

Pengembangan Sistem Pemetaan Kondisi Lalu Lintas Melalui Pengolahan Citra Digital Jalan

Rahmat Oktavian

Fakultas Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia
Jl. Ciledug Raya, Petukangan Utara, Jakarta Selatan, 12260. DKI Jakarta
E-mail: rahmat.oktavian@budiluhur.ac.id

Abstrak— Perbandingan luas kota yang tidak sebanding dengan jumlah penduduknya menyebabkan tingginya kepadatan penduduk pada wilayah Jakarta. Hal ini juga berimbas pada tingginya mobilitas masyarakatnya, namun dengan masih belum memadainya transportasi publik menyebabkan masyarakat lebih memilih menggunakan kendaraan pribadi. Sayangnya hal ini tidak diimbangi dengan penambahan ruas jalan sehingga menimbulkan semakin seringnya terjadi kemacetan di wilayah Jakarta. Untuk itulah diperlukan adanya teknologi yang dapat memberikan informasi kondisi kemacetan ruas jalan di Jakarta kepada masyarakat guna menghindari kemacetan. Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka penelitian ini akan fokus di dalam pengembangan sistem pemetaan kondisi kemacetan pada ruas jalan dengan memanfaatkan pengambilan citra CCTV untuk dilakukan proses pengolahan citra digital menggunakan metode perhitungan jarak *city-block* dengan ekstraksi fitur momen zernike yang akan ditampilkan dalam peta digital berbasis web-based. Hasil penelitian ini menghasilkan sebuah sistem yang dapat menampilkan pemetaan digital untuk memberikan informasi mengenai keadaan lalu lintas terkini pada beberapa lokasi ruas jalan di wilayah Jakarta.

Kata Kunci— web-based traffic map, API Google map, image processing, city-block distance, zernike moment.

Abstract— *The comparison of the area in province of Jakarta are not comparable with the result of the high population density. It is also will affect the high mobility of the community, but without no adequate public transport cause people tend to use private vehicles . Unfortunately this is not offset by the addition of road segment and caused more often happens congestion in Jakarta . For that there is needs for technology that can provide information on the condition of road Jakarta to the community to avoid the congestion. Based on the previous explanation, the research will focus in the development of a mapping system bottleneck conditions on road segments by leveraging cctv image acquisition for digital image processing performed using distance calculation methods with city-block extraction , zernike moment features that appear in web - based digital map based. The result of research will produce an digital mapping system to display information about the current traffic situation on the road segment locations in Jakarta.*

Keyword— web-based traffic map, API Google map, image processing, city-block distance, zernike moment.

I. PENDAHULUAN

Menurut informasi kependudukan menyebutkan bahwa saat ini kota Jakarta memiliki jumlah penduduk mendekati 10 juta jiwa[1]. Menjadikan Jakarta sebagai kota dengan tingkat

kepadatan penduduk yang tinggi. Hal ini juga berdampak pada tingginya mobilitas penduduk Jakarta. Di sisi lain, saat ini kota Jakarta belum memiliki fasilitas transportasi umum yang layak dan memadai untuk mengakomodasi kebutuhan mobilitas masyarakat [2].

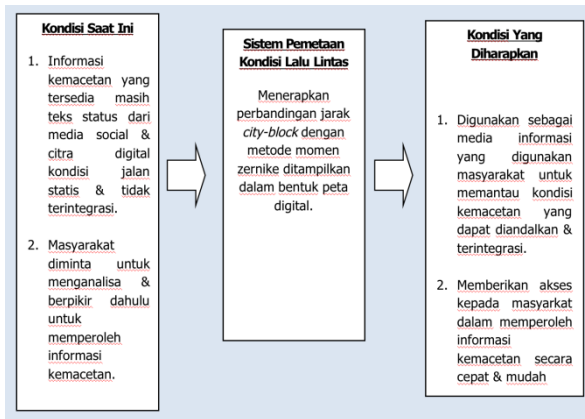
Saat ini masyarakat banyak memanfaatkan internet yang digunakan untuk memperoleh informasi kondisi jalan dari pengguna lain [3]. Namun tingkat akurasi informasi yang kurang terpercaya serta penyampaian informasi yang tidak terintegrasi menyebabkan masyarakat membutuhkan teknologi yang mengakomodasi kebutuhan informasi akan kondisi jalan terkini [4].

Berdasarkan teori dan konsep pengolahan citra [5] yang sudah diimplementasikan menggunakan matlab [6], serta merujuk penelitian sebelumnya yang mendeteksi obyek menggunakan pengolahan warna [7], dan metode konvolusi[8] serta penelitian yang mampu mendeteksi kemacetan berdasarkan pemrosesan video [9] maka secara teknis memungkinkan dibuat sebuah sistem monitoring kemacetan menggunakan citra digital dari CCTV [10].

Berangkat dari uraian di atas, maka penelitian ini menawarkan solusi berupa teknologi sistem pemetaan kondisi lalu lintas jalan melalui pengolahan citra digital kondisi jalan di Jakarta dengan menerapkan metode perhitungan jarak *city-block* dengan ekstraksi fitur momen zernike pada citra digital CCTV untuk kemudian diolah dengan bahasa pemrograman PHP agar dapat disajikan dalam bentuk peta digital yang dapat diakses melalui *browser*. Dari sistem ini diharapkan dapat membantu masyarakat untuk dapat memantau dan memperoleh informasi mengenai kondisi jalan terkini.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan digunakan oleh peneliti dalam implementasi sistem menggunakan metode eksperimen, Metode eksperimen dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan informasi kondisi lalu lintas berdasarkan citra digital CCTV terkini yang akan dibandingkan dengan citra digital kondisi lalu lintas yang lancar dengan metode perhitungan jarak *city-block* dengan ekstraksi fitur momen zernike. Kerangka konsep penelitian ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

A. Pemilihan Sampel

Sample yang akan digunakan di dalam penelitian ini berupa citra digital yang dihasilkan oleh CCTV yang terpasang di ruas jalan di wilayah Jakarta. Untuk mendapatkan sampel yang sesuai maka peneliti memutuskan untuk mengambil citra digital yang bersumber dari website lewatmana.com. Di dalam website tersebut menyediakan citra digital CCTV dari berbagai lokasi di wilayah Jakarta namun untuk pengembangan dan pengujian penelitian ini, peneliti menentukan untuk mengambil 8 lokasi yang terfokus wilayah Jakarta Barat dan Selatan.

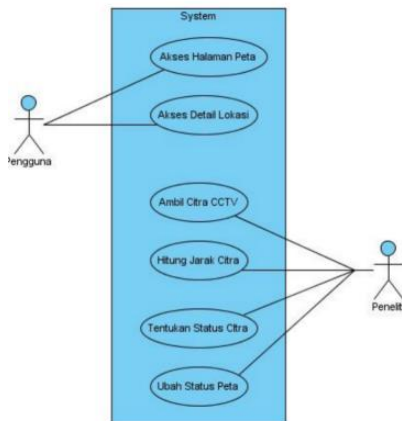
B. Pengumpulan Data

1) *Studi Pustaka*: dilakukan oleh peneliti dengan cara pencarian bahan informasi, referensi dan tulisan ilmiah yang terkait mengenai deteksi citra digital dari kondisi jalan untuk kemudian dipelajari lebih lanjut.

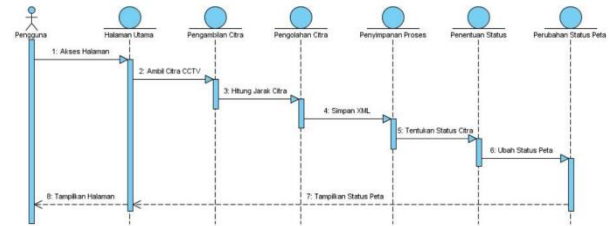
2) *Observasi*: dilakukan dengan memfokuskan kegiatan untuk mencari data yang mewakili kondisi jalan yang sebenarnya di wilayah Jakarta dari sumber – sumber yang dapat diandalkan

C. Rancangan Sistem

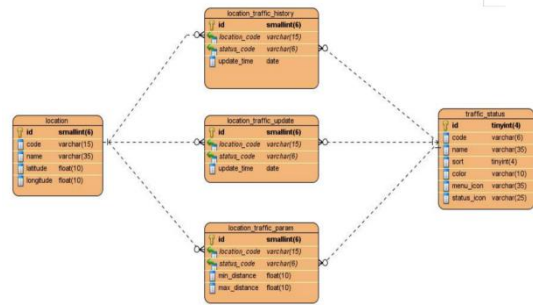
Pada penelitian ini, *use-case diagram* yang ditunjukkan menjelaskan interaksi dua aktor yang akan menggunakan sistem secara langsung. Kedua aktor ini akan melakukan berbagai macam interaksi dengan sistem seperti yang digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Use Case Diagram



Gambar 3. Sequence Diagram



Gambar 4. Entity Relationship Diagram

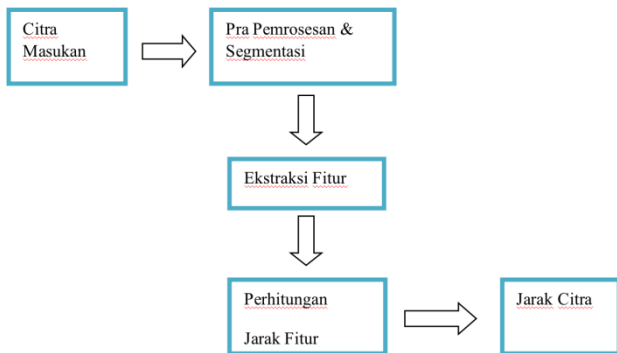
- 1) *location*: tabel yang menyimpan data master lokasi berupa kode, nama lokasi hingga latitude dan longitude lokasi yang menunjukkan koordinat lokasi pada Google Map.
- 2) *traffic_status*: tabel yang menyimpan data status kondisi lalu lintas (lancar, padat dan macet). Di dalam tabel ini juga tersimpan data menunjukkan ikon untuk masing kondisi lalu lintas.
- 3) *location_traffic_param*: tabel yang menyimpan data ambang batas bawah dan atas yang digunakan oleh data perbandingan data jarak citra hingga sistem dapat mengelompokkan citra tersebut mewakili kondisi lalu lintas tertentu.
- 4) *location_traffic_update*: tabel yang menyimpan data kondisi lalu lintas terkini pada masing-masing lokasi. Data yang ada pada tabel ini akan digunakan sistem untuk menyajikan data kondisi lalu lintas dalam bentuk peta digital pada halaman utama (peta kondisi lalu lintas).
- 5) *location_traffic_history*: tabel yang menyimpan data history kondisilalu lintas pada masing-masing lokasi yang pernah dihasilkan oleh sistem pada periode waktu pemrosesan sebelumnya.



Gambar 5. Proses Pengambilan Citra CCTV ke Dalam Sistem

Proses pengambilan citra CCTV ke dalam sistem ditunjukkan pada Gambar 5. Setelah sistem mendapatkan data citra CCTV, maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengolahan citra dengan cara melakukan perhitungan jarak antara citra yang mewakili kondisi lalu lintas lancar dengan citra yang mewakili kondisi lancar, padat, macet. Pada tahap ini untuk mendapatkan perhitungan jarak antar citra digunakan metode perhitungan jarak *city-block* dengan ekstraksi fitur

momen Zernike. Hal ini dikarenakan perhitungan jarak merupakan pendekatan yang umum dipakai untuk mewujudkan pencarian citra. Fungsinya adalah untuk menentukan kesamaan atau ketidaksamaan dua vektor fitur. Tingkat kesamaan dinyatakan dengan suatu skor atau *ranking*. Semakin kecil nilai *ranking*, semakin dekat kesamaan kedua vektor tersebut. Terkait mengenai deteksi citra digital dari kondisi jalan untuk kemudian dipelajari lebih lanjut.



Gambar 6. Proses perhitungan jarak citra

Gambar 6 merupakan proses perhitungan jarak citra. Setelah berhasil melakukan perhitungan jarak citra maka hasil perhitungan jarak antar citra akan disimpan ke dalam file dengan format XML yang ditunjukkan oleh Gambar 7. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pembacaan data hasil perhitungan jarak pada proses penentuan kondisi lalu lintas yang akan menggunakan bahasa pemrograman PHP.



Gambar 7. Proses penyimpanan hasil pengolahan citra

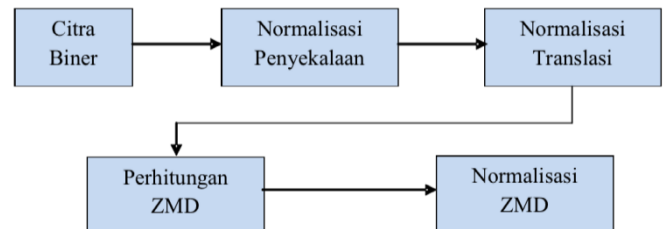
Setelah mendapatkan hasil pengolahan citra berupa jarak antar dua citra yang dibandingkan maka proses selanjutnya yaitu proses penentuan kondisi lalu lintas dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP yang ditunjukkan pada Gambar 8. Pada tahap ini peneliti akan melakukan uji coba terlebih dahulu dengan cara membandingkan jarak citra untuk masing kondisi lalu lintas yaitu :

- 1) Perbandingan jarak citra digital kondisi lalu lintas lancar dengan citra digital kondisi lalu terkini dalam keadaan lancar.
- 2) Perbandingan jarak citra digital kondisi lalu lintas lancar dengan citra digital kondisi lalu terkini dalam keadaan padat.
- 3) Perbandingan jarak citra digital kondisi lalu lintas lancar dengan citra digital kondisi lalu terkini dalam keadaan macet.



Gambar 8. Proses Penentuan Kondisi Lalu Lintas

Setiap kali sistem berhasil melakukan penentuan kondisi lalu lintas berdasarkan data perhitungan jarak citra, sistem akan menyimpan kondisi lalu lintas pada masing lokasi beserta periode waktu pemrosesan ke dalam *database* MySQL. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pembacaan data pada proses penampilan hasil dalam bentuk peta digital dengan menggunakan API Google Map. Mekanisme perhitungan momen zernike ditunjukkan oleh Gambar 9.



Gambar 9. Mekanisme perhitungan momen zernike



Gambar 10. Proses menampilkan hasil sistem

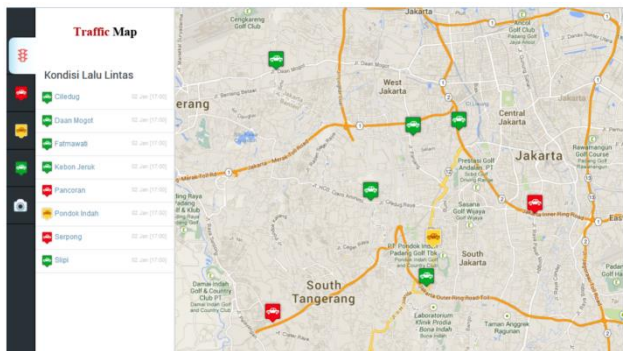
Pada tahap yang terakhir ditunjukkan oleh Gambar 10, sistem akan menampilkan hasil pengolahan citra dan penentuan kondisi lalu lintas ke dalam bentuk peta digital dengan menggunakan API Google Map berdasarkan data yang tersimpan di dalam *database* MySQL yang dapat diakses melalui browser. Informasi yang ditampilkan pada peta digital inilah yang dapat disebut sebagai sistem pemetaan kondisi lalu lintas karena merepresentasikan kondisi lalu lintas berdasarkan pengolahan citra digital CCTV pada periode waktu terkini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, metode pengujian yang akan digunakan yaitu metode pengujian metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode pengujian kualitatif digunakan dalam pengujian sistem untuk memproses masukan citra digital CCTV dengan variasi kondisi cuaca. Hasil dari pengujian dengan metode kualitatif diharapkan dapat mencerminkan akurasi kinerja sistem dalam menghadapi perubahan kondisi cuaca.

Metode pengujian kuantitatif digunakan dalam pengujian sistem untuk memproses masukan citra digital CCTV dengan kondisi cuaca yang serupa namun memiliki perbedaan tingkat kondisi lalu lintas berupa kondisi lancar, padat dan macet dengan beberapa kali perulangan.

Hasil dari pengujian dengan metode kuantitatif diharapkan dapat memberikan gambaran sistem untuk mengklasifikasi tingkat kondisi lalu lintas secara akurat meskipun dilakukan secara berulang kali. Hingga akhirnya dengan menggunakan penggabungan metode pengujian kualitatif dan kuantitatif diharapkan dapat menghasilkan kinerja sistem yang sebenarnya. Sehingga dapat membantu peneliti dalam melakukan penarikan kesimpulan terhadap kinerja sistem dan kelayakan sistem.



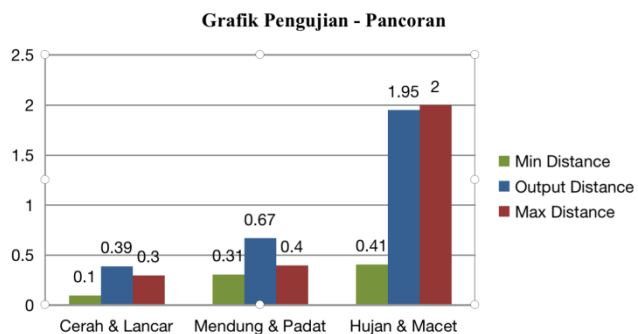
Gambar 11. Tampilan peta digital kondisi lalu lintas

Pada halaman peta digital yang ditunjukkan oleh Gambar 11, terdapat 2 bagian yaitu halaman peta digital dan halaman sidebar. Pada bagian peta digital disajikan informasi mengenai kondisi lalu lintas terkini dengan simbol warna hijau (kondisi lalu lintas lancar), warna kuning (kondisi lalu lintas padat) dan warna merah (kondisi lalu lintas macet). Sedangkan bagian sidebar disajikan informasi kondisi lalu lintas pada masing-masing lokasi penelitian. Pada bagian sidebar juga tersedia fitur pengelompokan lokasi yang berada pada kondisi lalu lintas lancar, padat dan macet, yang ditunjukkan oleh Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan Halaman Detail Lokasi Lalu Lintas Terkini

A. Pengujian ISO 9126



Gambar 13. Grafik Pengujian– Lokasi Pancoran

Pada pengujian kualitas ISO 9126 ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu tingkat kualitas masing-masing aspek berdasarkan empat karakteristik ISO 9126 dan tingkat kualitas secara keseluruhan dari empat karakteristik ISO 9126 dari 10 responden yang mengisi kuesioner untuk pengujian sistem

pemetaan digital kondisi lalu lintas. Grafik Pengujian ditunjukkan oleh Gambar 13. Berdasarkan jawaban responden terhadap indikator kualitas *software* menurut ISO 9126 dapat diukur dengan menggunakan rumus 1. Skor aktual adalah jawaban seluruh responden atas kuisioner yang telah diajukan. Skor ideal adalah nilai tertinggi atau semua responden diasumsikan memilih jawaban dengan skor tertinggi.

$$\% \text{ Skor Aktual} = \frac{\text{Skor Aktual}}{\text{Skor Ideal}} \times 100\% \tag{1}$$

TABEL I
KRITERIA PRESENTASE TANGGAPAN RESPONDEN

Jumlah Skor (%)	Kriteria
20,00% - 36,00%	Tidak Baik
36,01% - 52,00%	Kurang Baik
52,01% - 68,00%	Cukup
68,01% - 84,00%	Baik
84,01% - 100%	Sangat Baik

1) *Aspek Functionality*: Pada tabel 2 dapat dilihat mayoritas responden setuju bahwa sistem pemetaan digital kondisi lalu lintas memiliki functionality yang baik. Persentase skor tanggapan responden sebesar 84% berada dalam kriteria baik.

$$\% \text{ Skor Aktual} = \frac{210}{250} \times 100\% = 84\% \text{ (Baik)}$$

TABEL III
TANGGAPAN RESPONDEN BERDASARKAN ASPEK FUNCTIONALITY

Kriteria Jawaban	Bobot	Functionality					Total
		Suitability	Compliance	Accuracy	Security	Interoperability	
		1	2	3	4	5	
Sangat Setuju	5	7	6	2	2	5	
Setuju	4	2	3	3	5	3	
Ragu-Ragu	3	1	1	5	3	2	
Tidak Setuju	2						
Sangat Tidak Setuju	1						
Jumlah Responden		10	10	10	10	10	
Skor Aktual		46	45	37	39	43	210
Skor Ideal		50	50	50	50	50	250

2) *Aspek Usability*: Pada Tabel 3 dapat dilihat mayoritas responden sangat setuju bahwa sistem pemetaan digital kondisi lalu lintas memiliki usability yang sangat. Persentase skor tanggapan responden sebesar 95 % berada dalam kriteria sangat baik.

$$\% \text{ Skor Aktual} = \frac{190}{200} \times 100\% = 95\% \text{ (Sangat Baik)}$$

3) *Aspek Portability*: Pada Tabel 4 dapat dilihat mayoritas responden setuju bahwa sistem pemetaan digital kondisi lalu

lintas memiliki portability yang baik. Persentase skor tanggapan responden sebesar 80.5% berada dalam kriteria baik.

$$\% \text{ Skor Aktual} = \frac{161}{200} \times 100\% = 80.5\% \text{ (Baik)}$$

TABEL IIIII
 TANGGAPAN RESPONDEN BERDASARKAN ASPEK USABILITY

Kriteria Jawaban	Bobot	Usability				Total
		Understandibility	Learnability	Operability	Attractiveness	
		6	7	8	9	
Sangat Setuju	5	7	9	6	8	
Setuju	4	3	1	4	2	
Ragu-ragu	3					
Tidak Setuju	2					
Sangat Tidak Setuju	1					
Jumlah Responden		10	10	10	10	
Skor Aktual		47	49	46	48	190
Skor Ideal		50	50	50	50	200

TABEL IVV
 TANGGAPAN RESPONDEN BERDASARKAN ASPEK PORTABILITY

Kriteria Jawaban	Bobot	Portability				Total
		Adaptability	Instalability	Coexistence	Replaceability	
		12	13	14	15	
Sangat Setuju	5	4	3	3	2	
Setuju	4	4	5	3	5	
Ragu-ragu	3	2	2	4	3	
Tidak Setuju	2					
Sangat Tidak Setuju	1					
Jumlah Responden		10	10	10	10	
Skor Aktual		42	41	39	39	161
Skor Ideal		50	50	50	50	200

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan pada bab-bab sebelumnya serta hasil pengujian sistem yang dihasilkan pada tahap implementasi maka peneliti mengambil kesimpulan mengenai penelitian sebagai berikut: rancangan sistem pemetaan kondisi lalu lintas dapat diimplementasikan menjadi sistem pengolahan citra yang dapat menghasilkan informasi kondisi lalu lintas untuk kemudian disajikan menjadi peta digital kondisi lalu lintas. Pada tahap implementasi sistem disesuaikan dengan kebutuhan dan batasan penelitian. Metode pengolahan citra digital dengan metode perhitungan jarak *city-block* dengan ekstrasi fitur momen zernike dapat digunakan sebagai metode pengolahan citra yang menghasilkan nilai jarak citra untuk dijadikan dasar penentuan kondisi lalu lintas berdasarkan citra CCTV.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur senantiasa terpanjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah yang telah membawa risalah dan Qalam-Nya sehingga penulis dapat memahami dan melaksanakan kewajiban menuntut ilmu.

REFERENSI

- [1] "Jumlah Penduduk Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi DKI Jakarta (Jiwa), 2021-2023," Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta . Accessed: Sep. 23, 2023.
- [2] D. S. Distribusi, *Statistik Transportasi Darat*, vol. 8. 2023.
- [3] A. P. Rodji, S. M. Sihombing, and F. Zannathahaq, "TR-20 Analisis Penerapan Sistem Satu Arah Terhadap Kemacetan Lalu Lintas Simpang Gadog, Bogor," in *KoNTeKS Ke-17*, , pp. 730–736, 2023.
- [4] M. Idris *et al.*, *Pengolahan Citra: Teori dan Implementasi*, 1st ed., vol. 1. Yayasan Kita Menulis, 2023.
- [5] W. Burger and M. J. Burge, *Digital Image Processing: An Algorithmic Introduction*, 3rd ed. Springer, 2022.
- [6] T. Tommy, R. Siregar, A. Marwan Elhanafi, and I. Lubis, "Implementasi Color Quantization pada Kompresi Citra Digital dengan Menggunakan Model Clustering Berdasarkan Nilai Max Variance pada Ruang Warna RGB," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, vol. 8, no. 6, pp. 1099–1106, 2021.
- [7] R. Rambe, "Perbaikan Kualitas Citra Digital Menggunakan Metode Kervel Konvolusi," *Terapan Informatika Nusantara*, vol. 1, no. 11, pp. 557–562, 2021.
- [8] S. M. Purnama and T. Aditya, "Analitik Visual Deteksi Dampak Pemanfaatan Lahan Terhadap Kemacetan Lalu Lintas Melalui Crowdsourced dan Citra Penginderaan Jauh Di Kawasan Peri-Urban Kota Yogyakarta," *Geoid*, vol. 17, no. 2, p. 152, Apr. 2022.
- [9] T. Susim, C. Darujati, and I. Artikel, "Pengolahan Citra Untuk Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan OpenCV," *Jurnal Syntax Admiration*, vol. 2, no. 3, pp. 534–545, 2021.
- [10] M. R. V. Aditya, N. L. Husni, D. A. Pratama, and A. S. Handayani, "Penerapan Sistem Pengolahan Citra Digital Pendeteksi Warna pada Starbot," *Jurnal Teknika*, vol. 14, no. 2, pp. 185–191, 2020.