

**PENGUKURAN LAJU KECEPATAN KENDARAAN DI JALAN
TOL MENGGUNAKAN METODE *HAAR CASCADE*
CLASSIFIER BERBASIS CITRA BERGERAK**

**Diajukan Sebagai Syarat untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata-1 pada
Jurusan Teknik Informatika**



Oleh :

Achmad Marchky Dwi Irawan

NIM : 09021381924115

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGUKURAN LAJU KECEPATAN KENDARAAN DI JALAN TOL
MENGUNAKAN METODE *HAAR CASCADE CLASSIFIER* BERBASIS
CITRA BERGERAK**

Oleh :

Achmad Marchky Dwi Irawan

NIM : 09021381924115

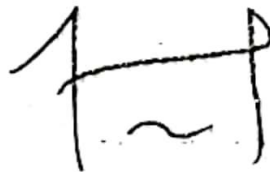
Palembang, 15 November 2023

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Pembimbing



**Alvi Syahrini Utami, M.Kom,
NIP. 197812222006042003**



**Dr. Muhammad Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP. 198005222008121002**

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI

Pada hari Senin tanggal 13 November 2023 telah dilaksanakan ujian Komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Achmad Marchky Dwi Irawan

NIM : 09021381924115

Judul : Pengukuran Laju Kecepatan Kendaraan di Jalan Tol Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier Berbasis Citra Bergerak

dan dinyatakan LULUS.

1. Ketua Penguji

Novi Yusliani, S.Kom., M.T
NIP. 198211082012122001



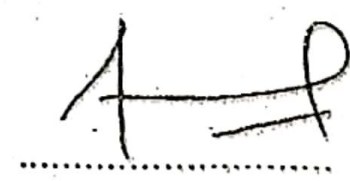
2. Penguji

Samsuryadi, M.Kom., PH.D
NIP. 197102041997021003

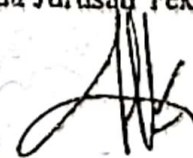



3. Pembimbing I

Dr. Muhammad Fachrurrozi, S.SI., M.T
NIP. 198005222008121002



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP 19781222206042003

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Achmad Marchky Dwi Irawan
NIM : 09021381924115
Program Studi : Teknik Informatika Bilingual
Judul : Pengukuran Laju Kecepatan Kendaraan Di Jalan Tol
Menggunakan Metode *Haar Cascade Classifier* Berbasis Citra Bergerak

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin: 18%

Menyatakan bahwa laporan skripsi saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 16 November 2023

Penulis,



Achmad Marchky Dwi Irawan

NIM. 09021381924115

HALAMAN PERSEMBAHAN

Terimakasih Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan kasih sayang-Nya. Kedua orang tua yang sangat saya cintai Irawan dan Erni Irawany. Saudara saya, yaitu Ahmad Ravy Bagus Irawan yang telah menjadi inspirasi, dorongan dan dukungan yang telah diberikan. Semoga rahmat Tuhan Yang Maha Esa selalu menyertai.

“Bagaimana kamu bisa bergerak maju kalau kamu terus menyesali masa lalu?” – Edward Elric (*Fullmetal Alchemist: Brotherhood*)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengukuran laju kecepatan kendaraan di jalan tol menggunakan metode *Haar Cascade Classifier* berbasis citra bergerak. Metode ini memungkinkan pengukuran kecepatan kendaraan di jalan tol dengan komputasi yang cepat dibandingkan metode-metode sebelumnya. Sistem ini bekerja dengan mengidentifikasi kendaraan pada citra bergerak dan melacak pergerakan kendaraan menggunakan algoritma *Haar Cascade Classifier*. Data laju kecepatan kemudian dihitung berdasarkan perubahan posisi kendaraan dari *frame* ke *frame*. Hasil proses pengujian mendapatkan hasil nilai *Precision* 0,965, *Recall* 0,965, dan *Mean Square of Error* (MSE) 1,284.

Kata Kunci : Pengukuran Kecepatan, *Haar Cascade Classifier*, Citra Bergerak

ABSTRACT

This research aims to develop a vehicle speed measurement system on toll roads using the moving image-based Haar Cascade Classifier method. This method allows measuring vehicle speed on toll roads with faster computation compared to previous methods. This system works by identifying vehicles on moving images and tracking vehicle movements using the Haar Cascade Classifier algorithm. Speed data is then calculated based on changes in vehicle position from frame to frame. The results of the testing process obtained Precision values of 0.965, Recall 0.965, and Mean Square of Error (MSE) 1.284.

Key Words : *Speed Measurement, Haar Cascade Classifier, Video*

KATA PENGANTAR

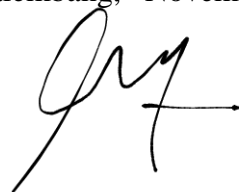
Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dalam menyelesaikan Program Sarjana Jurusan Teknik Informatika Bilingual dengan judul “Pengukuran Laju Kecepatan Kendaraan di Jalan Tol Menggunakan Metode *Haar Cascade Classifier* Berbasis Citra Bergerak”. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberika Rahmat dan kasih saying yang tidak bisa terkira sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Taufik Marwa, SE. M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya
3. Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Sriwijaya
4. Civitas akademika Fakultas Ilmu Komputer, khususnya Program Studi Teknik Informatika Universitas Sriwijaya
5. Bapak Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.

6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu dan pelajaran selama penulis melaksanakan perkuliahan.
7. Keluarga tercinta, papa, mama, abang yang selama ini terus memberi semangat dan mengingatkan untuk terus berusaha dalam mengerjakan skripsi ini.
8. Teman-teman Hijrah sol, caki, apis, nopal, om dakoy, sogik, idham, faros tuo, anak bawang amir mahmud yang telah memberikan semangat, masukan, ilmu, dan juga pengalaman yang sangat berharga bagi penulis dari kehidupan sehari-hari di kampus maupun juga pada saat proses penulisan skripsi.
9. Teman-Teman yang telah membantu ketika penulis menghadapi kebuntuan dalam pembuatan program yang rela membantu dan mengajari tanpa mengharapkan imbalan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran, kritik, dan masukan dari pembaca sangat saya harapkan untuk perbaikan dan pengembangan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan memberikan sumbangsih kecil bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Palembang, November 2023



Achmad Marchky Dwi Irawan

DAFTAR HALAMAN

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
TANDA LULU UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR HALAMAN	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Pendahuluan	I-1
1.2 Latar Belakang	I-1
1.3 Rumusan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Penelitian	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-4
1.6 Batasan Masalah	I-4
1.7 Sistematika Penulisan	I-5
1.8 Kesimpulan	I-6
BAB II KAJIAN LITERATUR	II-1
2.1 Pendahuluan	II-1
2.2 Pengolahan Citra	II-1
2.3 <i>Video</i>	II-2
2.4 Kecepatan Kendaraan di Jalan Tol	II-3
2.5 Akuisisi Citra	II-5
2.6 Pra-pengolahan Data	II-6
2.6.1 Konversi ke <i>Grayscale</i>	II-6
2.6.2 <i>Filtering</i>	II-8

2.6.3	Normalisasi Histogram.....	II-8
2.7	<i>Region Of Interest (ROI)</i>	II-9
2.8	<i>Haar Cascade Classifier</i>	II-10
2.8.1	Deteksi Kendaraan	II-11
2.8.2	Perhitungan Kecepatan.....	II-15
2.9	<i>Confusion Matrix</i>	II-17
2.10	<i>Rational Unified Process (RUP)</i>	II-18
2.10.1	Tahapan-Tahapan <i>Rational Unified Process (RUP)</i>	II-20
2.11	Penelitian Lain yang Relevan	II-21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		III-1
3.1	Pendahuluan	III-1
3.2	Pengumpulan Data	III-1
3.2.1	Pengumpulan Data	III-1
3.2.2	Metode Pengumpulan Data	III-1
3.3	Tahapan Penelitian	III-3
3.3.1	Flowchart Perangkat Lunak	III-6
3.3.2	Kriteria Pengujian	III-7
3.3.3	Format Data Pengujian.....	III-7
3.3.4	Alat yang Digunakan dalam Pelaksanaan Penelitian	III-8
3.4	Metode Pengembangan Perangkat Lunak	III-9
3.5	Manajemen Proyek Perangkat Lunak.....	III-10
3.6	Kesimpulan.....	III-10
BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK		IV-1
4.1	Pendahuluan	IV-1
4.2	Fase Insepsi	IV-1
4.2.1	Pemodelan Bisnis	IV-1
4.2.2	Kebutuhan Sistem	IV-1
4.2.3	Analisis dan Desain.....	IV-3
4.3	Fase Elaborasi.....	IV-9
4.3.1	Pemodelan Bisnis	IV-9
4.3.2	Kebutuhan Sistem	IV-10

4.3.3	Diagram <i>Sequence</i>	IV-11
4.3.4	Diagram Kelas.....	IV-12
4.4	Fase Konstruksi	IV-12
4.4.1	Kebutuhan Sistem	IV-12
4.4.2	Implementasi	IV-13
4.5	Fase Transisi.....	IV-13
4.5.1	Pemodelan Bisnis	IV-14
4.5.2	Kebutuhan Sistem	IV-14
4.5.3	Rencana Pengujian	IV-14
4.5.4	Implementasi Perangkat Lunak.....	IV-15
4.6	Kesimpulan.....	IV-16
BAB V	HASIL DAN PENELITIAN	V-1
5.1	Pendahuluan	V-1
5.2	Hasil Percobaan Penelitian	V-1
5.2.1	Skenario Percobaan Perangkat Lunak.....	V-4
5.3	Analisis Percobaan Penelitian	V-11
5.4	Kesimpulan.....	V-15
BAB VI	HASIL DAN PENELITIAN	VI-1
6.1	Pendahuluan	VI-1
6.2	Kesimpulan.....	VI-1
6.3	Saran.....	VI-2
DAFTAR PUSTAKA	xv
LAMPIRAN	xvii

DAFTAR GAMBAR

Gambar II - 1 Batas Kecepatan	II-4
Gambar II - 2 Posisi <i>capture</i> citra (<i>video</i>).....	II-5
Gambar II - 3 Penentuan <i>Region of Interest</i>	II-9
Gambar II - 4 Penentuan koordinat (x,y) ROI.....	II-9
Gambar II - 5 Metode Deteksi <i>Haar cascade</i>	II-11
Gambar II - 6 Nilai piksel pada sebuah fitur	II-13
Gambar II - 7 Alur <i>Cascade Classifier</i>	II-14
Gambar II - 8 Tampilan dari kamera pada daerah ROI.....	II-16
Gambar II - 9 Tampilan dari kamera pada daerah ROI.....	II-16
Gambar II - 10 <i>Precision</i>	II-18
Gambar II - 11 <i>Recall</i>	II-18
Gambar II - 12 <i>Accuracy</i>	II-18
Gambar III - 1 Diagram tahapan penelitian	III-3
Gambar III - 2 <i>Flowchart</i> Perangkat Lunak.....	III-6
Gambar IV - 1 <i>Use-Case Diagram</i>	IV-4
Gambar IV - 2 <i>Activity Diagram</i> pada proses Testing Data	IV-7
Gambar IV - 3 <i>Activity Diagram</i> pada Tampilan hasil dari pengujian data.....	IV-8
Gambar IV - 4 <i>Interface</i> Jendela GUI untuk menampilkan output.....	IV-10
Gambar IV - 5 Diagram <i>Sequence</i>	IV-11
Gambar IV - 6 Diagram Kelas	IV-12
Gambar IV - 7 Implementasi <i>Interface</i>	IV-13
Gambar V - 1 Tampilan jalan tol	V-1
Gambar V - 2 Citra sampel positif	V-2
Gambar V - 3 Batasan area deteksi (ROI).....	V-2
Gambar V - 4 Objek yang Terdeteksi	V-3
Gambar V - 5 Tampilan hasil deteksi mobil pada ROI.....	V-3

DAFTAR TABEL

Tabel III - 1 Rancangan Tabel Hasil Pengujian	III-8
Tabel IV - 1 Kebutuhan Fungsional	IV-2
Tabel IV - 2 Kebutuhan Fungsional	IV-3
Tabel IV - 3 Definisi Aktor	IV-4
Tabel IV - 4 Definisi <i>Use-Case</i>	IV-5
Tabel IV - 5 Skenario <i>Use-Case</i> melakukan proses testing data citra bergerak pada sistem	IV-5
Tabel IV - 6 Skenario <i>Use-Case</i> melakukan proses testing data citra bergerak pada sistem	IV-6
Tabel IV - 7 Rencana Uji <i>Use-Case</i> pada proses testing data.....	IV-15
Tabel IV - 8 Pengujian <i>Use-Case</i> Melakukan Proses Testing Data.....	IV-16
Tabel V - 1 Tabel Testing Data Pengukuran Laju Kecepatan Kendaraan dengan Faktor Skala 1,3	V-6
Tabel V - 2 Tabel Testing Data Pengukuran Laju Kecepatan Kendaraan dengan Faktor Skala 1,5	V-8
Tabel V - 3 Tabel Testing Data Pengukuran Laju Kecepatan Kendaraan dengan Faktor Skala 1,7	V-11
Tabel V - 4 Deskripsi Pengujian <i>Video</i>	V-12
Tabel V - 5 Deteksi Tingkat Pengujian.....	V-13
Tabel V - 6 Hasil Pendeteksian Kendaraan.....	V-14
Tabel V - 7 Hasil Perhitungan Kecepatan.....	V-14

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Pada bab pendahuluan membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan dan kesimpulan. Bab ini menggambarkan seluruh kegiatan secara umum yang dilakukan dalam penelitian ini.

1.2 Latar Belakang

Setiap tahun selalu terjadi kecelekaan di jalan tol dikarenakan berbagai macam faktor mulai cuaca berkabut dan juga kondisi jalan yang tidak rata. Selain dari faktor-faktor tersebut ada faktor lain yaitu kelalaian pengemudi itu sendiri seperti mengantuk, tidak mengecek kondisi kendaraan dan juga mengemudi melebihi batas kecepatan maksimum.

Pembatasan kecepatan pada kendaraan di jalan tol dan jalan raya telah diatur dalam Undang-Undang No. 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Pembatasan kecepatan ini mempertimbangkan berbagai faktor dan menghasilkan empat kategori batas kecepatan yang berbeda. Secara umum, batas kecepatan tersebut dibagi menjadi empat wilayah, yaitu jalan tol dengan batas minimum 60 km/jam dan maksimum 100 km/jam, jalan antarkota dengan batas maksimum 70 km/jam, kawasan perkotaan dengan batas maksimum 50 km/jam, serta kawasan permukiman dengan batas maksimum 20 km/jam. Untuk itu diperlukan sebuah

sistem yang bisa mendeteksi kecepatan kendaraan di jalan tol supaya bisa mengurangi kecelekaan (Satura et al., 2021).

Terdapat beberapa penelitian (Mustaqim et al., 2021; Nurhusni et al., 2022; Viola & Jones, 2001; Zulfikri et al., 2021) tentang pendeteksian kecepatan yang menggunakan berbagai macam metode pada pengolahan citra *digital*. Untuk mendeteksi kendaraan (Zulfikri et al., 2021), Salah satu teknik yang sering digunakan adalah metode *adaptive background subtraction*, yang bertujuan untuk memisahkan latar belakang dari objek yang terdeteksi atau latar depan. Metode *adaptive background subtraction* biasanya digunakan dalam konteks mendeteksi objek bergerak dalam rekaman *video* dari kamera statis. Proses deteksi objek bergerak dengan metode ini berdasarkan perbedaan antara latar belakang referensi dan setiap *frame video*. Namun, pendekatan ini hanya mempertimbangkan gerakan objek dan tidak memperhatikan ciri-ciri khusus dari objek tersebut. Teknik ini juga sensitif terhadap noise dan dapat menghasilkan tingkat kesalahan deteksi yang tinggi. Kelemahan lainnya adalah bahwa munculnya bayangan dan perubahan kecil dalam intensitas cahaya di sekitar lingkungan dapat mengakibatkan proses segmentasi yang kurang sempurna (Zulfikri et al., 2021).

Terdapat juga metode *Gaussian Mixture Model* (GMM) (Nurhusni et al., 2022). Metode *Gaussian Mixture Model* (GMM) terdiri dari sejumlah komponen *Gaussian* yang dapat digunakan untuk ekstraksi data karena kemampuannya untuk beradaptasi dengan baik terhadap perubahan kondisi dan pencahayaan. Kombinasi dari GMM dengan *Kalman filter* dapat menghasilkan tingkat akurasi yang sangat tinggi. Perubahan cuaca seperti cahaya matahari mempengaruhi performa program

dalam mendeteksi kecepatan kendaraan. Kelemahan lainnya yaitu obyek yang dapat dideteksi berupa *single object* (Fajriyah et al., 2016).

Penelitian ini menggunakan metode machine learning bernama *haar cascade classifier* (Viola & Jones, 2001). Cara kerja metode *haar cascade classifier* (Viola & Jones, 2001) adalah metode ini digunakan untuk mengenali objek berdasarkan fitur sederhana daripada nilai piksel yang ada pada citra objek tersebut. Pendekatan ini memiliki keunggulan dalam hal kecepatan komputasi, karena hanya bergantung pada jumlah piksel dalam objek dan bukan pada setiap nilai piksel dalam citra. Hasil ini menunjukkan bahwa metode *haar cascade classifier* (Viola & Jones, 2001) lebih cepat dari metode-metode pengidentifikasian objek lainnya sehingga cocok untuk melakukan pendeteksian secara *multiple*. Maka dari itu, tingginya kecepatan pengolahan citra yang dilakukan metode *haar cascade classifier* (Viola & Jones, 2001) dapat menjadi metode yang baik untuk mengidentifikasi kendaraan dan melacak pergerakan kendaraan. Dengan kelebihan yang telah disebutkan, metode ini bisa menjadi solusi dari masalah yang ada di penelitian lainnya (Mustaqim et al., 2021).

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka bisa dirumuskan beberapa masalah berikut ini :

1. Bagaimana implementasi metode *haar cascade classifier* terhadap pengukuran laju kecepatan kendaraan di jalan tol ?
2. Bagaimana kinerja metode *haar cascade classifier* dalam pengukuran laju kecepatan kendaran di jalan tol ?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengembangkan perangkat lunak yang dapat mendeteksi kecepatan laju kendaraan menggunakan metode *haar cascade classifier*.
2. Menguji kinerja metode *haar cascade classifier* dalam melakukan pengukuran laju kecepatan kendaraan di jalan tol.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi landasan bagi penelitian lebih lanjut dalam bidang pengolahan citradan pengembangan teknologi transportasi. Khususnya dibidang pengukuran laju kecepatan kendaraan
2. Dapat membantu dalam pengembangan sistem pengawasan lalu lintas di jalan tol sehingga berguna untuk mengamati dan mengontrol kecepatan kendaraan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan keselamatan pengguna jalan.

1.6 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini terfokus pada penggunaan citra bergerak dalam mengukur laju kecepatan kendaraan di jalan tol.
2. Pengukuran laju kecepatan kendaraan dilakukan secara non *real-time*.
3. Pengambilan data baiknya dilakukan pada pagi sampai sore dan cuaca yang cerah guna mendapatkan data yang dibutuhkan.
4. Program tidak dapat mendeteksi kendaraan jika sudut kamera kurang tepat.

5. Penelitian akan bergantung pada ketersediaan data citra yang sesuai dan relevan untuk dilakukan pengujian serta pengembangan metode.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penelitian ini, terdapat sistematika penulisan untuk memberikan gambaran secara garis besar mengenai isi didalamnya, maka penulis membagi penelitian ke dalam lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan tentang masalah penelitian yang akan di bahas dalam penelitian ini. Bab ini terdiri dari Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah dan Sistematika Penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini akan dibahas dasar-dasar teori yang akan digunakan dalam penelitian, seperti definisi-definisi Pengolahan Citra, Kecepatan Kendaraan di Jalan Tol, Pra-Pengolahan Data, *Region Of Interest*, *Haar Cascade Classifier*, *Confusion Matrix*, *Rational Unified Process*, dan Penelitian Lain Yang Relevan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ketiga terdiri dari desain penelitian, definisi konsep, fokus penelitian, unit analisis, jenis dan sumber data, teknik pengumpulan data, teknik keabsahan data, teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab keempat ini menjelaskan pengembangan perangkat lunak ini menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan menggunakan *Haar Cascade Classifier* sebagai *library* disaat membuat program.

BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Bab kelima ini Hasil dan Analisis dari pembangunan pemrograman Pengukuran Laju Kendaraan akan disajikan. Analisis digunakan sebagai dasar untuk menarik kesimpulan dalam penelitian.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab keenam berfungsi sebagai penutup yang mengandung kesimpulan dari semua uraian yang telah dibahas dalam bab-bab sebelumnya. Selain itu, bab ini juga mencakup saran-saran yang diharapkan dapat memberikan manfaat dan panduan untuk penelitian selanjutnya.

1.8 Kesimpulan

Dalam Bab I ini, dapat disimpulkan bahwa masalah yang akan diatasi dalam kegiatan skripsi adalah mengenai Pengukuran Laju Kecepatan Kendaraan menggunakan metode *Haar Cascade Classifier*.

DAFTAR PUSTAKA

- Candra Noor Santi. (2011). Turn Color Images Into GrayScale and Binary Imagery. *Teknologi Informasi DINAMIK*, 16(1), 14–19.
<https://doi.org/https://doi.org/10.35315/dinamik.v16i1.346>
- Chandel, R., & Gupta, G. (2013). Image filtering algorithms and techniques: A review. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 3(10).
- Christopher Kanan, & Garrison W. Cottrell. (2012). Color-to-Grayscale: Does the Method Matter in Image Recognition? *PLoS ONE*, 7(1).
- DICONIC. (n.d.). *Pengertian Video – Jenis-Jenis dan Fungsi Video*. DICONIC.
<https://elearning.diconic.co.id/knowledgebase/pengertian-video-jenis-jenis-dan-fungsi-video-lengkap/>
- dictionary.com. (n.d.). *Video*. Dictionary.Com.
<https://www.dictionary.com/browse/video>
- Ersyad, M. Z., Ramadhani, K. N., & Arifianto, A. (2020). Pengenalan Bentuk Tangan Dengan Convolutional Neural Network (Cnn). *EProceedings of Engineering*, 7(2).
- Fajriyah, F., Setiyono, B., & Si, S. (2016). *FINAL PROJECT-SM141501 SOFTWARE DEVELOPMENT FOR SPEED DETECTION OF MOVING VEHICLE BASED ON DIGITAL IMAGE PROCESSING*.
- Khan, T. (2019). *Computer Vision - Detecting objects using Haar Cascade Classifier*. Towards Data Science. <https://towardsdatascience.com/computer-vision-detecting-objects-using-haar-cascade-classifier-4585472829a9>
- Munir, R. (2013). Pengantar Pengolahan Citra. *Pengolah. Citra Digit*, 1–10.
- Mustaqim, M. F., Nugroho, A., Alfa, D., & Suni, F. (2021). Sistem Deteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan Metode *Haar Cascade* untuk Keamanan Berkendara. *Edu Elekrika Journal*, 10(2).
- Nurhusni, P. A., Nasbey, H., & Fahdiran, R. (2022). *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2022 Seminar Nasional Fisika 2021 Program Studi Fisika dan Pendidikan Fisika, Fakultas MIPA*.
<https://doi.org/10.21009/03.SNF2022>

- Rosebrock, A. (2021). *OpenCV Haar Cascades*. Pyimagesearch.
<https://pyimagesearch.com/2021/04/12/opencv-haar-cascades/>
- Satura, F. R., Chandra, A. A., & Adhinata, F. D. (2021). Pengukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan Algoritma Image Subtracting. *Journal ICTEE*, 2(2), 35. <https://doi.org/10.33365/jictee.v2i2.1287>
- Shalahuddin, M., & Rosa, A. S. (2018). Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek Edisi Revisi. *Jakarta: Informatika*.
- Stephanie, E. (2023). *Batas Kecepatan Mobil di Jalan Tol Bebas Tilang Elektronik*. Lifepal. <https://lifepal.co.id/media/batas-kecepatan-mobil-di-jalan-tol/>
- Syarif, M., & Wijanarto. (2015). DETEKSI KEDIPAN MATA DENGAN HAAR CASCADE CLASSIFIER DAN CONTOUR UNTUK PASSWORD LOGIN SISTEM. *Techno.Com*, 14(4), 242–249.
- Trivusi. (2022). *Image Processing: Pengertian dan Langkah-langkahnya*. Trivusi. <https://www.trivusi.web.id/2022/09/image-processing.html>
- Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features. *IEEE, I*. 10.1109/CVPR.2001.990517
- Zulfikri, M., Latif, K. Abd., Hairani, H., Ahmad, A., Hammad, R., & Syahrir, Moch. (2021). Deteksi dan Estimasi Kecepatan Kendaraan dalam Sistem Pengawasan Lalu Lintas Menggunakan Pengolahan Citra. *Techno.Com*, 20(3), 455–467. <https://doi.org/10.33633/tc.v20i3.4588>