

PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI *OVER-HEIGHT VEHICLE* BERDASARKAN GEOMETRI KAMERA

*Yusron Rijal*¹⁾, *Himayatul Millah*²⁾

^{1,2)}Program Studi/Prodi Teknik Informatika, STMIK Yadika,

Email: yusronrijal@stmik-yadika.ac.id maeyagreeen15@mhs.stmik-yadika.ac.id

Abstract: *At this time, many Overh-Height Vehicle Detection Systems have been developed to help reduce the risk of road accidents, especially vehicles which exceeds the height limit for the bridge. In the research that the author did was Development of Detection Systems Camera Geometry Based Overh-Height Vehicle, the method developed in this study is the implementation of the camera's geometry position to detect over-height vehicle. Modifications are made by changing the tilt angle camera with a height of 2 meters, 2.5 meters and 3 meters with the choice of ROI area so that it is expected to increase the accuracy of over-height detection vehicle.*

The detection phase is carried out through the process of motion detection and processing image that is get RGB, RGB2Gray, thresholding, morphology is dilated with 4x4 kernel to detect objects that exceed the limit or touch the ROI line. The results obtained from this study are, data processing uses high a 2.5 meter camera is able to produce more optimal data with a total of 84 frames are saved, 84 frames are detected correctly, 2 frames are detected incorrectly and level 97.67% accuracy.

Keywords: *Over-Height Vehicle, Detection System, Camera Geometry*

1. Pendahuluan

Teknologi pengolahan citra digital berbasis *Computer Vision* telah banyak dikembangkan saat ini, terutama pada bidang pemantauan lalu lintas di jalan raya dengan adanya sistem yang mampu mendeteksi permasalahan lalu lintas seperti pelanggaran-pelanggaran aturan lalu lintas secara otomatis atau biasa disebut dengan istilah *Intelligent Transportation System* atau ITS [1]. Pemasangan kamera CCTV (*Closed Circuit Television*) pada ruas-ruas jalan saat ini telah banyak dilakukan. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk memantau kondisi dan mendeteksi permasalahan lalu lintas yang sering terjadi di jalan raya seperti pelanggaran batas dimensi tinggi kendaraan.

Kemacetan di jembatan atau terowongan adalah insiden di mana kendaraan yang lebih tinggi dari pada jarak di bawah struktur (ketinggian di atas), biasanya bus truk atau bus bersusun, bertabrakan dengan struktur yang menyebabkan kerusakan. Hal ini dapat menyebabkan luka-luka, korban jiwa dan / atau, dalam skenario terburuk, gangguan kereta api [2].

Contoh kasus yang diangkat adalah jalan Nasional yang berada di bawah viaduk Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan,

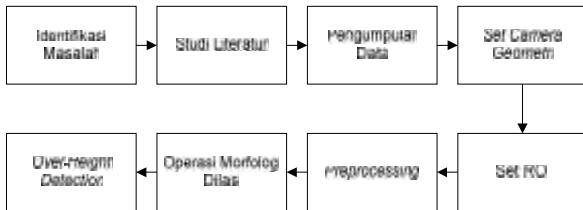
berbagai jenis kendaraan tidak diizinkan lewat jalan arteri yang melintasi viaduk yang tingginya hanya 2,5 meter [3] dimana pelanggaran batas ketinggian kendaraan dapat menimbulkan kecelakaan yang mengakibatkan kemacetan. Sehingga hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan penelitian lebih lanjut untuk otomasi sistem pemantauan cerdas pada lalu lintas dan dapat dijadikan acuan untuk melakukan rekayasa lalu lintas oleh pihak terkait untuk menanggulangi permasalahan-permasalahan tersebut.

Rencana dalam penelitian yang penulis lakukan adalah Pengembangan Sistem Deteksi *Overh-Height Vehicle* Berdasarkan Geometri Kamera, penelitian ini merupakan pengembangan salah satu metode dari beberapa tahapan metode yang dilakukan oleh Nguyen, Brilakis dan Vela tahun 2016 [4]. Metode yang akan dikembangkan pada penelitian ini adalah implementasi posisi geometri kamera untuk mendeteksi *over-height vehicle*. Modifikasi yang akan dilakukan adalah mengubah sudut kemiringan kamera dan pemilihan daerah ROI sedemikian hingga diharapkan dapat meningkatkan keakuratan deteksi *over-height vehicle*. Hasil dari penelitian ini adalah suatu sistem yang mampu menunjukkan kendaraan yang terdeteksi

mempunyai tinggi melewati batas maksimal ketinggian yaitu 2,5 meter.

2. Metode Penelitian

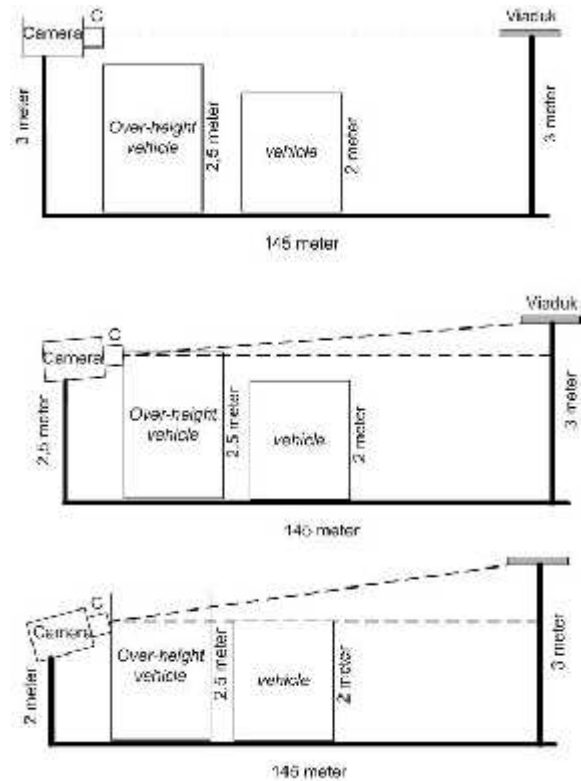
Dalam tahapan penelitian ini, secara garis besar dapat digambarkan pada blok diagram berikut :



Gambar 1 Blok diagram sistem deteksi *over-height vehicle*

Berdasarkan blok diagram diatas, tahapan penelitian untuk deteksi *over-height vehicle* dibagi menjadi 5 tahap, yaitu pengaturan geometri kamera, pengaturan ROI, *preprocessing*, operasi morfologi dilasi dan tahap deteksi *over-height vehicle*.

2.1. Geometri Kamera



Gambar 2 Rancangan Set Camera Geometri

Pada tahapan ini, dilakukan proses pengaturan posisi kamera untuk memperoleh data masukan berupa data video/citra bergerak *real-time*. Adapun pengambilan video dilakukan pada jalan raya dengan ketentuan posisi kamera menghadap kearah jembatan pada jarak 145 meter dan ketinggian 2 meter, 2,5 meter, dan 3 meter (lihat Gambar 2).

2.2. Region of Interest (ROI)

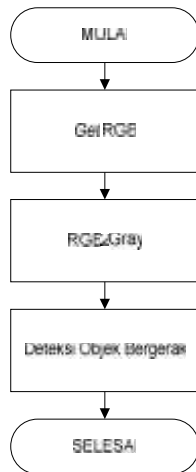
Penentuan ROI ditetapkan setelah memperoleh posisi kamera dengan tepat, setiap perubahan pengaturan posisi kamera akan diikuti dengan perubahan ROI berdasarkan jangkauan area yang ditangkap oleh kamera. Penentuan ROI diperlukan untuk mengabaikan area yang tidak diperlukan pada data olah dan mempercepat proses pengolahan citra berikutnya.

2.3. Preprocessing

Pada tahapan ini, data *input* yang diperoleh berupa video/citra bergerak. Sebelum dapat diolah, setiap *frame* pada video dijadikan citra digital tidak bergerak sebagai bahan input untuk proses berikutnya yaitu *preprocessing*.

Seperti pada penelitian yang telah dilakukan oleh Danang Wahyu dimana *preprocessing* bertujuan

untuk meminimalkan kemunculan banyangan objek solid yang dapat berpengaruh pada bentuk objek sehingga mengganggu proses deteksi objek [5] dan juga akan berpengaruh pada proses deteksi *over-height vehicle*. *Preprocessing* dalam penelitian ini adalah *get RGB*, *RGB to grey*, *background subtraction* dan *thresholding*. Berikut rancangan diagram *flowchart preprocessing*.



Gambar 3 Rancangan *Preprocessing*

Pada tahapan awal *preprocessing* setiap *frame* akan diproses untuk diperoleh data komponen warna R (*red*), G (*green*) dan B (*blue*) pada setiap piksel untuk berikutnya dilakukan proses konversi ke citra *grayscale*.

Setelah diperoleh data komponen warna RGB pada setiap *frame*, *frame* akan di konversikan ke warna *gray-level* dengan merata-rata jumlah komponen RGB setiap pixel seperti pada penelitian yang telah dilakukan oleh Puput Widayanti dimana proses konversi dari RGB ke *gray-level* diperlukan untuk pengolahan citra [6]. Secara matematis proses konversi citra RGB ke citra *gray-level* ditulis sebagai berikut

$$Gray(i, j) = \left(\frac{(f^{RED}(i, j) + f^{GREEN}(i, j) + f^{BLUE}(i, j))}{3} \right) \quad (1)$$

Pada sebuah citra, objek bergerak diketahui dengan mencari perbedaan antara 2 buah *frame* yang berurutan, *frame* pertama diambil sebagai bahan acuan dan *frame* berikutnya sebagai bahan perbandingan. Mencari perbedaan 2 *frame* pada penelitian ini dilakukan dengan mengurangi nilai *gray-scale* pada masing-masing *pixel* dari kedua *frame* tersebut. Dari hasil pengurangan nilai *gray-level* dilanjutkan dengan proses

thresholding untuk membedakan objek dengan *background*.

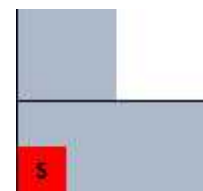
Pada proses *thresholding*, hasil dari proses konversi RGB menjadi citra *grayscale* akan dibedakan menjadi 2 nilai yaitu 0 (hitam) sebagai objek terdeteksi dan 255 (putih) sebagai *background* yang selanjutnya disebut citra biner. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Qory Hidayati, *thresholding* digunakan untuk mengatur *gray-level* dimana *gray-level* milik objek dan milik *background* terkumpul menjadi dua grup yang dominan. Salah satu cara untuk mengambil objek dari *background*-nya adalah dengan memilih sebuah nilai ambang (*threshold*) T yang memisahkan grup yang satu dengan grup yang lain. Maka, semua piksel yang memiliki nilai > T disebut titik objek, sedangkan yang lain disebut titik *background* [7].

Nilai ambang (T) yang digunakan pada penelitian ini adalah 80, dimana citra dengan nilai *gray-level* > 80 akan diberi nilai 0 (hitam) sebagai objek *vehicle* dan citra dengan nilai *gray-level* ≤ 80 akan diberi nilai 255 (putih) sebagai *background*. Sebuah citra yang telah dikenai proses *thresholding* $g(x,y)$ dapat didefinisikan sebagai berikut [8].

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } f(x, y) > T \\ 0 & \text{jika } f(x, y) \leq T \end{cases} \quad (2)$$

2.4. Morfologi Dilasi

Pada proses dilasi, titik-titik latar (0) pada setiap himpunan/*frame* akan digabungkan menjadi bagian dari objek *vehicle* (1) yang telah terdeteksi berdasarkan *structuring element* kernel. Struktur matriks kernel yang digunakan pada penelitian ini adalah 4x4 seperti pada gambar berikut.



Gambar 4 Struktur matriks kernel 4x4

Operasi morfologi dasar matematika dilasi dilakukan berdasarkan aljabar Minkowski, secara matematis ditulis sebagai berikut

$$D(A, B) = A \oplus B = \bigcup_{\beta \in B} (A + \beta) \quad (3)$$

Penggunaan struktur matriks kernel 4x4 dilakukan untuk memberi perubahan yang signifikan pada citra olah, karena semakin besar ukuran pixel citra maka diperlukan struktur kernel yang semakin besar pula. Berikut contoh hasil proses dilasi dengan struktur matriks kernel 4x4.



Gambar 5 Hasil proses dilasi, citra awal (a), citra hasil dilasi (b)

2.5. Deteksi *Over-Height Vehicle*

Setelah proses deteksi dilasi, dilakukan proses menentukan batas pixel dengan mencari nilai X_{min} , Y_{min} , X_{max} dan Y_{max} . Objek yang akan terdeteksi sebagai *over-height vehicle* adalah batas objek yang melewati batas ROI (*region of interest*). Fitur ini menjadi sangat penting bila terdapat bagian tertentu dari citra digital yang dianggap lebih penting dari bagian lainnya.



Gambar 6 Hasil deteksi dan menampilkan informasi *warning*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Implementasi Geometri Kamera

Pengambilan data dilakukan dengan kamera *Web-Camera Logitech Pro-4000* dan harus mencakup bagian ruas jalan dan keseluruhan badan kendaraan tanpa ada penghalang terhadap kendaraan yang akan diobservasi seperti rambu lalu lintas dan lainnya. Ilustrasi pengambilan data seperti pada Gambar 7.



Gambar 7 Pengaturan kamera 2,5 meter

3.2. Pengaturan daerah ROI

Pengolahan *frame* akan dibatasi sesuai dengan ROI pada masing-masing ketentuan ketinggian kamera untuk mempercepat proses pengolahan, berikut daftar tabel jangkauan pengolahan *frame*.

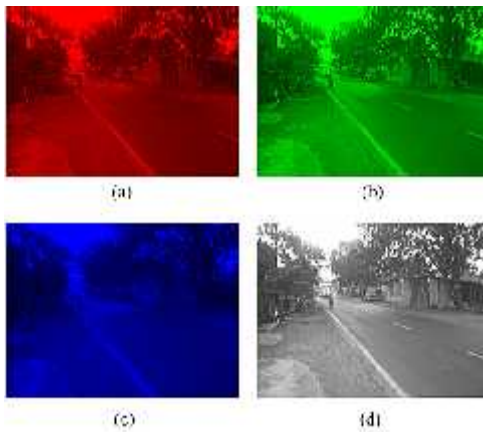
Tabel 1 Ketentuan batas pengolahan *frame*

Tinggi Kamera	Garis ROI (w=width)		Batas Olah <i>Frame</i>	
	(x1, y1)	(x2,y2)	For x	For y
2 meter	(0, 84)	(w, 84)	1 To w-2	40 To 158
2,5 meter	(0, 110)	(w, 110)	1 To w-2	70 To 198

3 meter	(0, 107)	(w, 107)	1 To w- 2	70 To 158
---------	----------	----------	-----------	-----------

3.3. Implementasi *Preprocessing*

Untuk mendeteksi objek diperlukan nilai *gray-level* pada *first frame* dengan mengambil nilai RGB kemudian lakukan rata-rata pada nilai tersebut.



Gambar 8 Hasil pengambilan nilai Red (a), Green (b), Blue (c) dan hasil transformasi ke *gray-level* (d)

Nilai *gray-level* dari kedua *frame* yaitu *first frame* dan *frame motion* di lakukan pengurangan untuk mendeteksi objek *vehicle* bergerak untuk selanjutnya nilai *gray-level* tersebut dijadikan acuan pada proses *thresholding*.

Berikut adalah tabel data yang didapat dari hasil pengujian dengan nilai *threshold* 80 dengan berbagai 2 kondisi *first frame*. Pertama, *first frame* dengan kondisi tidak terdapat kendaraan yang dijangkau oleh kamera. Kedua, *first frame* dengan kondisi terdapat kendaraan yang dijangkau oleh kamera.

Tabel 2 Hasil uji coba segmentasi citra *gray*

<i>First frame</i>	<i>Frame ke-n</i>	Jenis kendaraan	Hasil threshold
		Sepeda Motor	

		Truk	
		Sepeda Motor	
		Truk	

3.4. Implementasi Morfologi Dilasi

Hasil dilasi dapat mempengaruhi hasil deteksi *over-height vehicle* apabila ada objek *over-height vehicle* dimana bagian atas objek tersebut terdapat beberapa pixel yang menjadi *background* setelah proses *thresholding*, bagian objek yang ikut terdeteksi sebagai *background* tersebut dapat di deteksi sebagai objek kembali dengan melalui proses penebalan pixel objek *vehicle* dengan operasi morfologi dilasi. Berikut tabel data hasil proses dilasi.

Tabel 3 Hasil uji coba proses dilasi

Jenis Kendar aan	<i>Frame detection</i>	Hasil Dilasi
Sepeda Motor		
Truk		

3.5. Hasil Deteksi *Over-Height Vehicle*

Pembahasan hasil deteksi *over-height vehicle* dilakukan dengan melakukan analisa terhadap beberapa objek yang terdeteksi pada

masing-masing ketinggian kamera yang berbeda. Berikut tabel hasil pengujian sistem untuk deteksi *over-height vehicle*.

Tabel 4 Proses deteksi *over-height vehicle*

Frame input	Segmentasi	Over-Height Detection
2 meter		
2,5 meter		
3 meter		

Dengan ketinggian kamera 2 meter, terdapat objek *non over-height* yang terdeteksi, karena tinggi kamera lebih rendah dari objek *over-height*. Semua objek yang memiliki tinggi 2 meter atau lebih akan terdeteksi, kecuali objek dengan tinggi dibawah 2 meter seperti pengendara motor. Pada data *frame* dengan ketinggian 2,5 meter, semua objek *over-height* akan terdeteksi. Dan pada ketinggian kamera 3 meter objek, objek *over-height* juga masih terdeteksi meskipun tinggi objek *over-height* lebih rendah (2,5 meter) dibandingkan dengan tinggi kamera (3 meter) dikarenakan adanya proses dilasi atau penebalan objek bergerak yang terdeteksi.

Tabel 5 Kesimpulan

Tinggi Kamera	Jumlah Frame	Deteksi Benar	Deteksi Salah	Akurasi
2 meter	84	55	29	65,48%
2,5 meter	86	84	2	97,67%
3 meter	95	77	18	81,05%

4. Simpulan

- Secara keseluruhan sistem mulai dari pengaturan geometri kamera yang coba dikembangkan dengan beberapa macam ketinggian, pengambilan data dengan *web-camera*, penggunaan berbagai metode *image processing*, deteksi objek, deteksi gerak, hingga deteksi objek *over-height vehicle* mampu mendeteksi objek *over-height vehicle* dengan tingkat berbagai posisi geometri kamera baik 2 meter, 2,5 meter dan 3 meter.
- Tinggi kamera 2,5 meter mampu menghasilkan data yang lebih optimal dengan jumlah frame 84, terdeteksi benar 84 frame, terdeteksi salah 2 frame dan tingkat akurasi 97,67%.
- Penggunaan operasi morfologi dilasi pada penebalan objek dapat membantu deteksi objek *over-height vehicle* pada ketinggian kamera 3 meter.
- Dengan penggunaan ROI dan batasan olah *frame*, dapat mempercepat proses pengolahan *frame* pada deteksi objek.

Daftar Pustaka

- [1] B. Putra, *Computer Vision & Aplikasinya Menggunakan C# & EmguCV*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2017, p. 9.
- [2] B. Nguyen and I. Brilakis, "Understanding The Problem of Bridge and Tunnel Strikes Caused by Over-Height Vehicles," *Transport Research Arena*, pp. 3915-3924, April 2016.
- [3] KOMINFO JATIM, "PENINGGIAN JALAN VIADUK GEMPOL TERUS BERJALAN," 14 April 2011. [Online]. Available: <http://kominfo.jatimprov.go.id/read/umum/26576>. [Diakses 10 November 2017].
- [4] B. Nguyen, I. Brilakis and P. A. Vela, "Vision-Based Over-height Vehicle Detection," *ResearchGate*, pp. 2-13, 14 Maret 2016.
- [5] D. W. Wicaksono, *Pengembangan Sistem Estimasi Kecepatan Pada Kendaraan Bergerak Berbasis Pengolahan Citra Digital*, Surabaya: TIDAK DIPUBLIKASIKAN, 2017.
- [6] P. Widayanti, *Pengembangan Sistem Realtime*

Keamanan Ruang Menggunakan 2 Webcam Berbasis Human Motion Extraction, Pasuruan: TIDAK DIPUBLIKASIKAN, 2013, p. 41.

- [7] Q. Hidayati, "Kendali Lampu Lalu Lintas dengan Deteksi Kendaraan Menggunakan Metode Blob Detection," *JNTETI*, vol. VI, pp. 215-221, Mei 2017.
- [8] R. C. Gonzales, *Digital Image Processing*, vol. III, Addison-wesley Publication, 1992, pp. 760-566.