakaan dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan di Kota Balikpapan.

Kata Kunci: *Cluster Analysis, K-Means Clustering, Pemetaan Kecelakaan*

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC BY-SA](#).



Penulis Koresponden

Khusnul Hayati

Teknik Industri Jurusan Teknologi Industri dan Proses, Institut Teknologi Kalimantan Jl. Soekarno Hatta KM. 15, Karang Joang, Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia, 76127, Email: 12211049@student.itk.ac.id

I. PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas telah menjadi salah satu permasalahan utama yang terus dihadapi oleh banyak kota di seluruh dunia, termasuk di Indonesia, seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dan tingginya mobilitas masyarakat. Kota Balikpapan, sebagai salah satu kota yang sedang berkembang pesat di Indonesia, tidak luput dari permasalahan ini, khususnya pada sektor transportasi yang mengalami peningkatan arus lalu lintas akibat perkembangan ekonomi, urbanisasi, dan pembangunan infrastruktur. Kondisi ini menyebabkan tingginya risiko kecelakaan lalu lintas yang berdampak serius, baik dari segi sosial maupun ekonomi, termasuk korban jiwa, luka berat, luka ringan, hingga kerugian materi. Berdasarkan data kecelakaan lalu lintas yang tercatat dari periode April 2023 hingga April 2024, Kota Balikpapan mengalami 145 kejadian kecelakaan yang tersebar di 38 lokasi, dengan berbagai tingkat keparahan. Fenomena ini menunjukkan bahwa kecelakaan lalu lintas bukan hanya menjadi masalah individu, tetapi juga menjadi tantangan besar bagi pemerintah, pemangku kebijakan, dan masyarakat secara keseluruhan dalam menciptakan lingkungan lalu lintas yang lebih aman [1].

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas. Misalnya, studi sebelumnya menggunakan analisis statistik untuk memahami faktor penyebab kecelakaan atau memetakan daerah rawan secara manual berdasarkan data historis. Namun, metode tradisional ini memiliki keterbatasan dalam mengelompokkan daerah berdasarkan karakteristik serupa, yang berpotensi mengurangi efektivitas intervensi [2]. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode *cluster analysis* berbasis algoritma *K-Means* untuk memetakan daerah rawan kecelakaan di Kota Balikpapan. *Cluster analysis* memungkinkan pengelompokan daerah dengan karakteristik serupa berdasarkan parameter tertentu, seperti jumlah kejadian dan jenis kendaraan yang terlibat dalam kecelakaan. Pendekatan ini memberikan wawasan yang lebih mendalam dan memungkinkan fokus yang lebih tepat pada daerah rawan kecelakaan [3]. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung upaya pemerintah dan pemangku kebijakan untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas, merancang kebijakan berbasis data, dan menurunkan angka kecelakaan di Kota Balikpapan.

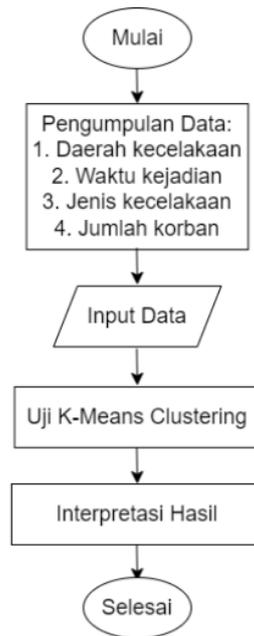
Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi yang signifikan dalam mendukung upaya pemerintah dan para pemangku kebijakan dalam meningkatkan keselamatan lalu lintas di Kota Balikpapan. Dengan hasil pemetaan daerah rawan kecelakaan yang berbasis data dan metode yang lebih komprehensif, penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam merancang kebijakan keselamatan lalu lintas yang lebih terarah, mendukung alokasi sumber daya yang efisien, serta memberikan dampak yang nyata dalam menurunkan angka kecelakaan dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat di Kota Balikpapan. Melalui pendekatan yang inovatif ini, diharapkan langkah-langkah strategis dalam pengelolaan lalu lintas dapat lebih terintegrasi, berkelanjutan, dan efektif dalam menjawab tantangan transportasi perkotaan yang semakin kompleks.

II. METODE PENELITIAN

K-Means cluster merupakan salah satu metode dari *cluster analysis* yaitu clustering non hirarki yang mengelompokkan data ke dalam suatu cluster sehingga data memiliki karakteristik yang sama kemudian dikelompokkan data menjadi dalam satu cluster yang sama. *K-Means* termasuk algoritma *clustering* dengan menjalankan proses berulang-ulang [4]. Huruf K diartikan sebagai jumlah cluster yang akan dibuat. Selanjutnya nilai K ditetapkan secara acak. Sedangkan Means merupakan nilai sementara yang menjadi pusat dari *cluster* atau disebut juga dengan centroid. Setiap data yang ada maka akan dihitung jaraknya terhadap masing-masing centroid dengan memakai rumus *Euclidean* hingga dihasilkan jarak terdekat dari setiap data dengan *centroid* [5].

Proses clustering melibatkan beberapa langkah penting. Pertama, menetapkan ukuran jarak antara data untuk mengukur kesamaan antara objek, sering kali menggunakan metode *Euclidean distance*. Kedua, melakukan proses standarisasi data jika diperlukan. Ketiga, melakukan pengklasteran, yang bisa dilakukan dengan metode hierarki atau Non hierarki. Metode Hierarki memulai pengelompokan dengan objek yang paling dekat dan membentuk semacam pohon hierarki, sementara metode Non hierarki menentukan jumlah cluster terlebih dahulu dan melakukan klasterisasi tanpa hierarki. Setelah itu, langkah keempat adalah menanamkan cluster-cluster yang terbentuk, diikuti dengan langkah kelima yaitu validasi dan profiling cluster [6]. Ciri-ciri cluster termasuk homogenitas tinggi di dalam satu cluster dan heterogenitas tinggi antara cluster yang berbeda [7]. Ada juga istilah penting dalam analisis cluster seperti *distances between cluster centers*, keanggotaan cluster, pusat cluster, rata-rata lama cluster, dan skedul aglomerasi [8].

Pada penelitian ini menggunakan metode *K-Means cluster* untuk menentukan daerah rawan kecelakaan di Balikpapan. Tahapan dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir

Berdasarkan diagram alir di atas, tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Tahap awal dimulai dengan menetapkan tujuan utama penelitian, yaitu untuk melakukan pemetaan tingkat kerawanan kecelakaan di Kota Balikpapan berdasarkan data kecelakaan yang tersedia. Tujuan ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai tingkat risiko kecelakaan di berbagai segmen jalan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk rekomendasi kebijakan peningkatan keselamatan lalu lintas. Penetapan tujuan ini penting untuk memastikan setiap langkah penelitian terarah dan relevan dengan masalah yang ingin diatasi.
2. Pengumpulan data kecelakaan lalu lintas menjadi langkah kedua yang sangat krusial dalam penelitian ini. Data yang dikumpulkan mencakup beberapa elemen penting:
 - a. Lokasi kecelakaan, yaitu identifikasi segmen jalan atau daerah spesifik tempat kecelakaan terjadi. Informasi ini membantu dalam pemetaan risiko berdasarkan wilayah geografis
 - b. Waktu kejadian, yakni informasi temporal mengenai kapan kecelakaan terjadi, mencakup hari, bulan, dan tahun. Data ini berguna untuk mengidentifikasi pola waktu kecelakaan, seperti kecenderungan hari atau bulan tertentu.
 - c. Jenis kecelakaan, yaitu klasifikasi bentuk kecelakaan yang terjadi, seperti tabrakan antara kendaraan, tergelincir, atau kecelakaan tunggal, untuk memberikan gambaran mengenai jenis risiko yang dominan
 - d. Jumlah korban, meliputi jumlah korban meninggal dunia, korban luka berat, dan korban luka ringan dalam setiap insiden kecelakaan, yang digunakan untuk mengukur tingkat keparahan kecelakaan di setiap daerah. Data ini kemudian diolah dan dipastikan kualitasnya agar dapat digunakan secara efektif dalam tahap analisis.
3. Tahap ketiga adalah memasukkan data ke dalam software SPSS untuk analisis lebih lanjut. Pada tahap ini, semua data yang telah dikumpulkan dimasukkan dengan teliti ke dalam perangkat lunak. Proses input data dilakukan dengan memastikan setiap variabel direkam sesuai dengan format yang dibutuhkan untuk analisis cluster, seperti kategori wilayah, jumlah korban, jenis kecelakaan, dan waktu kejadian.
4. Tahap keempat melibatkan proses analisis K-Means Clustering menggunakan software SPSS. Dalam software ini, proses clustering dilakukan melalui menu Analyze > Classify > K-Means Cluster. Peneliti menentukan jumlah cluster yang diinginkan, misalnya tiga cluster (kategori aman, cukup rawan, dan rawan), berdasarkan tujuan penelitian. Variabel-variabel seperti jumlah korban meninggal dunia, luka berat, dan luka ringan dipilih sebagai input utama untuk membentuk cluster. Selanjutnya, algoritma K-Means dalam SPSS dijalankan dengan langkah-langkah berikut:
 - a. Menghitung centroid awal untuk tiap cluster, yang menjadi pusat awal kelompok.
 - b. Mengelompokkan data berdasarkan jarak dari centroid, di mana setiap data dikelompokkan kedalam cluster dengan jarak terdekat ke centroid.

- c. Mengulangi proses hingga posisi centroid stabil (convergence), memastikan bahwa hasil clustering sudah optimal.
- SPSS kemudian menghasilkan beberapa output penting, seperti:
- a. Tabel Final Cluster Centers, yang menunjukkan nilai rata-rata tiap variabel di masing-masing cluster.
 - b. Tabel Cluster Membership, yang mengidentifikasi data mana yang masuk ke cluster tertentu.
 - c. Statistik Evaluasi, termasuk jumlah iterasi, tabel ANOVA, dan jarak antar cluster, untuk mengevaluasi kualitas hasil clustering.
5. Tahap interpretasi hasil clustering menjadi langkah kelima. Data yang telah dikelompokkan ke dalam cluster diinterpretasikan dengan memberikan deskripsi detail tentang karakteristik tiap cluster. Misalnya, cluster pertama mungkin mencakup daerah dengan tingkat kecelakaan rendah (kategori aman), cluster kedua mencakup daerah dengan tingkat kecelakaan sedang (kategori cukup rawan), dan cluster ketiga mencakup daerah dengan tingkat kecelakaan tinggi (kategori rawan). Deskripsi ini mencakup jenis kendaraan yang dominan terlibat, jumlah korban, dan keparahan kecelakaan di setiap cluster.
 6. Proses penelitian diakhiri dengan pemetaan daerah berdasarkan tingkat kerawanan kecelakaan. Peta ini memberikan visualisasi jelas mengenai tingkat risiko kecelakaan di berbagai segmen jalan di Kota Balikpapan. Hasil akhir ini memberikan informasi yang sangat berharga untuk mendukung rekomendasi kebijakan keselamatan lalu lintas, seperti perbaikan infrastruktur jalan, pemasangan rambu lalu lintas, penambahan penerangan, atau patroli yang lebih intensif di daerah rawan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam upaya menurunkan angka kecelakaan lalu lintas dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan di Kota Balikpapan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Berdasarkan data yang diperoleh dalam penelitian ini, tercatat sebanyak 145 kejadian kecelakaan lalu lintas yang tersebar di 38 wilayah di Kota Balikpapan. Data tersebut dikumpulkan melalui pengumpulan informasi kecelakaan yang terjadi dalam rentang waktu April 2023 hingga April 2024, mencakup berbagai ruas jalan di kota tersebut. Proses pengumpulan data dilakukan secara sistematis dengan fokus pada klasifikasi kejadian berdasarkan ruas jalan tempat kecelakaan terjadi. Selanjutnya, data ini diolah dan digeneralisasikan menjadi dua parameter utama, yaitu jumlah kejadian kecelakaan dan jenis kendaraan yang terlibat. Parameter-parameter ini dipilih untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang karakteristik kecelakaan di masing-masing wilayah. Informasi lengkap mengenai hasil klasifikasi tersebut dapat dilihat pada Tabel I, yang menyajikan data secara terstruktur untuk mendukung analisis lebih lanjut. Hasil pengumpulan dan pengolahan data ini menjadi dasar utama dalam upaya mengidentifikasi daerah rawan kecelakaan dan memberikan rekomendasi yang relevan untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas di Kota Balikpapan.

Tabel I Rekapitulasi pengumpulan data

NO	Jalan	Total			
		Kejadian	MD	LB	LR
1	Beller	3	0	0	3
2	Kariangau	4	0	0	4
3	Kilo	31	3	12	16
4	Sepinggan	11	1	6	4
5	MT Haryono	13	1	6	6
6	Batu Ampar	12	1	6	5
7	Pasar Baru	10	0	7	3
.
.
.
35	Melawai	2	0	0	2
36	Kebun Sayur	1	0	0	1
37	Gunung guntur	1	0	1	0
38	Klandasan	2	2	0	0

Keterangan :

MD : Korban Meninggal Dunia

LB : Korban Luka Berat
LR : Korban Luka Ringan

B. Pengolahan Data

Pengolahan K-Means Clustering Dengan SPSS

Setelah dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *software* SPSS diperoleh hasil pengolahan data seperti Gambar 2.

Final Cluster Centers

	Cluster		
	1	2	3
MD	.24	1.00	3.00
LB	.79	4.00	12.00
LR	1.18	5.00	16.00

Gambar 2 Cluster Daerah Kecelakaan

Berdasarkan Gambar II, analisis data menunjukkan bahwa dari total segmen jalan yang dianalisis, terdapat sebanyak 26 segmen jalan yang masuk dalam kategori aman. Segmen-segmen ini memiliki tingkat kecelakaan yang rendah, sehingga angka korban kecelakaan di wilayah tersebut dapat dianggap minimal. Selain itu, terdapat 11 segmen jalan yang termasuk dalam kategori cukup rawan. Pada segmen-segmen ini, angka korban kecelakaan tercatat meliputi 1 korban meninggal dunia, 4 korban luka berat, dan 5 korban luka ringan, yang mengindikasikan bahwa segmen-segmen ini memiliki potensi risiko yang lebih tinggi dibandingkan kategori aman, terdapat hanya 1 segmen jalan yang tergolong dalam kategori rawan kecelakaan, dengan angka korban yang cukup signifikan, yaitu 3 korban meninggal dunia, 12 korban luka berat, dan 16 korban luka ringan. Kondisi ini menunjukkan bahwa segmen jalan tersebut membutuhkan perhatian khusus untuk mengurangi risiko kecelakaan. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa sebagian besar segmen jalan yang dianalisis dapat dianggap aman, tetapi keberadaan beberapa segmen dengan kategori cukup rawan dan rawan memerlukan upaya lebih lanjut. Tindakan seperti pengelolaan lalu lintas yang lebih baik, peningkatan infrastruktur jalan, dan edukasi keselamatan berkendara perlu difokuskan pada segmen-segmen yang memiliki tingkat risiko tinggi untuk meningkatkan keselamatan secara keseluruhan. Gambar 3 adalah daerah dengan kategori aman, cukup rawan, dan rawan untuk parameter jumlah kejadian.

Cluster Membership			
Case Number	Jalan	Cluster	Distance
1	Beller	1	1.996
2	Kariangau	1	2.936
3	Kilo	3	.000
4	Sepinggan	2	2.236
5	MT. Haryono	2	2.236
6	Batu ampar	2	1.420
7	Pasar baru	1	.844
8	Karang jati	1	1.225
9	Grand city	2	2.236
10	Gunung sari	2	2.236
11	Somber	1	1.225
12	Karang anyar	2	1.855
13	Stal kuda	1	3.226
14	Mali fantasi	1	.844
15	Balikpapan permai	1	1.846
16	Kampung baru	2	.807
17	Batakan	1	1.710
18	Ringroad	1	.844
19	Karang rejo	1	.844
20	Gunung bakaran	1	2.936
21	Balikpapan baru	1	1.996
22	Gunung malang	1	1.710
23	Jalan minyak	1	1.249
24	Telagasari	1	.844
25	Lamaru	2	1.610
26	Dome	1	.879
27	Gunung bahagia	1	.844
28	BJBJ	2	1.981
29	Muara rapak	2	.807
30	Manggar	1	3.431
31	Teritip	1	1.225
32	Prapatan	1	1.161
33	Markoni	1	.844
34	Sumber rejo	1	.844
35	Melawai	1	1.161
36	Kebun sayur	1	.844
37	Gunung guntur	1	1.225
38	Klandasan	2	2.260

Gambar 3 Data Cluster Daerah Kecelakaan

Final Cluster Centers			
	Cluster		
	1	2	3
Motor	5.00	1.47	10.00
Mobil	5.17	.70	12.00
Truck	1.00	.50	23.00

Gambar 4 Cluster Daerah Kecelakaan

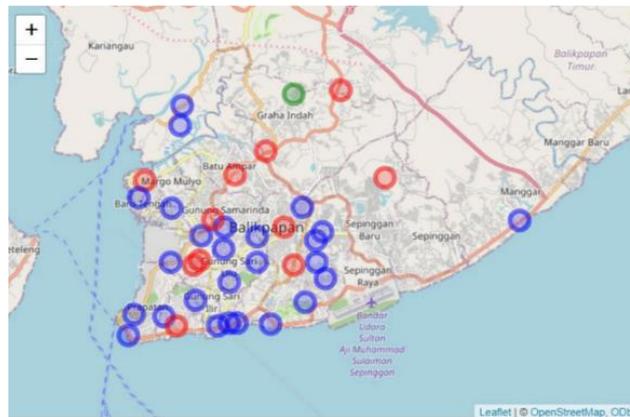
Gambar 4 merupakan parameter jenis kendaraan Cluster 1 (C1) merupakan daerah yang tergolong rawan kecelakaan lalu lintas untuk kategori kendaraan “mobil”. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis data yang menunjukkan angka perbandingan masing-masing kategori kendaraan di dalam cluster 1. Dari data tersebut, angka perbandingan untuk kendaraan “mobil” tercatat sebesar 5.17. Nilai ini menunjukkan bahwa daerah-daerah yang termasuk dalam cluster 1 memiliki kecenderungan paling tinggi untuk terjadinya kecelakaan yang melibatkan mobil dibandingkan dengan jenis kendaraan lainnya. Dengan demikian, cluster 1 dapat dijadikan sebagai prioritas dalam upaya mitigasi risiko kecelakaan yang lebih difokuskan pada pengemudi dan pengguna kendaraan roda empat. Cluster 2 (C2) merupakan daerah yang teridentifikasi sebagai wilayah rawan kecelakaan lalu lintas bagi kendaraan bermotor, khususnya kategori “motor”. Hal ini terbukti dari hasil analisis data yang menunjukkan angka perbandingan tertinggi untuk kategori “motor” dalam cluster ini, yaitu sebesar 1.47. Angka ini mengindikasikan bahwa di daerah-daerah yang termasuk dalam cluster 2, kecelakaan lalu lintas paling banyak melibatkan kendaraan bermotor roda dua. Kondisi ini menunjukkan perlunya perhatian khusus untuk meningkatkan keselamatan bagi pengendara motor, seperti melalui penerapan kebijakan keselamatan, edukasi berkendara, dan pengelolaan infrastruktur yang ramah bagi kendaraan roda dua. Cluster 3 (C3) merupakan wilayah yang diklasifikasikan sebagai daerah rawan kecelakaan lalu lintas untuk kendaraan “truk”. Berdasarkan hasil analisis data, cluster ini menunjukkan angka perbandingan tertinggi untuk kategori kendaraan “truk”, yang tercatat sebesar 23.00. Nilai ini menegaskan bahwa pada daerah-daerah yang termasuk dalam cluster 3, kecelakaan yang melibatkan truk jauh lebih dominan dibandingkan dengan jenis kendaraan lainnya. Situasi ini mencerminkan perlunya langkah-langkah strategis untuk meningkatkan keselamatan di daerah-daerah tersebut, terutama dengan memperhatikan aspek-aspek seperti pengaturan rute truk, peningkatan pengawasan terhadap muatan, serta pelatihan keselamatan khusus bagi pengemudi truk.

38 daerah yang dipetakan untuk parameter jumlah kejadian didapatkan, 6 segmen termasuk kategori aman (C1), 31 segmen termasuk kategori cukup rawan (C2), dan 1 segmen masuk kategori cukup rawan (C3). Pada Gambar V, jenis kendaraan yang dominan terlibat dalam kecelakaan di setiap kategori dianalisis lebih lanjut. Hasilnya menunjukkan bahwa kendaraan mobil, motor, dan truk masing-masing memiliki tingkat kerawanan yang bervariasi di setiap kategori. Kendaraan mobil, misalnya, cenderung lebih sering terlibat dalam kecelakaan di wilayah kategori cukup rawan (C2). Di sisi lain, kendaraan motor menunjukkan tingkat risiko yang tersebar baik di kategori cukup rawan (C2) maupun aman (C1), meskipun dengan tingkat kejadian yang lebih rendah dibandingkan mobil. Sementara itu, kendaraan truk, yang biasanya beroperasi di jalur-jalur tertentu dengan beban berat, cenderung mendominasi kategori cukup rawan (C3), menandakan bahwa segmen jalan ini memerlukan penanganan khusus, seperti pengaturan jalur truk atau peningkatan kualitas jalan untuk kendaraan berat.

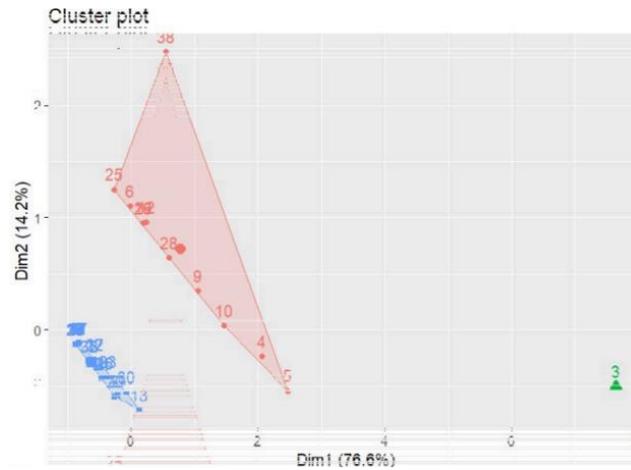
Cluster Membership							
Case Number	Jalan	Cluster	Distance				
1	Beller	2	2.023	21	Balikipapan baru	2.000	1.340
2	Kariangau	2	3.859	22	Gunung malang	2	.790
3	Kilo	3	.000	23	Jalan minyak	2	.790
4	Sepinggan	1	3.516	24	Telagasari	2	.979
5	MT. Haryono	1	3.609	25	Lamaru	2	1.012
6	Batu ampar	2	2.773	26	Dome	1	4.086
7	Pasar baru	2	1.012	27	Gunung bahagia	2	.979
8	Karang jati	2	.979	28	BJBJ	2	3.581
9	Grand city	1	1.537	29	Muara rapak	2	1.599
10	Gunung sari	1	1.014	30	Manggar	1	1.833
11	Somber	2	1.012	31	Teritip	2	1.578
12	Karang anyar	2	2.675	32	Prapatan	2	1.578
13	Stal kuda	2	1.640	33	Markoni	2	.979
14	Mall fantasi	2	.979	34	Sumber rejo	2	.979
15	Balikipapan permai	2	2.891	35	Melawai	2	.979
16	Kampung baru	2	2.675	36	Kebun sayur	2	.979
17	Batakan	2	.790	37	Gunung guntur	2	1.578
18	Ringroad	2	1.700	38	Klandasan	2	1.469
19	Karang rejo	2	1.578				
20	Gunung bakaran	2	1.491				

Gambar 5 Cluster Daerah Kecelakaan

Berdasarkan data yang diperoleh berdasarkan kejadian kecelakaan lalu lintas di Kota Balikpapan pada April 2023 hingga April 2024 di kota Balikpapan yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar VI Pemetaan Kejadian Kecelakaan



Gambar 7 Pemetaan Kendaraan Kejadian Kecelakaan

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama untuk memetakan daerah rawan kecelakaan lalu lintas di Kota Balikpapan dengan menggunakan metode cluster analysis berbasis K-Means. Pendekatan ini dirancang untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai wilayah-wilayah dengan tingkat risiko kecelakaan yang berbeda, berdasarkan karakteristik data kecelakaan yang telah dikumpulkan. Selain itu, penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi strategis untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, dengan mendasarkan analisis pada pola yang teridentifikasi melalui metode clustering.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa wilayah Kilo merupakan daerah dengan tingkat kerawanan kecelakaan yang paling tinggi. Wilayah ini didominasi oleh kecelakaan yang melibatkan kendaraan jenis truk, dengan angka kejadian yang signifikan dibandingkan jenis kendaraan lainnya. Hal ini menunjukkan perlunya perhatian khusus terhadap pengelolaan lalu lintas di Kilo, termasuk pengaturan rute kendaraan berat, peningkatan kualitas jalan, serta penegakan aturan lalu lintas yang lebih ketat untuk mencegah potensi kecelakaan di masa mendatang. Selain itu, wilayah lain seperti Sepinggian, MT. Haryono, Grand City, dan Gunung Sari masuk dalam kategori daerah cukup rawan kecelakaan. Di wilayah-wilayah ini, kecelakaan lalu lintas lebih sering melibatkan kendaraan jenis mobil, yang mengindikasikan adanya tantangan spesifik dalam pengelolaan lalu lintas kendaraan roda empat. Tantangan ini dapat diatasi melalui langkah-langkah seperti edukasi keselamatan berkendara, peningkatan fasilitas parkir, serta peningkatan kesadaran pengemudi tentang aturan lalu lintas, terutama di area yang memiliki mobilitas kendaraan roda empat yang tinggi. Kemudian sebagian besar wilayah di Kota Balikpapan, termasuk Beller, Kariangau, dan Pasar Baru, dikategorikan sebagai wilayah aman. Pada wilayah ini, kecelakaan lalu lintas yang terjadi umumnya melibatkan kendaraan roda dua atau motor. Meskipun wilayah ini tergolong aman, tetap diperlukan upaya pencegahan seperti perbaikan fasilitas jalan, peningkatan kesadaran keselamatan berkendara, serta pengawasan lalu lintas secara rutin untuk memastikan bahwa tingkat keamanan tetap terjaga dan potensi kecelakaan dapat diminimalkan.

Penggunaan metode K-Means clustering dalam penelitian ini terbukti efektif untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan tingkat risiko kecelakaan dan jenis kendaraan yang terlibat. Analisis berbasis data ini memberikan gambaran yang jelas mengenai prioritas intervensi yang diperlukan di setiap wilayah. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya memberikan informasi yang bermanfaat untuk pengambilan keputusan, tetapi juga memungkinkan implementasi langkah-langkah strategis yang lebih efektif. Beberapa rekomendasi strategis yang diajukan berdasarkan hasil penelitian meliputi: Perbaikan kualitas jalan, khususnya di wilayah rawan kecelakaan, untuk mengurangi risiko teknis yang dapat memicu kecelakaan, Penambahan lampu penerangan jalan di area dengan tingkat visibilitas rendah, terutama pada malam hari, Pemasangan CCTV di lokasi-lokasi rawan untuk memantau kondisi lalu lintas secara real-time dan

meningkatkan pengawasan, Penguatan patroli dan pengawasan lalu lintas di wilayah dengan tingkat kecelakaan yang tinggi untuk mencegah pelanggaran aturan lalu lintas.

Untuk penelitian di masa mendatang, disarankan untuk menambahkan variabel-variabel lain yang dapat memengaruhi tingkat risiko kecelakaan, seperti kondisi jalan (misalnya, keberadaan lubang atau permukaan licin), kualitas penerangan, faktor cuaca, waktu kejadian kecelakaan, dan tingkat kepadatan lalu lintas [9]. Hal ini diharapkan dapat memberikan analisis yang lebih komprehensif dan mendalam, sehingga langkah-langkah mitigasi dapat dirancang dengan lebih presisi. Selain itu, metode clustering lainnya, seperti DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) atau Hierarchical Clustering, dapat dipertimbangkan untuk digunakan sebagai pembandingan. Penggunaan metode alternatif ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas hasil clustering dan memberikan perspektif yang lebih luas mengenai pola risiko kecelakaan di Kota Balikpapan [10]. Dengan demikian, penelitian ini dapat menjadi dasar yang kuat untuk merancang strategi keselamatan lalu lintas berbasis data yang tidak hanya efektif tetapi juga berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan kontribusi dalam proses penyelesaian penelitian yang berjudul “Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan di Kota Balikpapan dengan Menggunakan Metode Cluster Analysis”. Penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan dan kerja sama dari berbagai pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Ucapan terima kasih yang mendalam ditujukan kepada udosen pengampu mata kuliah Statistika Industri 2, atas bimbingan, arahan, dan ilmu yang telah diberikan selama proses pembelajaran maupun dalam penyusunan penelitian ini. Dengan dedikasi beliau, penulis memperoleh wawasan yang lebih luas dan mendalam mengenai metode statistika, khususnya dalam penerapan *cluster analysis*, yang menjadi dasar dari penelitian ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada institusi pendidikan, pihak-pihak akademik, serta rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan dukungan moral, diskusi yang konstruktif, dan semangat selama proses penelitian ini berlangsung. Dukungan mereka menjadi motivasi bagi penulis untuk terus berupaya menyelesaikan penelitian ini dengan sebaik-baiknya. Tak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu menyediakan data dan informasi yang relevan terkait penelitian ini, baik dari instansi pemerintah maupun komunitas terkait yang peduli terhadap keselamatan lalu lintas di Kota Balikpapan. Tanpa dukungan data yang akurat dan kerja sama yang baik, penelitian ini tidak akan berjalan dengan lancar. Penulis juga ingin memberikan penghargaan khusus kepada keluarga, yang selalu memberikan dukungan moral, doa, dan semangat yang tiada henti selama proses ini berlangsung. Dukungan mereka menjadi pilar utama dalam menyelesaikan penelitian ini. Akhirnya, penulis berharap bahwa segala bentuk dukungan, bantuan, dan kontribusi yang diberikan oleh semua pihak dapat menjadi amal kebajikan dan memberikan manfaat, tidak hanya bagi kelancaran penelitian ini, tetapi juga bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa mendatang. Penulis juga berharap hasil penelitian ini dapat memberikan dampak positif yang nyata dalam mendukung upaya meningkatkan keselamatan lalu lintas di Kota Balikpapan serta menjadi landasan bagi penelitian-penelitian lanjutan di bidang yang sama.

Daftar Pustaka

- [1] A. Hidayati and L. Y. Hendrati, “Analisis Resiko Kecelakaan Lalu Lintas Berdasar Pengetahuan, Penggunaan Jalur, dan Kecepatan Berkendara,” *J. Berk. Epidemiol.*, vol. 4, no. 2, p. 275, 2017.
- [2] M. Musfiani, “Analisis Cluster Dengan Menggunakan Metode Partisi Pada Pengguna Alat Kontrasepsi Di Kalimantan Barat,” *Bimaster Bul. Ilm. Mat. Stat. dan Ter.*, vol. 8, no. 4, pp. 893–902, 2019.
- [3] A. Dionanda Resza Pradipta, M. Awaluddin, and A. Laila Nugraha, “Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan di Kota Semarang dengan Menggunakan Metode Cluster Analysis (Studi Kasus: Kecamatan Banyumanik dan Tembalang),” *J. Geod. Undip*, vol. 7, no. 7, pp. 185–194, 2018.
- [4] A. Zaki, I. Irwan, and I. A. Sembe, “Penerapan K-Means Clustering dalam Pengelompokan Data (Studi Kasus Profil Mahasiswa Matematika FMIPA UNM),” *J. Math. Comput. Stat.*, vol. 5, no. 2, p. 163, 2022..

- [5] AL HALIK, M. F. Analisa Data Untuk Prediksi Daerah Rawan Bencana Alam Menggunakan Algoritma K-Means Clustering (2022), Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nusa Mandiri.
- [6] N.S., Piatko, C., Silverman, R. and Wu, A.Y., 2000, May. The analysis of a simple k-means clustering algorithm. In *Proceedings of the sixteenth annual symposium on Computational geometry* (pp. 100-109).
- [7] Arora, Preeti, and Shipra Varshney. "Analysis of k-means and k-medoids algorithm for big data." *Procedia Computer Science* 78 (2016): 507-512.
- [8] Puspitasari, D., Syaifudin, Y. W., & Nofyandi, R. D. (2019). Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Menggunakan Metode Fuzzy C-Means. *Jurnal Informatika Polinema*, 5(2), 90-95.
- [9] Rahmadani, N., Rahayu, E., & Lestari, A. (2021). K-Means Clustering Areas Prone To Traffic Accidents in Asahan Regency. *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer)*, 6(2), 181-186.