

Monitoring Lalu Lintas Pedesaan Menggunakan Metode *Background Subtraction*

Tedy Sanjaya¹, Rosyidah Siregar²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan, Indonesia
¹tedysanjaya17@gmail.com, ²rosyidah_siregar.unhar@harapan.ac.id

Abstrak—Pemantauan kendaraan di kawasan wisata pedesaan merupakan bagian penting dalam pengelolaan lalu lintas dan keamanan. Sistem monitoring berbasis video dapat menjadi solusi efektif untuk mendeteksi dan menghitung jumlah kendaraan yang melintas. Penelitian ini mengusulkan penggunaan metode *Background Subtraction* untuk mendeteksi objek, khususnya kendaraan, dalam video monitoring yang diambil di kawasan wisata. Metode ini memanfaatkan perbedaan antara latar belakang dan objek yang bergerak untuk mengidentifikasi kendaraan yang melintas, memungkinkan pemantauan otomatis tanpa memerlukan intervensi manual. Hasil perbandingan antara perhitungan manual dan sistem otomatis pada lima video uji menunjukkan kesesuaian yang sempurna, tanpa adanya selisih dalam jumlah kendaraan yang terdeteksi. Pada video berdurasi 5 detik, sistem mendeteksi 4 kendaraan, sama dengan hasil manual. Video berdurasi 6 detik menunjukkan 2 kendaraan dan 1 kendaraan, dengan hasil yang sama antara sistem dan manual. Video berdurasi 11 menit serta 18 detik masing-masing mencatat 2 kendaraan, tanpa perbedaan antara kedua metode perhitungan. Penggunaan metode *Background Subtraction* dapat menghasilkan akurasi deteksi yang tinggi dalam menghitung jumlah kendaraan yang memasuki kawasan wisata, meskipun terdapat perubahan kondisi pencahayaan dan gangguan lingkungan. Hal ini membuktikan akurasi deteksi dengan metode *Background Subtraction* efektif dalam pemantauan lalu lintas di wilayah pedesaan dan dapat diterapkan dengan efektif untuk memantau lalu lintas di daerah pedesaan.

Kata Kunci: *Background Subtraction*, Monitoring, Video, Tempat Wisata

Abstract—Vehicle monitoring in rural tourist areas is an essential aspect of traffic management and safety. Video-based monitoring systems can be an effective solution for detecting and counting passing vehicles. This study proposes the use of the Background Subtraction method to detect objects, particularly vehicles, in monitoring videos recorded in tourist areas. This method utilizes the difference between the background and moving objects to identify passing vehicles, enabling automated monitoring without manual intervention. A comparison between manual counting and the automated system on five test videos showed perfect consistency, with no discrepancies in the detected number of vehicles. In a 5-second video, the system detected 4 vehicles, matching the manual count. A 6-second video recorded 2 and 1 vehicles, with identical results between the system and manual calculations. Videos lasting 11 minutes and 18 seconds each recorded 2 vehicles, with no difference between the two counting methods. The use of the Background Subtraction method achieves high detection accuracy in counting vehicles entering tourist areas, even under varying lighting conditions and environmental disturbances. This confirms that the Background Subtraction method is effective for traffic monitoring in rural areas and can be successfully applied to manage traffic in such regions.

Keywords: Background Subtraction, Monitoring, Video, Tourist Area

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi yang cukup pesat dan bertambahnya jumlah penduduk di daerah pedesaan terutama pada lokasi wisata, dengan sendirinya memacu bertambahnya alat transportasi kendaraan seperti sepeda motor dan mobil sebagai transportasi yang penting di daerah wisata[1]. Ruang lalu lintas jalan adalah sarana yang disediakan untuk pergerakan kendaraan, orang, dan barang, yang terdiri dari jalan serta fasilitas penunjang lainnya[2]. Lalu lintas itu sendiri merujuk pada pergerakan kendaraan dan orang yang terjadi di ruang lalu lintas jalan, sementara penggunaan jalan untuk kegiatan selain lalu lintas, seperti aktivitas lain yang memanfaatkan ruas jalan[3].

Pemerintah daerah sebagai pelaksana aspirasi masyarakat, yang berkewajiban memberikan pelayanan lalu lintas yang memadai. pemerintah menginginkan kemudahan dalam mendapatkan informasi lalu lintas seperti jumlah kendaraan yang melintas[4]. Dengan adanya rancangan monitoring lalu lintas ini, dapat memenuhi kebutuhan informasi yang diinginkan. Monitoring adalah proses pemantauan yang dilakukan terhadap pengumpulan dan analisis data dari suatu kegiatan, dengan tujuan untuk mengetahui, mengevaluasi, dan mengambil langkah-langkah perbaikan terhadap kesalahan yang terdeteksi[5]. Sistem monitoring adalah sistem yang berfungsi untuk melakukan pengawasan secara teratur dalam rangka memperoleh informasi yang diinginkan[6]. Peran monitoring adalah untuk mengidentifikasi dan menilai perkembangan yang terjadi sebagai

akibat dari suatu tindakan, yaitu untuk memastikan apakah tindakan tersebut telah dilaksanakan sesuai dengan rencana dan apakah tindakan tersebut telah membawa peningkatan[7].

Rancangan sistem monitoring adalah rancangan sistem yang digunakan untuk melakukan fungsi pengawasan secara berkala untuk mendapatkan informasi yang diinginkan. Hasil dari sistem monitoring tersebut berperan penting pada peningkatan berbagai aspek, yaitu informasi, keamanan, tingkat produktivitas, dan kinerja. Salah satu bentuk rancangan sistem monitoring adalah deteksi obyek. Aplikasi deteksi obyek merupakan pendeteksi obyek yang dapat mendefinisikan atau mengekstrak informasi dari obyek pada suatu citra[8]. *Computer vision* adalah sebuah kemampuan sebuah komputer yang di desain agar mampu melihat sebuah object sehingga mampu menampilkan objek digital dan bisa mengoleksi data secara visual komputer bisa melakukan beberapa pekerjaan yang tidak bisa dilakukan oleh manusia[9]. *Background Subtraction*, yang juga dikenal sebagai *foreground detection*, adalah salah satu teknik pada bidang pengolahan citra dan *computer vision* yang bertujuan untuk mendeteksi/mengambil *foreground* dari *background* untuk diproses lebih lanjut seperti pada proses object recognition[10]. Untuk melakukan pemrograman, diperlukan keterampilan dalam algoritma, logika, bahasa pemrograman, dan pada banyak kasus, pengetahuan-pengetahuan lain seperti matematika[11].

Salah satu contoh aplikasi deteksi obyek adalah deteksi obyek bergerak[12]. Disini penulis menggunakan aplikasi deteksi obyek menggunakan OpenCV Python. OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) diterbitkan dengan lisensi BSD, yang memungkinkan penggunaannya secara gratis baik untuk keperluan akademik maupun komersial[13]. OpenCV adalah sebuah perpustakaan yang digunakan untuk mengolah gambar dan video hingga kita mampu meng-ekstrak informasi didalamnya[14]. OpenCV merupakan metode yang paling cepat dan dilengkapi dengan pustaka yang paling komprehensif untuk pengolahan citra komputer[15]. OpenCV dapat berjalan di berbagai bahasa pemrograman contohnya bahasa pemrograman python[16]. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam rangka penerapan teknik atau metode untuk mendeteksi obyek bergerak. Salah satunya adalah metode *Background Subtraction* untuk deteksi obyek bergerak. Metode ini sangat cocok digunakan untuk mendeteksi gerakan objek dalam video[17]. Pada penelitian tersebut penulis melakukan penerapan metode *background subtraction* untuk mendeteksi obyek kendaraan pada file video kamera smartphone[1]. Menganalisa urutan video yang berguna untuk mengekstrak *foreground* dan *background* gambar dengan memodelkan latar belakang dari gambar video, hal ini merupakan proses utama yang dilakukan dalam metode ini. Dengan memisahkan *foreground* dan *background* tersebut diperlukan sebuah nilai *threshold* yang sesuai. *Background subtraction* adalah proses untuk mendeteksi objek pada citra dengan cara mengurangi gambar yang memiliki objek dengan sebuah model latar belakang[18].

Penelitian bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan lalu lintas yang dapat menghitung jumlah kendaraan serta memantau arus lalu lintas di Pantai Alam Serdang, desa Rugemuk, dengan menggunakan metode *background subtraction*. Sistem ini dapat memberikan solusi yang efektif dalam meningkatkan pengelolaan lalu lintas di kawasan wisata pedesaan, serta memberikan akurasi dan efisiensi dalam pemantauan secara *real-time*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada kawasan wisata Pantai Alam Serdang, Desa Regemuk. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif yang bertujuan untuk merancang sistem monitoring lalu lintas. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *background subtraction*, yang digunakan untuk mendeteksi dan menghitung kendaraan yang melintasi area tersebut.

2.1 Background Subrtaction

Background subtraction adalah teknik segmentasi citra yang digunakan untuk memisahkan objek bergerak dari latar belakang pada urutan citra video. Dalam sistem pemantauan lalu lintas, metode ini berfungsi untuk mendeteksi keberadaan kendaraan secara otomatis dengan cara mengidentifikasi perubahan piksel yang terjadi dibandingkan dengan model latar belakang yang statis atau adaptif.

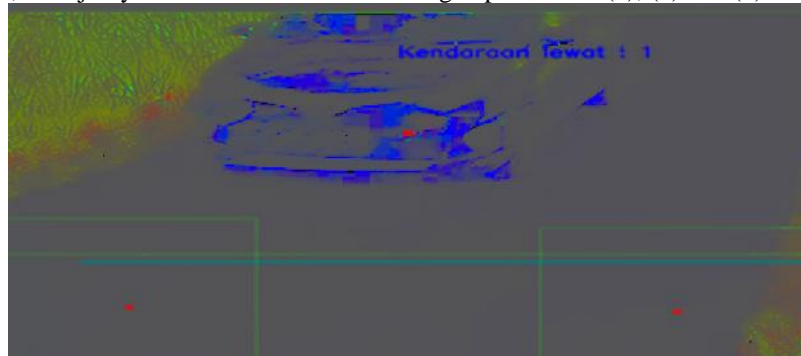
Dengan menerapkan *background subtraction*, sistem dapat mengenali kendaraan yang melintas di suatu area pengawasan tanpa memerlukan intervensi manusia. Deteksi ini menjadi dasar untuk berbagai proses lanjutan seperti pelacakan objek, penghitungan volume kendaraan, serta analisis pola pergerakan lalu lintas.

Keunggulan teknik ini terletak pada efisiensinya dalam mendeteksi objek bergerak secara *real-time*. Namun demikian, tantangan seperti bayangan, perubahan pencahayaan, dan latar dinamis tetap menjadi aspek yang perlu ditangani melalui pendekatan pemodelan latar belakang yang adaptif dan *robust*.

Citra latar belakang dan citra yang diperoleh dilakukan normalisasi komponen R, G dan B. Normalisasi dilakukan untuk meningkatkan akurasi proses pengurangan citra. Untuk mendapatkan citra yang lebih baik, sebelum dilakukan pengurangan untuk setiap citra dan latar belakang dilakukan proses normalisasi



komponen warna *Red* (R), *Green* (G) dan *Blue* (B). Komponen warna R, G dan B diambil dari setiap *pixel* di dalam citra, selanjutnya dilakukan normalisasi dengan persamaan (1), (2) dan (3).



Gambar 1. Gambar Penerapan Rumus Normalisasi kromatisitas (R', G', B')

Gambar 1 adalah hasil penerapan rumus normalisasi kromatisitas (R', G', B') pada citra asli kendaraan. Dengan rumus:

$$R' = \frac{R}{R+G+B} \dots\dots\dots(1)$$

$$G' = \frac{G}{R+G+B} \dots\dots\dots(2)$$

$$B' = \frac{B}{R+G+B} \dots\dots\dots(3)$$

Gambar 2. Rumus normalisasi kromatisitas (R', G', B')

Setelah citra dinormalisasi, selanjutnya dilakukan proses pengurangan citra (*background subtraction*) dengan cara melakukan pengurangan setiap *pixel* pada citra dengan obyek dengan citra latar belakang. Proses pengurangan citra dilakukan secara absolut dimana perbedaan setiap *pixel* dari kedua citra akan diperoleh dan selalu bernilai positif. Karena teknik ini akan melihat perbedaan untuk setiap *pixel* di dalam citra, sehingga kedua citra harus memiliki tipe data dan ukuran yang sama. Contoh sederhana pengurangan citra digital secara absolut terlihat pada pengurangan citra X dan Y berikut ini menjadi citra Z. Hasil pengurangan citra secara absolut akan selalu menghasilkan nilai positif.

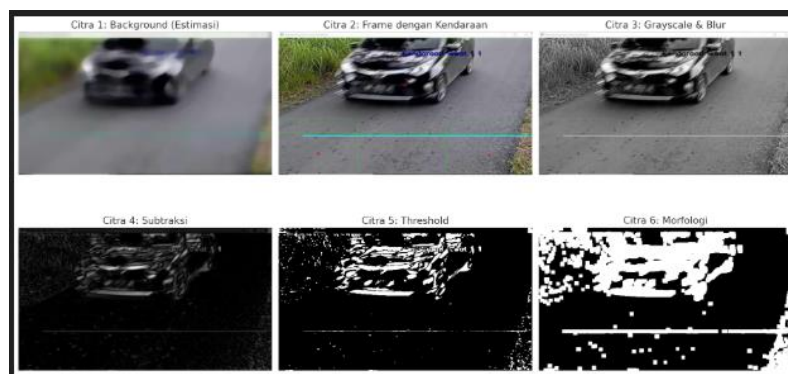
X = uint8([103 103 104; 103 103 103])

Y = uint8([73 73 74; 73 73 73]);

Z = imabsdiff(X,Y)

Z = 30 30 30

30 30 30



Gambar 3. Background Subtraction

Proses dimulai dengan estimasi latar belakang menggunakan median blur (Citra 1), kemudian dibandingkan dengan frame asli yang memuat kendaraan (Citra 2), diubah ke *grayscale* dan diberikan *Gaussian blur* untuk mengurangi noise (Citra 3), dilanjutkan dengan subtraksi absolut untuk mendeteksi perbedaan akibat pergerakan



(Citra 4), hasilnya dibinarisasi menggunakan thresholding agar hanya objek bergerak yang tampak (Citra 5), dan diakhiri dengan operasi morfologi seperti dilasi dan closing untuk memperjelas dan menyatukan area kendaraan (Citra 6).

Pada tahap pra-pemrosesan video, dilakukan beberapa langkah untuk memastikan kompatibilitas dengan sistem pemrosesan. Jika diperlukan, format video diubah agar sesuai dengan sistem yang digunakan. Selanjutnya, video dikonversi ke skala abu-abu untuk mengurangi kompleksitas komputasi. Selain itu, resolusi dan frame rate video disesuaikan agar memenuhi kebutuhan analisis.

Setelah tahap pra-pemrosesan, metode *background subtraction* diterapkan. proses ini dimulai dengan menginisialisasi model latar belakang dari cuplikan video statis. Setiap frame dianalisis untuk mendeteksi perbedaan antara latar belakang dan objek bergerak. Model latar belakang juga diperbarui secara dinamis agar dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan.

Pada tahap segmentasi dan deteksi kendaraan, dilakukan *thresholding* untuk memisahkan objek bergerak dari latar belakang. Teknik morfologi digunakan untuk menghilangkan noise dan memperjelas bentuk kendaraan. Setelah itu, kendaraan yang melintas dalam area pemantauan dideteksi dan dilacak. Setelah kendaraan berhasil terdeteksi, sistem menghitung jumlah kendaraan berdasarkan objek yang valid. Untuk memastikan akurasi, metode pelacakan objek diterapkan agar kendaraan yang sama tidak terhitung lebih dari sekali.

Tahap akhir melibatkan evaluasi dan validasi hasil. Hasil perhitungan otomatis dibandingkan dengan perhitungan manual untuk mengukur akurasi sistem. Selain itu, dilakukan analisis terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi deteksi, seperti perubahan pencahayaan dan gangguan lingkungan, guna meningkatkan performa sistem.

2.2 Analisa Sistem

Analisis sistem adalah proses untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah dalam suatu sistem dengan cara membaginya menjadi komponen-komponen yang lebih kecil[19]. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pemahaman terhadap masalah dan sebagai dasar dalam tahapan perancangan sistem. Analisis sistem pada penelitian ini meliputi lingkungan operasi perangkat keras serta perangkat lunak yang digunakan.

2.3 Analisa Masalah

Pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk di daerah pedesaan, khususnya di kawasan wisata, menyebabkan peningkatan volume kendaraan. Hal ini mengakibatkan kemacetan di jalan-jalan yang ada. Masalah yang ingin dipecahkan dalam penelitian ini adalah bagaimana sistem *monitoring* lalu lintas dapat menghitung jumlah kendaraan yang melintas secara otomatis, dengan menggunakan metode *Background Subtraction*.

2.4 UML (*Unified Modeling Language*)

UML adalah bahasa yang digunakan untuk menggambarkan sistem secara konseptual dan fisik. UML dapat menggambarkan desain sistem informasi yang akan dikembangkan, sehingga menghasilkan sistem informasi yang siap untuk digunakan oleh pengguna[20]. Dalam penelitian ini, beberapa diagram UML digunakan untuk menggambarkan proses dan interaksi dalam sistem *monitoring* lalu lintas pedesaan.

2.5 Alur Sistem

Dalam proses rancangan *monitoring* lalu lintas menggunakan metode *background subtraction*. Terdapat tahapan yang harus dilalui untuk mendapatkan hasil *monitoring* lalu lintas. Lihat pada Gambar 4.

Activity gambar 4 adalah alur sistem monitoring lalu lintas pedesaan, berikut penjelasannya:

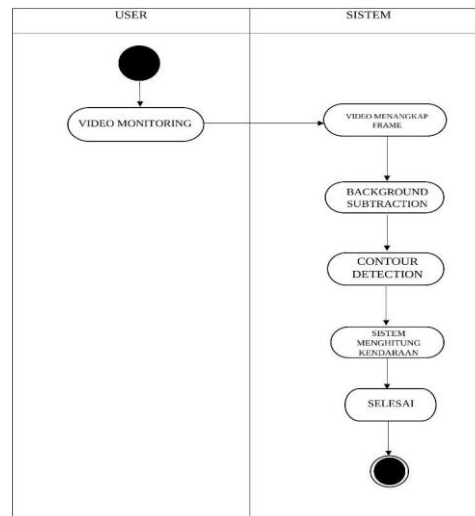
1. Video menangkap frame

Pada tahap awal ini video akan menangkap gambar dari lalu lintas pedesaan yang akan menjadi acuan dari proses yang akan dilakukan. Pada frame video ini diharapkan tidak ada objek bergerak kecuali kendaraan yang melintas, sehingga saat masuk dalam perhitungan, tidak ada objek bergerak yang terhitung agar nanti akan mendapatkan hasil yang maksimal. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa video kondisi lalu lintas di kawasan wisata Pantai Alam Serdang, Desa Regemuk. Video ini didapat dari hasil rekaman kamera *smartphone* dengan detail pada Tabel 1.

2. *Background subtraction*

Metode *background subtraction* merupakan pendekatan fundamental dalam sistem pengolahan citra digital yang bertujuan untuk memisahkan objek bergerak dari latar belakang yang statis. *Background subtraction* adalah metode untuk mendeteksi pergerakan atau perbedaan signifikan dalam frame video dengan membandingkannya terhadap citra referensi. *Background subtraction* bertujuan untuk memisahkan objek dari latar belakangnya, sehingga pergerakan objek dapat terdeteksi. Pada penelitian ini, metode tersebut diimplementasikan sebagai dasar dalam sistem *monitoring* lalu lintas pada kawasan pedesaan, dengan tujuan utama mendeteksi dan menghitung kendaraan yang melintas di area pemantauan.





Gambar 4. Alur sistem *monitoring*

Tabel 1. Data Video

No.	Video ke-	Durasi Video
1	Video 1	5 Detik
2	Video 2	6 Detik
3	Video 3	6 Detik
4	Video 4	11 Menit
5	Video 5	18 Detik

3. *Contour Detection*

Pada tahap ini dilakukan kembali pengolahan frame dari *Background subtraction*, agar pengamatan sistem lebih akurat. *Contour Detection* adalah teknik dalam pengolahan citra digital untuk menemukan batas atau tepi objek dalam gambar. Proses ini dimulai dengan mengubah gambar menjadi citra biner melalui thresholding, lalu menggunakan algoritma untuk mendeteksi garis luar objek yang berupa kurva tertutup. Deteksi kontur penting untuk mengenali, melacak, dan menganalisis objek dalam berbagai aplikasi seperti pengawasan, robotika, dan pengolahan medis. Metode ini cepat dan efektif, namun hasilnya sangat bergantung pada kualitas preprocessing seperti penghilangan noise dan pencahayaan gambar.

4. Menghitung jumlah kendaraan

Pada tahap terakhir ini, dilakukan perhitungan jumlah kendaraan yang sudah dilakukan oleh sistem monitoring, dimana sudah tertera berapa kendaraan yang melintas dengan cara perhitungan otomatis oleh sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, sistem *monitoring* lalu lintas pedesaan dengan menggunakan metode *Background Subtraction* dan pemrograman berbasis Python melalui Jupyter Notebook berhasil diimplementasikan. Sistem ini diharapkan dapat membantu pemerintah daerah dan pengelola tempat wisata dalam memonitor jumlah kendaraan yang melintas di kawasan wisata pedesaan secara otomatis.

3.1 Implementasi Sistem *Monitoring*

Sistem *monitoring* lalu lintas pedesaan berhasil diterapkan dengan menggunakan perangkat keras berupa kamera smartphone Xiaomi Redmi 10 dan laptop dengan spesifikasi Intel Core i3 serta memori 4 GB. Kamera smartphone



ditempatkan pada tripod dengan ketinggian sekitar 4 meter, mengarah ke jalur lalu lintas yang akan dipantau. Proses pengambilan video dilakukan pada beberapa titik strategis di sekitar kawasan wisata untuk mendapatkan gambaran yang representatif mengenai kondisi lalu lintas di daerah tersebut.

Gambar 5 adalah tempat untuk menjalankan sistem *monitoring*, dimana saat menjalankannya, membuat folder baru berupa sistem yang dijalankan. Gambar 5 adalah tempat posisi garis pendeteksian, jika lebih tinggi maka akan lebih tinggi garis pendeteksian.



Gambar 5. Pos line 500

Pada gambar 5 ditunjukkan Pos_Line yang berada di angka 500, dimana ini adalah posisi yang ideal untuk dijadikan garis pendeteksi *monitoring*, karena berada di ujung jalur lalu lintas pedesaan.



Gambar 6. Pos Line 300

Pada gambar 6 ditunjukkan Pos_Line yang berada di angka 300, dimana posisi tersebut tidak ideal untuk dijadikan garis pendeteksi *monitoring* karena terlalu tengah dan juga terlalu dekat dengan kendaraan yang melintas.



Gambar 7. Hasil Box Deteksi Kendaraan

Gambar 7 menunjukkan hasil visual dari proses deteksi kendaraan yang diperoleh melalui metode *background subtraction* yang telah diterapkan dalam sistem monitoring lalu lintas pedesaan. Pada gambar 7 ini, kendaraan yang terdeteksi ditandai dengan kotak pembatas (*bounding box*) berwarna hijau, yang mengindikasikan area objek bergerak yang telah berhasil diidentifikasi sebagai kendaraan.



Gambar 8. Hasil Titik Tengah Objek

Selain itu, sistem mampu menampilkan deteksi kendaraan dalam bentuk kotak (*Bounding Box*) dan titik tengah objek, yang membantu dalam analisis lebih lanjut terkait pergerakan kendaraan dalam frame video. Tampak pada gambar 8.

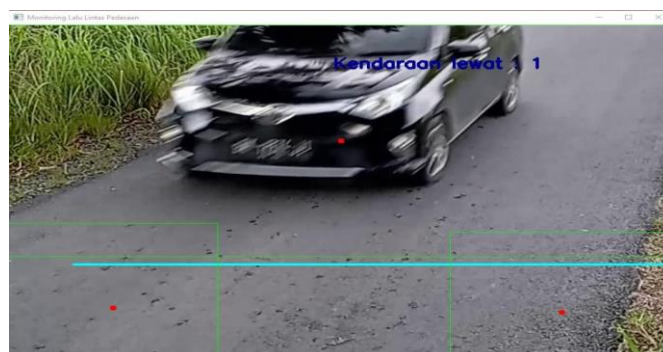
3.2 Tampilan Hasil *Monitoring*

Setelah video diproses, hasil deteksi kendaraan ditampilkan melalui antarmuka pengguna di Jupyter Notebook. Hasilnya berupa informasi jumlah kendaraan yang melintas dalam periode tertentu. Tampilan ini memudahkan pengelola kawasan wisata dan instansi terkait dalam mengakses data secara real-time tanpa memerlukan proses manual.



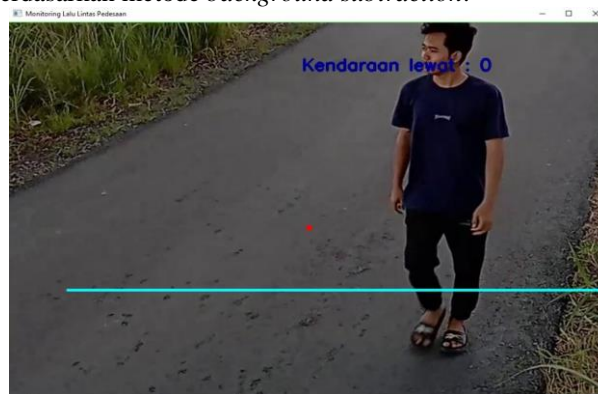
Gambar 9. Tampilan *Monitoring*

Gambar 9 tampilan rancangan sistem *monitoring* lalu lintas pedesaan menggunakan metode *Background Subtraction*.



Gambar 10. Pengujian Menggunakan Objek Mobil

Gambar 10 menampilkan hasil pengujian sistem deteksi kendaraan terhadap objek mobil yang melintas di area pemantauan. Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mengenali dan menandai kendaraan yang bergerak, berdasarkan metode *background subtraction*.



Gambar 11. Pengujian Menggunakan Objek Orang

Gambar 11 menampilkan hasil pengujian sistem terhadap objek orang (manusia) yang melintas di area pemantauan. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi responsivitas dan sensitivitas sistem dalam mendeteksi objek bergerak selain kendaraan, guna melihat kemungkinan *false positive* (deteksi yang tidak diinginkan) atau potensi aplikasi sistem dalam konteks lain seperti pengawasan umum.

3.2 Evaluasi dan Perbandingan dengan Perhitungan Manual

Dalam pengujian yang dilakukan, hasil deteksi sistem dibandingkan dengan penghitungan manual jumlah kendaraan yang melintas. Hasil perhitungan otomatis oleh sistem hampir sama dengan hasil perhitungan manual, dengan selisih yang sangat kecil, yang menunjukkan bahwa sistem ini dapat digunakan sebagai alat bantu yang efektif dalam pemantauan lalu lintas.

Tabel 2. Perbandingan Perhitungan Kendaraan

No.	Video ke-	Durasi Video	Perhitungan Manual	Perhitungan Sistem
1	Video 1	5 Detik	4 Kendaraan	4 Kendaraan
2	Video 2	6 Detik	2 Kendaraan	2 Kendaraan
3	Video 3	6 Detik	1 Kendaraan	1 Kendaraan
4	Video 4	11 Menit	2 Kendaraan	2 Kendaraan
5	Video 5	18 Detik	2 Kendaraan	2 Kendaraan

Hasil deteksi sistem telah dibandingkan dengan penghitungan manual terhadap jumlah kendaraan yang melintas. Pengujian dilakukan menggunakan lima video dengan durasi yang bervariasi, dan hasilnya menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, dengan kesesuaian hampir sempurna antara deteksi otomatis dan perhitungan manual. Pada video berdurasi 5 detik, sistem mencatat 4 kendaraan, yang sesuai dengan hasil perhitungan manual. Video berdurasi 6 detik mendeteksi 2 kendaraan dan 1 kendaraan, dengan hasil yang sama antara metode otomatis dan manual. Sementara itu, pada video berdurasi 11 menit dan 18 detik, masing-masing mencatat 2 kendaraan, tanpa perbedaan antara kedua metode perhitungan. Hasil ini membuktikan bahwa metode *background subtraction* mampu memberikan deteksi yang akurat dalam pemantauan lalu lintas di wilayah pedesaan. Sistem tetap berfungsi dengan baik meskipun terdapat perubahan kondisi pencahayaan dan gangguan lingkungan, sehingga dapat diterapkan secara efektif untuk membantu pengelolaan lalu lintas di kawasan wisata pedesaan.

4. KESIMPULAN

Penerapan sistem monitoring berbasis rekaman video telah terbukti efektif dalam memantau jumlah kendaraan yang melintas di jalan pedesaan menuju tempat wisata. Sistem ini memberikan kemudahan bagi pihak daerah dan pengelola wisata dalam memperoleh data yang akurat mengenai volume lalu lintas, yang sangat berguna untuk

perencanaan dan pengelolaan akses transportasi. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mendeteksi dan menghitung kendaraan dengan tingkat akurasi yang tinggi serta kesalahan hitung yang sangat rendah. Hal ini berkontribusi pada kelancaran lalu lintas di kawasan pedesaan, mengurangi kemacetan, dan mempermudah pengelolaan infrastruktur lalu lintas. Secara keseluruhan, sistem *monitoring* ini dapat digunakan sebagai alat untuk mendukung pengelolaan tempat wisata yang lebih efisien, serta meningkatkan pengalaman wisatawan dengan memperlancar aksesibilitas menuju lokasi wisata.

REFERENSI

- [1] J. Andika, "perhitungan Lalu Lintas Haria Rata-rata Pada Ruas Jalan Tumpaan-Lopana," pp. 1–18, 2016.
- [2] J. H. Positum, "SEBAGAI SYARAT PIDANA BERSYARAT Holyone M Singadimedja , Hoyness M . Singademedja , Imam Budi Santoso * Fakultas Hukum Universitas Singaperbangsa Karawang A . PENDAHULUAN Restitusi pada hakikatnya menjadi hak korban , namun sejak Abad pertengahan diambil ," vol. 1, no. 2, pp. 199–217, 2017.
- [3] A. Fatimah, "Analisis Yuridis Pengelolaan Pasar Malam Dinamikanya Di Kota Samarinda," *Ilm. Huk. De'Jure Kaji. Ilm. Huk.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–14, 2017, [Online]. Available: <https://journal.unsika.ac.id/index.php/jurnalilmiahhukumdejure/article/view/1302>
- [4] F. Haradongan, "Kajian Manajemen Rekayasa Lalu Lintas di Simpang Perawang-Minas Kabupaten Siak," *J. Penelit. Transp. Darat*, vol. 21, no. 2, pp. 191–198, 2020, doi: 10.25104/jptd.v21i2.1570.
- [5] D. A. Megawaty and M. E. Putra, "Aplikasi Monitoring Aktivitas Akademik Mahasiswa Program Studi Informatika Universitas Xyz Berbasis Android," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 1, no. 1, pp. 65–74, 2020, doi: 10.33365/jatika.v1i1.177.
- [6] K. Umam and B. S. Negara, "Deteksi Obyek Manusia Pada Basis Data Video Menggunakan Metode Background Subtraction Dan Operasi Morfologi," *J. CoreIT J. Has. Penelit. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 2, p. 31, 2016, doi: 10.24014/coreit.v2i2.2391.
- [7] A. Herliana and P. M. Rasyid, "Sistem Informasi Monitoring Pengembangan Software Pada Tahap," *J. Inform.*, no. 1, pp. 41–50, 2016.
- [8] G. J. N. Putri, "Metode Background Substraction Untuk Monitoring Obyek Bergerak Melalui Kamera Webcam," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 3, no. 1, pp. 110–116, 2019.
- [9] A. P. W. Wibowo, "Implementasi Teknik Computer Vision Dengan Metode Colored Markers Trajectory Secara Real Time," *J. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 38–42, 2016.
- [10] P. A. , I. R. , Uray Ristian, "APLIKASI DETEKSI OBJEK BERGERAK BERBASIS CITRA DENGAN METODE BACKGROUND SUBTRACTION dan BLOB DETECTION (STUDI KASUS: MAMI MART KUBU RAYA)," *Coding J. Komput. dan Apl.*, vol. 8, no. 1, 2020, doi: 10.26418/coding.v8i1.39203.
- [11] R. Samsinar, R. R. Fitria Mulyadi, and D. A. Prambudi, "Sistem Monitoring Besaran Listrik dan Energi Penerangan Jalan Umum Secara Realtime Berbasis Web," *Resist. (elektRonika kEndali Telekomun. tenaga List. kOmputeR)*, vol. 1, no. 1, p. 7, 2018, doi: 10.24853/resistor.1.1.7-12.
- [12] N. N. Putri, "Aplikasi Pendeteksi Objek Bergerak pada Image Sequence dengan Metode Background Subtraction," *J. Teknol. Rekayasa*, vol. 21, no. 3, pp. 1–11, 2016.
- [13] H. Muchtar and R. Apriadi, "Implementasi Pengenalan Wajah Pada Sistem Penguncian Rumah Dengan Metode Template Matching Menggunakan Open Source Computer Vision Library (Opencv)," *Resist. (elektRonika kEndali Telekomun. tenaga List. kOmputeR)*, vol. 2, no. 1, p. 39, 2019, doi: 10.24853/resistor.2.1.39-42.
- [14] F. Setiawan and D. Agushinta R, "Sistem Pengenalan Wajah Dengan Metode Local Binary Pattern Histogram Pada Firebase," *SeNTIK*, vol. 4, no. 1, pp. 19–25, 2020.
- [15] K. Mistry and A. Saluja, "An Introduction to OpenCV using Python with Ubuntu," *Int. J. Sci. Res. Comput. Sci. Eng. Inf. Technol.* © 2016 IJSRCSEIT /, vol. 5, no. 2, pp. 2456–3307, 2016, [Online]. Available: <http://opencv.org>.
- [16] G. Bhumika, et al. "Study on object detection using open CV-Python." *International Journal of Computer Applications* 162.8 (2017): 17-21.
- [17] A. Solichin and A. Harjoko, "Metode Background Subtraction untuk Deteksi Obyek Pejalan Kaki pada Lingkungan Statis," *Semin. Nas. Teknol. Inf.* 2013, pp. 1–6, 2013.
- [18] K. M. Kaloh, V. C. Poekoel, and M. D. Putro, "Perbandingan Algoritma Background Subtraction dan Optical Flow Untuk Deteksi Manusia," *J. Tek. Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–9, 2018, doi: 10.35793/jti.13.1.2018.20186.
- [19] Y. Y. Welim, W. T.W., and R. Firmansyah, "Pengembangan Sistem Informasi Service Kendaraan Pada



- Bengkel Kfmp,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 1, p. 17, 2015, doi: 10.24176/simet.v6i1.232.
- [20] D. W. T. Putra and R. Andriani, “Unified Modelling Language (UML) dalam Perancangan Sistem Informasi Permohonan Pembayaran Restitusi SPPD,” *J. Teknolf*, vol. 7, no. 1, p. 32, 2019, doi: 10.21063/jtif.2019.v7.1.32-39.