

# **USULAN PENELITIAN DISERTASI**

## **DETEKSI KECEPATAN RELATIF KENDARAAN BERBASIS KAMERA PADA KENDARAAN OTONOM**



**DISUSUN OLEH :**

**MUHAMMAD ABDILLAH RAHMAT**

**D053202001**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2022**

PENGESAHAN PROPOSAL SEMINAR USULAN PENELITIAN

DETEKSI KECEPATAN RELATIF KENDARAAN BERBASIS KAMERA PADA  
KENDARAAN OTONOM

Diajukan Oleh

Muhammad Abdillah Rahmat  
NIM : D053202001

Telah diperiksa dan dinyatakan memenuhi syarat untuk melaksanakan seminar  
usul penelitian

Menyetujui

Tim Promotor

Dr. Indrabayu, S.T., M.T., M.Bus.Sys  
Promotor

Tanggal : 12 Januari 2022

Prof. Dr. Ir. H. Andani Achmad, M.T.  
Co-Promotor

Dr. A. Ejah Umraeni Salam, S.T., M.T.  
Co-Promotor

## PRAKATA

Assalamu Alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT. atas berkah dan rahmat-Nya sehingga pengajuan proposal Disertasi dengan judul “Deteksi Kecepatan Relatif Kendaraan Berbasis Kamera Pada Kendaraan Otonom” dapat terselesaikan.

Pada penyusunan kali ini kami menyajikan beberapa hal yang menyangkut judul yang telah kami angkat dan telah melalui proses pencarian dari berbagai sumber baik jurnal penelitian, buku maupun dari situs-situs di internet, selain dari penelitian sebelumnya. Untuk itu melalui kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan ini, termasuk secara khusus penulis berterima kasih kepada Bapak Dr. Indrabayu, S.T., M.T., M.Bus.Sys selaku promotor sekaligus kepala Laboratorium Kecerdasan Buatan Departemen Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin atas arahan dan bimbingan pada saat penyusunan pra-proposal dan rasionalisasi roadmap riset sehingga menjadi proposal disertasi, kemudian kepada bapak Prof. Dr. Ir. H. Andani Achmad, M.T., dan Dr. A. Ejah Umraeni Salam, S.T., M.T., selaku Co-promotor yang selalu mengarahkan, memberikan masukan serta motivasi sehingga penyusunan proposal penelitian ini dapat terselesaikan, juga kepada para dosen, dan spesial kepada orang tua, dan keluarga besar.

Walaupun dalam penyusunannya, Penulis telah berusaha secara maksimal, namun jika masih ada kekurangan baik dari segi akademik keilmuan, maupun dari segi teknis penulisan Penulis memohon maaf dan mohon petunjuk berupa kritik dan saran, demi penyusunan selanjutnya agar lebih baik lagi.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan mohon maaf atas segala

kekurangan. Semoga kesehatan dan kesuksesan senantiasa menyertai kita semua.

*Wassalam.*

Makassar, Januari 2022

Muhammad Abdillah Rahmat

HALAMAN PROPOSAL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL .....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian .....	5
D. Manfaat Penelitian .....	5
E. Batasan Masalah Penelitian .....	5
F. Penelitian Terkait .....	6
G. State Of The Art .....	7
H. Posisi Penelitian .....	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	15
A. Landasan Teori.....	15
B. Kerangka Pikir .....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	33
A. Tahapan Penelitian.....	33
B. Waktu dan Lokasi Penelitian .....	34
C. Jenis Penelitian .....	34
D. Perancangan Sistem.....	35
E. Sumber Data .....	36
F. Instrumen Penelitian .....	36
G. Jadwal Penelitian .....	38
DAFTAR PUSTAKA .....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Posisi Penelitian .....	14
Gambar 2.1	Koordinat Citra Digital.....	16
Gambar 2.2	Representasi Citra Digital Dalam Dua Dimensi .....	17
Gambar 2.3	Citra Biner Dua Warna .....	18
Gambar 2.4	Citra Biner Empat Warna.....	18
Gambar 2.5	Perbandingan Gradasi Warna Mulai 1 bit – 10 bit.....	19
Gambar 2.6	Penyimpanan Citra Warna Di Dalam Memori .....	20
Gambar 2.7	Algoritma Pengenalan Pola.....	22
Gambar 2.8	Alur <i>Computer Vision</i> .....	25
Gambar 2.9	Contoh Citra Hasil Segmentasi .....	27
Gambar 2.10	<i>Fully Convolutional Network</i> .....	28
Gambar 2.11	<i>Fully Convolutional Network</i> dengan <i>Encoder-Decoder</i> .....	29
Gambar 2.12	<i>Convolutional dan Transposed Convolution</i> .....	29
Gambar 2.13	<i>Atrous Convolution</i> .....	29
Gambar 2.14	Kerangka Konsep Penelitian .....	32
Gambar 3.1	Tahapan Penelitian.....	33
Gambar 3.2	Milestone Penelitian .....	33
Gambar 3.3	Roadmap Penelitian .....	34
Gambar 3.4	Desain Umum Sistem.....	35
Gambar 3.5	Ilustrasi Kerja Sistem.....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. <i>State Of The Art</i> .....	8
Tabel 2.2 Jadwal Penelitian .....	38

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Di era digital saat ini, perkembangan di dunia teknologi sangat pesat serta diiringi juga dengan peningkatan akan kebutuhan beragam moda transportasi. Pesatnya pertumbuhan inovasi teknologi berbasis *Artificial Intelligence* di sektor kendaraan sangat terlihat, ditandai dengan diproduksinya mobil-mobil masal yang berteknologi tinggi. Terkait dengan tingginya akan kebutuhan transportasi, maka salah satu dampaknya adalah kecelakaan lalu lintas. Kecelakaan lalu lintas menurut UU RI NO. 22 tahun 2009 adalah suatu peristiwa di jalan raya yang tidak diduga dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan atau kerugian harta benda.

Berdasarkan statistik data kecelakaan dan pelanggaran lalu lintas kepolisian Republik Indonesia untuk bagian Daerah Sulawesi Selatan pada tahun 2018 tercatat terdapat 7.466 kasus kecelakaan dengan jumlah kecelakaan dengan korban meninggal dunia hingga 1.064 jiwa. Lalu untuk tahun 2019 tercatat 6.579 kecelakaan dengan korban meninggal dunia 993 jiwa, dari data tersebut dapat diketahui bahwa walaupun terjadi penurunan jumlah kecelakaan tetapi jumlah kasus dan jumlah meninggal tiap tahunnya masih di atas 900 kasus kecelakaan. Hal ini dapat menjadi solusi untuk mengembangkan autonomous car khusus untuk daerah Sulawesi Selatan dengan karakteristik pengemudi di daerah tersebut, sehingga dibutuhkan sebuah system untuk membantu pengemudi dalam memperkirakan jarak relatif kendaraan agar terhindar dari tabrakan. Pengukuran jarak antar kendaraan dapat dilakukan Ketika posisi kendaraan telah diketahui. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengukur jarak antara kendaraan, salah satunya adalah penggunaan sensor aktif dan sensor pasif

[1].

Penggunaan sensor aktif memberikan hasil yang sangat baik untuk mendeteksi kendaraan, tetapi selain harganya yang mahal untuk beberapa tipe sensor, juga akan menghadapi kesulitan seperti gangguan sensor saat beberapa mobil menggunakan teknologi yang sama. Sensor pasif seperti kamera memperoleh data tanpa memancarkan sinyal atau tanpamengganggu kendaraan lain. Sensor pasif dapat menggunakan kamera tunggal, kamera stereo atau beberapa kamera.

Seiring dengan bertambahnya jumlah mobil yang ada dan mengingat banyaknya angka kecelakaan yang terjadi di Indonesia, maka tentu tidaklah mudah untuk menguranginya, karena kecelekaan yang terjadi memiliki beberapa faktor, yang diantaranya ada kelalaian pengemudi atas ketertiban lalu lintas, kendaraan yang bermasalah, ataupun faktor-faktor lainnya. Dengan angka kecelakaan sebesar itu, maka seharusnya sudah ada upaya untuk menguranginya, salah satu contohnya adalah *Autonomous Car*. *Autonomous Car* merupakan mobil yang dapat berjalan atau bergerak secara otomatis sesuai dengan yang diperintahkan oleh pemilik mobil, dengan begitu pemilik mobil bisa lebih merasa nyaman dan tenang saat berada di dalam mobil.

Perkembangan industri otomotif dalam beberapa tahun terakhir ini kian pesat. Sangat banyak inovasi yang di keluarkan oleh beberapa perusahaan dalam mengembangkan mobil-mobil keluaran mereka. *Autonomous car* atau mobil tanpa awak, dimana mobil yang dikendalikan komputer yang dapat membimbing dirinya sendiri, membiasakan diri dirinya sendiri dengan lingkungan sekitar, membuat keputusan, dan beroperasi penuh tanpa interaksi manusia [1].

*Autonomous car* dapat mengurangi resiko kecelakaan jika persyaratannya terpenuhi, semisal marka jalan yang dibuat secara baik, kondisi jalan yang sesuai dengan peta dan sebagainya, oleh karena itu mengapa full *autonomous car* belum bisa dijalankan di Indonesia disebabkan banyaknya persyaratan yang belum terpenuhi ditambah dengan kondisi pengemudi di Indonesia yang kurang mematuhi peraturan berkendara di jalan raya, namun sudah banyak semi-autonomous car yang dipasarkan di Indonesia, dengan mengusung sistem self-driving car yang sudah memiliki sistem keamanan lebih, memungkinkan mobil memberi peringatan kepada pengemudi jika ada kendaraan yang terlalu dekat dengan mobil, mampu menjaga jarak aman mobil dengan kendaraan didepannya, lalu ada line keeping assist yang berguna untuk menjaga mobil selalu pada jalurnya, terutama saat pengemudi mengantuk dan terindikasi akan keluar jalur, serta sistem keamanan lainnya yang disematkan pada mobil tersebut. *Autonomous car* merupakan sebuah sistem yang dijalankan oleh komputer yang tidak memiliki perasaan mengantuk ataupun kelelahan seperti manusia, maka diharapkan mampu lebih meningkatkan keamanan saat berkendara.

Sangat banyak kecelakaan terjadi akibat dari kelalaian manusia sendiri. Tercatat 61% penyebab kecelakaan terbesar karena kemampuan serta karakter pengemudi. Melihat tingginya angka kecelakaan inilah diperlukan sistem yang dapat mengambil keputusan dan memecahkan masalah secara *real-time* dalam berkendara dengan aman [2].

Hal penting dalam membangun sebuah sistem *autonomous car* ialah mendeteksi semua objek yang ada di sekitar mobil dan mengetahui kecepatan relatif kendaraan sekitar agar mobil yang kita kendarai dapat cepat mengambil keputusan dalam pergerakan mobil. Banyak penelitian terkait yang membahas tentang mendeteksi objek-objek dan kecepatan relatif.

Beberapa tahun terakhir ini, pendeteksian kecepatan relatif dan objek telah menjadi perhatian luas sehingga merupakan salah satu topik paling penting pada bidang *autonomous car* untuk mendeteksi kecepatan relatif dan objek pada kendaraan secara *real time*.

Penelitian ini sangat perlu dilakukan dengan memanfaatkan berbagai macam teknologi maupun penemuan baru pada bidang kecerdasan buatan. Tersedianya sebuah system untuk melakukan identifikasi satu kendaraan dan banyak kendaraan dalam satu frame sehingga dapat menentukan kecepatan relatif pada kendaraan otonom guna mengantisipasi secara dini kecelakaan yang mungkin akan terjadi akibat kelalaian pengendara secara manual. Inilah yang menjadi alasan penting kehadiran penelitian “**Deteksi Kecepatan Relatif Kendaraan Berbasis Kamera Pada Kendaraan Otonom**” sebagai Langkah antisipasi untuk menghindari kecelakaan sejak dini.

## **B. RUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengidentifikasi objek satu dan banyak kendaraan secara *real time* dengan menggunakan kamera?
2. Bagaimana mengidentifikasi kecepatan relatif pada kendaraan sekitar secara *real time* dengan menggunakan kamera?
3. Bagaimana kinerja deteksi kecepatan relatif pada kendaraan sekitar secara *real time* dengan menggunakan kamera?

## **C. TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini, mengacu pada rumusan masalah adalah :

1. Mengidentifikasi objek satu dan banyak kendaraan secara *real time* dengan menggunakan kamera.
2. Mengidentifikasi kecepatan relatif dan objek pada kendaraan sekitar secara *real time* dengan menggunakan kamera.
3. Mengetahui kinerja deteksi kecepatan relatif dan objek pada kendaraan sekitar secara *real time* dengan menggunakan kamera

#### **D. MANFAAT PENELITIAN**

Manfaat yang akan di dapatkan dari penelitian ini yakni :

1. Tersedia sebuah system yang dapat mendeteksi kecepatan relatif pada system kendaraan otomatis
2. Menjadi media bantu dan memberikan informasi dalam pengembangan kendaraan otomatis khususnya deteksi objek dan kecepatan relatif pada system kendaraan otomatis
3. Pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk para akademisi terutama untuk penulis

#### **E. BATASAN MASALAH**

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Data training berupa foto dan video.
2. Data uji yang digunakan video.
3. Objek deteksi berupa kendaraan mobil, motor.
4. Kendaraan yang dideteksi kendaraan searah.

#### **F. PENELITIAN TERKAIT**

Berikut ini merupakan dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan terkait dengan deteksi kecepatan relatif kendaraan berbasis kamera pada kendaraan otonom yang ada kaitannya dengan topik penelitian penulis : Penelitian yang

dilakukan oleh Prabhakar, dkk dengan judul "*Obstacle Detection and Classification using Deep Learning for Tracking in High-Speed Autonomous Driving*". Penelitian ini menggunakan metode yakni *Region based Convolutional Neural Network* (RCNN). Hasil penelitian menunjukkan Deteksi dan hasil dari KITTI dan iRoads masing memperoleh MAP sebesar 71,7%, 90,5% dan 97,42% [13].

Sementara penelitian yang dilakukan oleh Deepika, dkk dengan judul "*Obstacle Classification and Detection for Vision Based Navigation for Autonomous Driving*". Penelitian ini menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dan arsitektur SegNet encoderdecoder. Hasil penelitian ini menunjukkan hasil bahwa Algoritma tersebut mampu mencetak rata-rata Intersection Over Union (IoU) sebesar 0.7631 [14].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Noa, dkk dengan judul penelitian "*Real-Time Category Based and General Obstacle Detection for Autonomous Driving*". Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Automated Ground Truth (AGT) Algorithm*. Hasil dari penelitian ini merupakan Menggunakan AGT dikombinasikan dengan arsitektur jaringan dan kumpulan data versi StixelNet, peneliti meningkatkan deteksi obstacle yang umum [15].

Sementara pada penelitian yang dilakukan oleh Nurlatifah, dkk dengan judul penelitian "*Detection and Distance Estimation against Motorcycles as Navigation Aids for Visuallyimpaired People*". Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Single Shot Multibox Detector (SSD)* dan *Pinhole Model*. Hasil dari penelitian ini merupakan Hasil deteksi sepeda motor secara real time memperoleh akurasi tertinggi 100% dan terendah 66.67% [16].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Xie, dkk dengan judul penelitian "*Obstacle Detection and Tracking Method for Autonomous Vehicle Based on ThreeDimensional LiDAR*". Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *RANSAC (Random Sample And Consensus)*. Hasil dari penelitian adalah Algoritma yang digunakan berhasil mengelompokkan obstacle secara efisien. Berdasarkan hasil clustering, obstacle statis dideteksi dengan metode fusi multi frame dan obstacle yang bergerak akan dideteksi lebih lanjut [17].

Sementara pada penelitian yang dilakukan oleh Chen, dkk dengan judul penelitian "*Multi Task Learning For Dangerous Object Detection In Autonomous Driving*". Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah CP-MTL (*Cartesian Product- Multi Task Learning*). Hasil dari penelitian adalah Secara matematis

membuktikan bahwa cartesian product-based yang diusulkan lebih optimal daripada linear multi-task [18].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Giannakeris P, dkk dengan judul "*Speed Estimation and Abnormality Detection from Surveillance Cameras*". Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Algoritma *Kanade Lucas Toamsi Feature Tracker (KLT Tracker)*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah Hasil skor 0,33 untuk deteksi anomaly pergerakan kendaraan dan skor RMSE sebesar 277, yang mana skor ini menyatakan detection time error [19].

Sementara pada penelitian yang dilakukan oleh Chen Z, dkk dengan judul "*Real Time Object Detection, Tracking, and Distance and Motion Estimation based on Deep Learning: Application to Smart Mobility*". Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah SSD (*Single Shot Multibox Detector*) dan YOLO V3. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah bahwa YOLO V3 lebih baik dalam akurasi dan dapat beradaptasi pada kondisi real-time SSD mendapatkan skor MAP 79,5% dengan fps 8,6 dan YOLO V3 mendapatkan skor 85% dengan fps 11,2 [20].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Cao. J, dkk dengan judul "*Front Vehicle Detection Algorithm for Smart Car Based on Improved SSD Model*". Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah SSD (*Single Shot Multibox Detector*). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah bahwa KITTI mendapatkan hasil mAP mencapai 92,18%, dan rata-rata waktu proses per frame adalah 15 ms [21].

Mengacu pada kajian literatur yang telah dipaparkan, maka usulan penelitian dengan judul "**Deteksi Kecepatan Relatif Kendaraan Berbasis Kamera Pada Kendaraan Otonom**", akan dapat menjadi solusi untuk melakukan deteksi kecepatan relatif kendaraan pada kendaraan otonom dalam hal ini untuk lebih mengembangkan penerapan *autonomous car* dengan case keadaan di Indonesia khususnya Makassar Sulawesi Selatan.

## G. STATE OF THE ART

Tabel 1 menunjukkan rangkaian penelitian yang berhubungan dengan deteksi kecepatan relatif kendaraan berbasis kamera pada kendaraan otonom sebagai berikut :

**Tabel 1.1 State Of The Art**

<b>No</b>	<b>Judul</b>	<b>Tahun</b>	<b>Penulis</b>	<b>Metode</b>	<b>Hasil</b>
1	Obstacle Detection and Classification using Deep Learning for Tracking in High-Speed Autonomous Driving	2017	Prabhakar dkk	Region based Convolutional Neural Network (RCNN)	Deteksi dan hasil dari KITTI dan iRoads masing memperoleh MAP sebesar 71,7%, 90,5% dan 97,42%.
2	Obstacle Classification and Detection for Vision Based Navigation for Autonomous Driving	2017	Deepika. dkk	Convolutional Neural Network (CNN) dan arsitektur SegNet encoderdecoder	Algoritma tersebut mampu mencetak rata-rata Intersection Over Union (IoU) sebesar 0.7631
3	Real-Time CategoryBased and General Obstacle Detection for Autonomous Driving	2017	Noa. dkk	Automated Ground Truth (AGT) Algorithm	Menggunakan AGT dikombinasikan dengan arsitektur jaringan dan kumpulan data versi StixelNet , peneliti meningkatkan deteksi obstacle yang umum.
4	Detection and Distance Estimation against Motorcycles as Navigation Aids for Visuallyimpaired People	2019	Nur Latifah. dkk	Single Shot Multibox Detector (SSD) dan Pinhole Model	Hasil deteksi sepeda motor secara real time memperoleh akurasi tertinggi 100% dan terendah 66.67%.
5	Obstacle Detection and Tracking Method for Autonomous Vehicle Based on ThreeDimensional LiDAR	2019	Xie. dkk	RANSAC (Random Sample And Consensus)	Algoritma yang digunakan berhasil mengelompokkan obstacle secara efisien. Berdasarkan hasil clustering, obstacle statis dideteksi dengan

No	Judul	Tahun	Penulis	Metode	Hasil
					metode fusi multi frame dan obstacle yang bergerak akan dideteksi lebih lanjut
6	Multi Task Learning For Dangerous Object Detection In Autonomous Driving	2018	Chen. dkk	CP-MTL (Cartesian Product- Multi Task Learning)	Secara matematis membuktikan bahwa cartesian product-based yang diusulkan lebih optimal daripada linear multi-task
7	Speed Estimation and Abnormality Detection from Surveillance Cameras	2018	Giannakeris P. dkk	Algortima Kanade Lucas Toamsi Feature Tracker (KLT Tracker)	Hasil skor 0,33 untuk deteks anomaly pergerakan kendaraan dan skor RMSE sebesar 277, yang mana skor ini menyatakan detection time error
8	Real Time Object Detection, Tracking, and Distance and Motion Estimation based on Deep Learning: Application to Smart Mobility	2019	Chen Z. dkk	SSD (Single Shot Multibox Detector) dan YOLO V3	Hasil bahwa YOLO V3 lebih baik dalam akurasi dan dapat beradaptasi pada kondisi real-time SSD mendapatkan skor MAP 79,5% dengan fps 8,6 dan YOLO V3 medapatkan skor 85% dengan fps 11,2
9	Front Vehicle Detection Algorithm for Smart Car Based on Improved SSD Model	2020	Cao J. dkk.,	SSD (Single Shot Multibox Detector)	KITTI mendapatkan hasil mAP mencapai 92,18%, dan rata-rata waktu proses per frame adalah 15 ms
10	Distance Meansurement For	2017	Salman Y.D dkk.	Measurement method	Mendapatkan hasil optimal untuk menteksi

No	Judul	Tahun	Penulis	Metode	Hasil
	Self-Driving Cars Using Stereo Camera				objek adalah 160m disebabkan gambar terkompresi masih menyisakan kesalahan
11	Detection of Vehicle Position and Speed using Camera Calibration and Image Projection Methods	2019	Alexander A S Gunawan, dkk.	Direct Linear Transformation (DLT), Mixture of Gaussian (MoG)	Hasil yang diperoleh adalah akurasi rata-rata kecepatan menggunakan metode proyeksi DLT adalah 96,14% dan rata-rata kesalahan posisi jarak Euclidean adalah 12,07 piksel
12	Distance measurement system for autonomous vehicles using stereo camera	2020	Abdelmoghith Zaarane, dkk.	Discrete Wavelet Transform, AdaBoost	Hasil eksperimen ekstensif menunjukkan akurasi cukup tinggi dari metode yang diusulkan dibandingkan dengan literatur yang di bahas pada penilitan ini dan memungkinkan untuk mengukur secara efisien jarak antara kendaraan. Selain itu, metode ini dapat digunakan secara real time terlepas dari jenis objeknya
13	Vehicle speed measurement model for video-based systems	2019	Saleh Javadi, dkk.	Machine vision, Pattern Recognition	Hasil eksperimen, tingkat kesalahan rata-rata sistem pengukuran kecepatan pada 50 fps dan 30 fps masing-

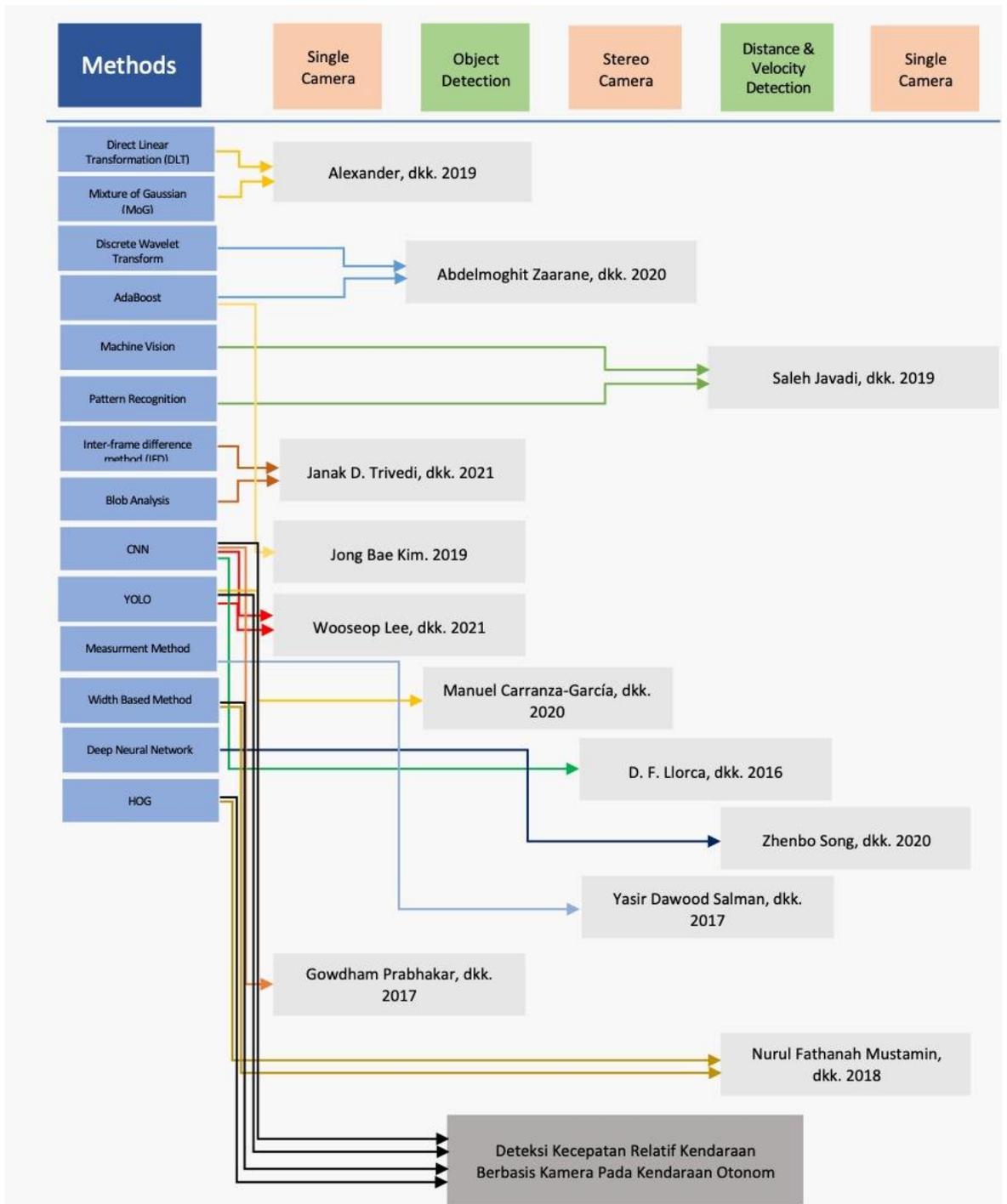
No	Judul	Tahun	Penulis	Metode	Hasil
					masing adalah 1,77% dan 2,17%, untuk kendaraan yang melaju dalam kisaran 70 km/jam–100 km/jam.
14	Vision-based real-time vehicle detection and vehicle speed measurement using morphology and binary logical operation	2021	Janak D. Trivedi, dkk.	Inter-frame difference method (IFD), Blob analysis	Keakuratan metode yang diusulkan lebih tinggi dibandingkan dengan kedua pendekatan. Keakuratan metode yang diusulkan adalah 0,87
15	Efficient Vehicle Detection and Distance Estimation Based on Aggregated Channel Features and Inverse Perspective Mapping from a Single Camera	2019	Jong Bae Kim.	AdaBoost	Akurasi deteksi kendaraan sebesar 87,5%, akurasi estimasi jarak 92,8%, dan waktu yang dibutuhkan untuk pemrosesan 0,76 s per frame.
16	The Design of Preventive Automated Driving Systems Based on Convolutional Neural Network	2021	Wooseop Lee, dkk.	Faster R-CNN, YOLO V2	Akurasi yang diperoleh Faster R-CNN dengan MAP sebesar 76,4% pada 5 FPS, sedangkan YOLO V2 dengan MAP sebesar 78,6 pada 40 FPS
17	On the Performance of One-Stage and Two-Stage Object Detectors in Autonomous	2020	Manuel Carranza-García, dkk.	RetinaNet, FCOS (Fully Convolutional One-Stage Detector), dan YOLOv3	RetinaNet MobileNet adalah satu-satunya model yang mencapai 30 FPS, tetapi dengan presisi rendah. YOLOv3 atau FCOS

No	Judul	Tahun	Penulis	Metode	Hasil
	Vehicles Using Camera Data				ResNet-50 pada 25 FPS adalah pilihan yang lebih nyaman untuk aplikasi on-board, meskipun tidak seakurat Faster R-CNN. R-CNN yang lebih cepat menggunakan Res2Net-101 memperoleh kecepatan/keakuratan terbaik tetapi membutuhkan gambar dengan resolusi lebih rendah untuk mencapai kecepatan inferensi real time.
18	Two-camera based accurate vehicle speed measurement using average speed at a fixed point	2016	D. F. Llorca, dkk.	Optical Character Recognition, CNN	Hasil dari penelitian ini adalah melakukan pendeteksian kecepatan kendaraan berdasarkan pendeteksian license plate dengan menggunakan dua kamera high resolution yang di atur seperti CCTV
19	End-to-end Learning for Inter-Vehicle Distance and Relative Velocity Estimation in ADAS with a Monocular Camera	2020	Zhenbo Song, dkk.	Deep Neural Network	Hasil dari penelitian ini pada Average MSE sebesar 0,94 pada dataset KITTI

No	Judul	Tahun	Penulis	Metode	Hasil
20	Distance Measurement For Self-Driving Cars Using Stereo Camera	2017	Yasir Dawood Salman, dkk.	Measurment Method	Metode ini mencapai akurasi pengukuran jarak tinggi hanya 20 m. Dapat diimplementasikan dalam sistem komputasi real time dan dapat menentukan jarak mengemudi yang aman antara rintangan
	<b>Deteksi Kecepatan Relatif Kendaraan Berbasis Kamera Pada Kendaraan Otonom</b>	2023	Muhammad Abdillah Rahmat	R-CNN, YOLO v3, Width Based Method, Measurement Method, HOG	Pada penelitian ini diharapkan membuat sistem yang dapat mendeteksi multi kendaraan beserta kecepatan secara <i>real time</i> dengan akurasi yang diharapkan sebesar < 90%

## F. POSISI PENELITIAN

Pada penelitian bidang penggunaan *single camera* dan *stereo camera* untuk deteksi objek dan kecepatan kendaraan masih terdapat pendeteksian yang hanya dilakukan sebatas satu dan multi pendeteksian pada deteksi objek dan kecepatan dalam hal ini kendaraan (mobil dan motor) yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu, seperti yang diberikan pada Tabel 1. Namun secara khusus, pendeteksian objek dan kecepatan objek (kendaraan) banyak menggunakan beberapa metode. Penentuan ini dilakukan dengan beberapa metode seperti yang diberikan pada Gambar 1.1, yang juga menunjukkan posisi penelitian ini.



Gambar 1.1 Posisi Penelitian

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. LANDASAN TEORI**

##### **1. Autonomous Car**

Autonomous car atau bisa juga disebut Mobil otonom juga dikenal sebagai mobil tanpa pengemudi, Mobil otonom adalah mobil yang memiliki kemampuan untuk berkendara layaknya dikendalikan seperti manusia padahal mobil tersebut bergerak dengan menggunakan rangkaian AI (Artificially intelligent) serta rangkaian sensor yang disusun teknologi tersebut adalah salah satu teknologi yang sedang giat dikembangkan oleh beberapa perusahaan kendaraan bahkan beberapa negara pun mendukung adanya perkembangan teknologi tersebut, seperti contohnya adalah negara Inggris yang turut menginvestasikan 19 juta pound untuk teknologi tersebut di 4 kota, bahkan jalanan di negara tersebut diperbolehkan untuk para pengembang produsen menguji coba kendaraan autonom pada saat musim panas tentunya harus ada orang yang duduk didalam mobil tersebut agar terhindar dari kecelakaan di situasi mendesak.

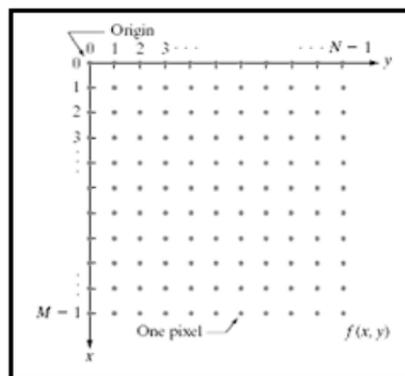
Selain Inggris, Mobil otonom juga diterima dengan baik di UEA (Uni Emirat Arab), Dinas jalan raya dan transportasi Dubai juga telah memulai studi mengenai penggunaan mobil otonom, serta merupakan bagian dari rencana pemerintah untuk mengesahkan 2015 sebagai tahun inovasi di negara tersebut. Pabrik besar seperti Nissan, Toyota, Mercedes benz, Volvo pun turut serta mengembangkan hal tersebut, mobil mobil otonom tersebut juga dilengkapi fitur fitur khusus layaknya radar gelombang militer, scanner laser, kamera, dan human machine interface untuk mendukung kemudi secara otonom [3].

Teknologi autonom tersebut dapat dibagi dalam 5 level :

- Level 1 : Asisten pengemudi dibutuhkan
- Level 2 : Pilihan Otomatisasi sebagian tersedia
- Level 3 : Otomisasi kondisional
- Level 4 : Otomatisasi tinggi
- Level 5 : Otomatisasi penuh

## 2. Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah pemrosesan gambar dua dimensi menggunakan komputer dan mengacu pada pemrosesan setiap data dua dimensi. Citra digital merupakan sebuah larik (array) yang berisi nilai nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu. Suatu citra data didefinisikan sebagai fungsi  $f(x,y)$  berukuran M untuk baris dan N untuk kolom, dimana x dan y adalah koordinat spasial dan amplitude f di titik koordinat  $(x,y)$  dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut adalah citra digital, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Koordinat Citra Digital

Sebuah citra digital dapat diwakili oleh sebuah matriks dua dimensi  $f(x,y)$  yang terdiri dari M kolom dan N baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (pixel = picture element) atau elemen terkecil dari

sebuah citra. Adapun bentuk bentuk matriks  $f(x,y)$ , sebagai mana yang ditunjukkan persamaan berikut ini.

$$f(x,y) \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

Suatu citra  $f(x,y)$  dalam fungsi matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} 0 &\leq x \leq M - 1 \\ 0 &\leq y \leq N - 1 \\ 0 &\leq f(x,y) \leq G - 1 \end{aligned}$$

dimana :  $M$ =jumlah piksel baris (row) pada array citra

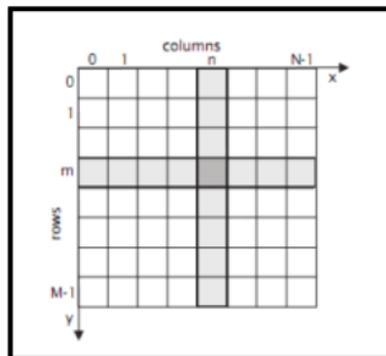
$N$ =jumlah piksel kolom (column) pada array citra

$G$ =Nilai skala keabuan (graylevel)

Besarnya nilai  $M,N$  dan  $G$  pada umumnya merupakan perpangkatan dari dua.

$$M = 2^m; N = 2^n; G = 2^k$$

dimana nilai  $m, n$  dan  $k$  adalah bilangan bulat positif. Interval  $(0,G)$  disebut skala keabuan (grayscale). Besar  $G$  tergantung pada proses digitalisasinya. Biasanya keabuan 0 (nol) menyatakan intensitas hitam dan 1 (satu) menyatakan intensitas putih. Untuk citra 8 bit, nilai  $G$  sama dengan  $2^8 = 256$  warna (derajat keabuan) [4], [5].



Gambar 2.2. Representasi citra digital dalam dua dimensi

Ada banyak cara untuk menyimpan citra digital di dalam memori. Cara penyimpanan menentukan jenis citra digital yang terbentuk. Beberapa jenis citra digital yang sering digunakan adalah citra biner, citra grayscale, dan citra warna.

- A. Citra Biner (Monokrom) Banyaknya warna yakni dua, yaitu hitam dan putih, dibutuhkan 1 bit di memori untuk menyimpan kedua warna ini.

Gradasi warna :



Bit 0 = Warna hitam

Bit 1 = Warna putih

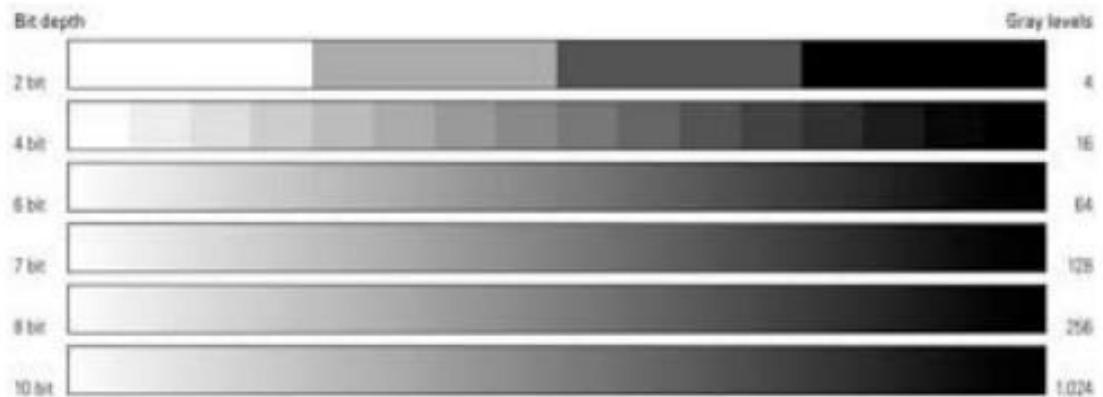
Gambar 2.3. Citra biner dua warna

- B. Citra grayscale ( skala keabuan ) Banyaknya warna tergantung pada jumlah bit yang disediakan di memori untuk menampung kebutuhan warna ini. Citra dua bit mewakili empat warna dengan gradasi warna sebagaimana yang ditunjukkan oleh gambar 2.4, sedangkan untuk Citra 3 bit mewakili 8 warna dengan gradasi warna sebagaimana terlihat pada gambar 2.5



Gambar 2.4. Citra biner empat warna

Semakin besar jumlah bit warna yang disediakan di memori, maka semakin halus gradasi warna yang terbentuk. Gambar 2.6 menunjukkan perbandingan gradasi warna untuk jumlah bit mulai dari 1 bit sampai dengan 8 bit.



Gambar 2.5. Perbandingan gradasi warna mulai 1 bit – 10 bit

### C. Citra Warna ( True Color )

Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar (RGB = Red, Green, Blue). Setiap warna dasar menggunakan penyimpanan 8 bit = 1 byte, yang berarti setiap warna mempunyai gradasi sebanyak 255 warna. Berarti setiap piksel mempunyai kombinasi warna sebanyak  $2^8 \cdot 2^8 \cdot 2^8 = 2^{24}$  16 juta warna lebih. Itulah sebabnya format ini dinamakan true color karena mempunyai jumlah warna yang cukup besar sehingga bisa dikatakan hampir mencakup semua warna di alam.

Penyimpanan citra true color di dalam memori berbeda dengan citra grayscale. Setiap piksel dari citra grayscale 256 gradasi warna diwakili oleh 1 byte. Sedangkan 1 piksel citra true color diwakili oleh 3 byte, dimana masing-masing byte merepresentasikan warna merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue) Gambar 2.7 adalah contoh penyimpanan citra warna di dalam memori [6].

<b>Yellow</b> R = 255 G = 255 B = 0	<b>Orange</b> R = 255 G = 102 B = 0	<b>Green</b> R = 0 G = 255 B = 0
<b>Cyan</b> R = 0 G = 255 B = 255	<b>Violet</b> R = 204 G = 102 B = 204	<b>White</b> R = 255 G = 255 B = 255
<b>Black</b> R = 0 G = 0 B = 0	<b>Turquoise</b> R = 102 G = 255 B = 204	<b>Brown</b> R = 153 G = 102 B = 51

Gambar 2.6. Penyimpanan citra warna di dalam memori

Berikut ini merupakan elemen-elemen yang terdapat pada citra digital :

a. Kecerahan warna (brightness)

Kecerahan merupakan intensitas cahaya yang dipancarkan piksel dari citra yang dapat ditangkap oleh sistem penglihatan. Kecerahan pada sebuah titik (piksel) di dalam citra merupakan intensitas rata-rata dari suatu area yang melingkupinya.

b. Kontras (contrast)

Kontras menyatakan sebaran terang dan gelap dalam sebuah citra. Pada citra yang baik, komposisi gelap dan terang tersebar secara merata.

c. Kontur (contour)

Kontur adalah keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada piksel –piksel yang bertetangga. Karena adanya perubahan intensitas inilah mata mampu mendeksi tepi-tepi objek di dalam citra.

1. Warna

Warna sebagai persepsi yang ditangkap sistem visual

terhadap panjang gelombang cahaya yang diantulkan oleh objek.

## 2. Bentuk (shape)

Bentuk adalah property intrinsik dari objek 3 dimensi, dengan pengertian bahwa bentuk merupakan property intrinsik utama untuk sistem visual manusia.

## 3. Tekstur (texture)

Tekstur dicirikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan piksel-piksel yang bertetangga. Tekstur adalah sifat-sifat atau karakteristik yang dimiliki oleh suatu daerah yang cukup besar sehingga secara alami sifat-sifat tadi dapat berulang dalam daerah tersebut. Tekstur adalah keteraturan pola-pola tertentu yang terbentuk dari susunan piksel-piksel dalam citra digital. Informasi tekstur dapat digunakan untuk membedakan sifat-sifat permukaan suatu benda dalam citra yang berhubungan dengan kasar dan halus, juga sifat-sifat spesifik dari kekasaran dan kehalusan permukaan tadi, yang sama sekali terlepas dari warna permukaan tersebut.

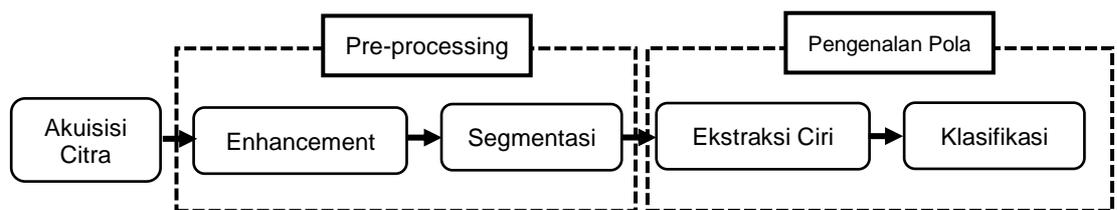
## 3. Pengenalan Pola

Pengenalan pola merupakan cabang dari kecerdasan buatan, untuk menyelesaikan masalah yang kompleks. Pengenalan pola memberikan solusi bagi masalah yang berkaitan dengan pengenalan atau klasifikasi, seperti pengenalan wajah, pengenalan suara, klasifikasi teks dokumen, pengenalan pola DNA & sidik jari, klasifikasi karakter tulisan tangan, pengenalan pola batik, pengenalan pola daging sapi, daging babi maupun daging ayam dan diagnosis medis.

Pengenalan pola adalah salah satu bidang dalam pembelajaran mesin (machine learning) yang menitikberatkan pada metode klasifikasi

objek ke dalam kelas-kelas tertentu untuk menyelesaikan masalah tertentu. Aplikasi pengenalan pola bertujuan untuk melakukan proses pengenalan terhadap suatu objek ke dalam salah satu kelas tertentu berdasarkan pola yang dimilikinya. Di dalam mengenali sebuah pola, komputer memerlukan sebuah algoritma untuk menentukan tingkat kesamaan antara pola uji dan pola yang ada pada basis data.

Bidang pengenalan pola telah banyak dikembangkan oleh para peneliti, sehingga menghasilkan variasi algoritma pengenalan pola. Semua algoritma tersebut terdiri dari tiga elemen dasar, yaitu, persepsi data, ekstraksi ciri dan klasifikasi. Banyak teknik yang berbeda dalam mengimplementasikan tiga elemen dasar ini. Algoritma pengenalan pola secara garis besar bisa digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.7 Algoritma pengenalan pola

Berikut ini merupakan penjelasan dari Gambar 2.8 tentang algoritma pengenalan pola :

**a. Akuisisi citra**

Akuisisi citra adalah proses pengubahan citra analog menjadi citra digital yang diambil dari lingkungan atau dunia nyata menggunakan beberapa alat berikut, kamera digital, webcam, smartphone, scanner, dan lain-lain, agar bisa dilanjutkan ke tahap preprocessing. Terdapat beberapa hal penting yang sangat memengaruhi citra digital yang dihasilkan saat dilakukan proses akuisisi, yaitu resolusi alat yang digunakan, jarak dan sudut pandang pengambilan citra, faktor pencahayaan, perbesaran dan pengecilan, objek atau

kamera dalam keadaan bergerak atau tidak serta format citra yang dihasilkan.

#### **b. Preprocessing**

Preprocessing adalah tahap pemrosesan data (dalam hal ini citra digital) agar data bisa dan layak digunakan untuk tahap berikutnya. Hal ini dilakukan karena hasil citra digital dari proses akuisisi biasanya memiliki beberapa masalah, misalnya terjadinya noise atau adanya objek-objek pengganggu. Beberapa masalah tersebut disebabkan oleh kurang akuratnya sensor atau transducers yang digunakan saat proses akuisisi. Selain itu, tujuan preprocessing adalah untuk membuat citra digital agar sesuai dengan kebutuhan ekstraksi fiturnya.

#### **c. Image enhancement**

Image enhancement (perbaikan kualitas citra) merupakan bagian dari tahap preprocessing yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra. Sebuah citra dikatakan mempunyai kualitas baik jika pada citra tersebut dilakukan segmentasi yang hasilnya dapat tersegmentasi dengan baik. Beberapa metode image enhancement yang biasa digunakan adalah intensity adjustment, contrast stretching, filtering (median filter low passfilter high pass filter dan lain-lain).

#### **d. Segmentasi**

Segmentasi merupakan bagian dari tahap preprocessing yang bertujuan untuk memisahkan objek tertentu yang dikehendak (foreground) dengan objek lain yang tidak dikehendaki (background) output segmentasi biasanya berupa citra biner, di mana foreground diberi simbol '1' dan background diberi simbol '0'. Beberapa metode segmentasi yang biasa digunakan adalah Thresholding Multithresholding,

deteksi tepi, K-Means Clustering, Filter Gabor, Fuzzy C-Means Clustering, Watershed, Transformasi Hough dan lain-lain.

e. **Ekstraksi ciri**

Ekstraksi ciri merupakan tahap pengambilan ciri objek yang bisa menjadi bahan pembeda dari objek-objek lainnya.

f. **Klasifikasi / clustering**

Klasifikasi / clustering adalah algoritma yang mampu mengklasifikasikan/meng-cluster objek berdasarkan pada karakteristik ciri-ciri yang diberikan. Output dari algoritma ini adalah objek yang akan dikelompokkan ke dalam kelas yang mempunyai kesamaan ciri, misalnya sebuah objek masuk dalam kelas apel Amerika atau apel Malang maupun sebuah objek masuk dalam kelas daging sapi atau daging babi atau daging ayam. Jadi, dapat dikatakan bahwa klasifikasi merupakan pengelompokan data (parameter hasil dari ekstraksi ciri) berdasarkan pada kesamaan ciri yang dimiliki oleh data tersebut. Algoritma klasifikasi yang biasa digunakan adalah KNearest Neighbor, Naive Bayes, Jaringan Syaraf Tiruan, Support Vector Machine (SVM), Decision Trees dan lain-lain.

g. **Teknik pembelajaran Supervised dan Unsupervised**

Teknik pembelajaran Supervised dan Unsupervised adalah Teknik pembelajaran pada algoritma pengenalan pola tergantung pada tipe label output yang digunakan. Jika label output data pembelajaran diketahui, maka disebut sebagai pembelajaran supervised dan pembelajaran seperti ini digunakan untuk keperluan klasifikasi. Jika label output data pembelajaran tidak diketahui, maka disebut sebagai pembelajaran Unsupervised dan pembelajaran seperti ini

digunakan untuk keperluan clustering [7].

#### 4. Komputer Vision

Computer vision (CV), sesuai dengan namanya yang berarti pengelihatannya komputer adalah salah satu bidang dari Artificial Intelligence yang difokuskan untuk memberikan pemahaman kepada komputer agar bisa mengerti akan objek yang diinginkan, dimana hal tersebut akan terjadi jika komputer berhasil mengambil informasi yang ada pada gambar yang dideteksi. Berdasarkan penjelasan tersebut maka dapat ditarik informasi bahwa CV bertujuan untuk meniru kerja mata pada manusia yang diimplementasikan kedalam citra digital.

Terdapat tiga langkah utama yang wajib dilakukan agar tujuan dari CV ini tercapai, adapun langkah tersebut harus berjalan secara berurutan seperti pada Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Alur *Computer Vision*

Dimana langkah awal yang perlu dilakukan adalah pengambilan gambar (akuisisi), lalu pemrosesan dari data digital (matriks) yang didapatkan, dan terakhir adalah pemahaman atau analisis dari gambar tersebut.

Akuisisi gambar merupakan serangkaian proses yang dilakukan oleh komputer untuk merubah citra analog di dunia nyata menjadi sekumpulan data biner yang berisikan angka 0 dan 1 sebagai representasi dari citra digital. Perangkat keras yang berfungsi sebagai akuisisi gambar diantaranya ada kamera digital, embedded camera, webcam, dan sebagainya.

Tahap terakhir adalah analisis gambar, tahap ini merupakan pemrosesan gambar tingkat tinggi, dimana tahap satu dan dua akan

digabungkan dengan sebuah algoritma yang akan memberikan pemahaman kepada komputer tentang apa yang dilihatnya, contoh implementasinya adalah object tracking, object detection, dan object recognition [8].

## **5. Machine Learning**

Machine Learning adalah jenis Artificial Intelligence yang memberikan komputer kemampuan untuk belajar tanpa diprogram secara eksplisit. Pembelajaran mesin berfokus pada pengembangan program komputer yang mampu beradaptasi atau paham saat diberikan dengan data baru, sistem ini mencari melalui data untuk menemukan pola. Machine Learning menggunakan data tersebut untuk mendeteksi pola dalam data dan menyesuaikan tindakan sesuai program. Algoritma Machine Learning sering dikategorikan menjadi 2 bagian, yakni diawasi atau tidak diawasi. Algoritma yang diawasi dapat menerapkan apa yang telah dipelajari di masa lalu ke data baru, sebagai contoh pada pendeteksian kendaraan mobil, saat sistem sudah berhasil melalui tahap pembelajaran, maka sistem sudah mampu mendeteksi mobil saat dikenakan gambar tersebut, baik gambar baru maupun lama yang berbentuk mobil. Algoritma yang tidak diawasi dapat menarik kesimpulan dari dataset, sebagai contoh pada bagian laman facebook menggunakan Machine Learning untuk memberikan rekomendasi masing-masing anggota, Jika sebuah anggota sering membaca atau "menyukai" suatu posting teman tertentu, maka rekomendasi yang akan diberikan sejenis atau serupa dengan hal yang sering dilihat tersebut [9].

## **6. Semantic Segmentation**

Segmentasi citra merupakan bagian dari proses pengolahan citra. Segmentasi citra (*image segmentation*) mempunyai arti membagi suatu citra menjadi wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan kriteria

keserupaan tertentu antara suatu piksel dengan piksel — piksel tetangganya, kemudian hasil dari proses segmentasi ini akan digunakan untuk proses tingkat tinggi lebih lanjut yang dapat dilakukan terhadap suatu citra, misalnya proses klasifikasi citra dan proses identifikasi objek.

Segmentasi semantik adalah proses klasifikasi setiap piksel dari sebuah citra sebagai sebuah label kelas untuk memahami citra dalam tingkat per piksel. Label kelas yang dimaksud adalah kelas objek, seperti rumah, buku, manusia, dan lain-lain.

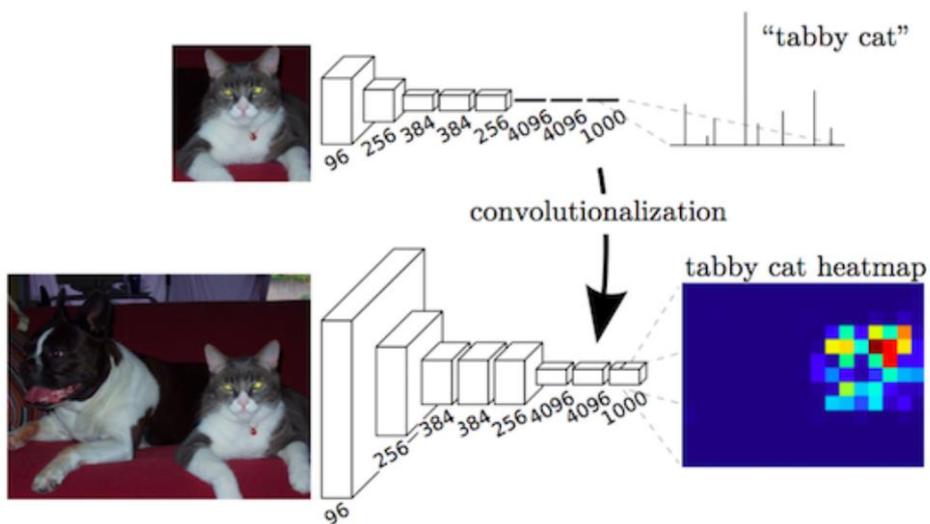
Selain mengenali dan membedakan pengendara dan motor, segmentasi semantik juga perlu mengenali batas dari objek-objek yang dideteksi. Oleh karena itu, diperlukan *dense pixelwise prediction*. Sebelum *deep learning*, segmentasi semantik biasa dilakukan menggunakan metode klasifikasi *random forest* atau *TextonForest*. *Convolutional Neural Network* juga digunakan untuk segmentasi.

Salah satu pendekatan *deep learning* awal yang populer adalah klasifikasi *patch* dimana setiap piksel secara terpisah diklasifikasikan ke dalam kelas menggunakan sepetak gambar di sekitarnya. Alasan utama untuk menggunakan *patch* adalah bahwa jaringan klasifikasi biasanya memiliki *fully connected layer* yang membutuhkan citra dalam ukuran pasti. Selain *fully connected layer*, masalah lain adalah *pooling*. *Pooling* meningkatkan bidang pandang dan mampu menggabungkan konteks namun membuang informasi lokasi objek. Segmentasi semantik membutuhkan penyesuaian peta kelas yang tepat dan dengan demikian, informasi lokasi objek perlu dipertahankan.

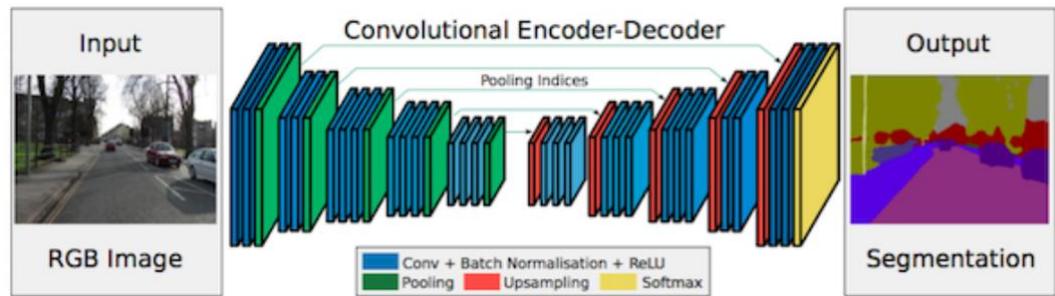


Gambar 2.9 Contoh citra hasil segmentasi

Pada tahun 2014, *Fully Convolutional Networks* (FCN) oleh Long et al. dari Berkeley, mempopulerkan arsitektur CNN untuk prediksi padat tanpa *fully connected layer*. Metode ini memungkinkan peta segmentasi yang dihasilkan untuk gambar ukuran apa pun dan juga jauh lebih cepat dibandingkan dengan pendekatan klasifikasi *patch*.

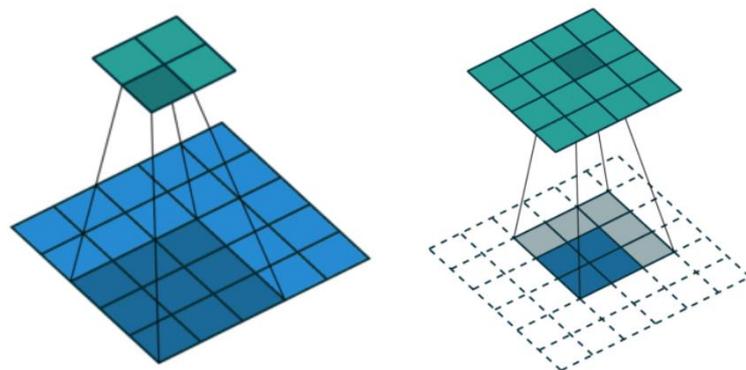


Gambar 2.10 Fully Convolutional Network



Gambar 2.11 Fully Convolutional Network dengan Encoder-Decoder

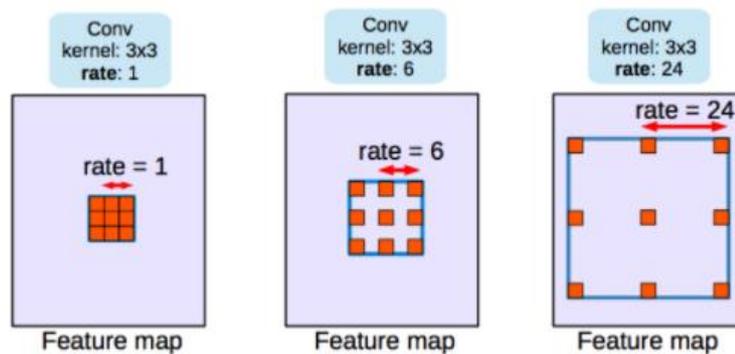
Ada dua tipe arsitektur yang digunakan untuk segmentasi semantik. Salah satu arsitektur yang banyak digunakan untuk segmentasi semantik adalah arsitektur *Encoder-Decoder*. *Encoder* biasanya adalah *pre-trained classification network* seperti VGG/ResNet diikuti oleh jaringan *decoder*. Tugas *decoder* adalah secara semantis memproyeksikan fitur citra yang dipelajari oleh *encoder* ke ruang piksel (resolusi lebih tinggi) untuk mendapatkan klasifikasi yang lebih padat, proses ini juga disebut sebagai *upsampling*. *Encoder* menggunakan konvolusi biasa sementara *decoder* menggunakan *transposed convolution*.



Gambar 2.12 Convolution dan Transposed Convolution

Arsitektur yang kedua adalah arsitektur yang menggunakan *Atrous convolution*. *Atrous Convolution* adalah sebuah tipe konvolusi yang dirancang untuk meningkatkan *receptive field output* konvolusi tanpa harus memperbesar ukuran kernel. Tipe konvolusi ini sangat efektif

ketika beberapa *dilated convolutions* yang dilebarkan ditumpuk satu demi satu. *Atrous Convolution* melebarkan kernel dengan menyisipkan ruang kosong di antara elemen-elemen kernel, disebut sebagai *dilation rate* [10].



Gambar 2.13 Atrous Convolution

## 7. Tensorflow

Tensorflow adalah library perangkat lunak yang dikembangkan oleh Tim Google Brain Mesin Cerdas Google Asosiasi, yang bertujuan untuk melakukan pembelajaran mesin dan jaringan syaraf dalam penelitiannya. Tensorflow menggabungkan aljabar komputasi dengan teknik optimasi kompilasi, yang memfasilitasi perhitungan banyak ekspresi matematika [11]. Fitur utama yang terdapat dalam tensorflow adalah:

1. Mendefinisikan, mengoptimalkan, dan menghitung secara matematis ekspresi wajah yang melibatkan array multidimension (tensors).
2. Pemrograman pendukung jaringan syaraf dalam dan teknik machine learning.
3. Pemakaian GPU (Graphics Processing Unit) yang efisien, mengotomasi manajemen dan optimalisasi memori yang sama terhadap data yang digunakan. Tensorflow mampu menulis kode yang sama dan menjalankannya di CPU atau GPU. Lebih

khususnya lagi tensorflow dapat mengetahui bagian mana yang harus dipindahkan ke GPU.

4. Skalabilitas komputasi yang tinggi pada keseluruhan mesin terhadap kumpulan data yang besar.

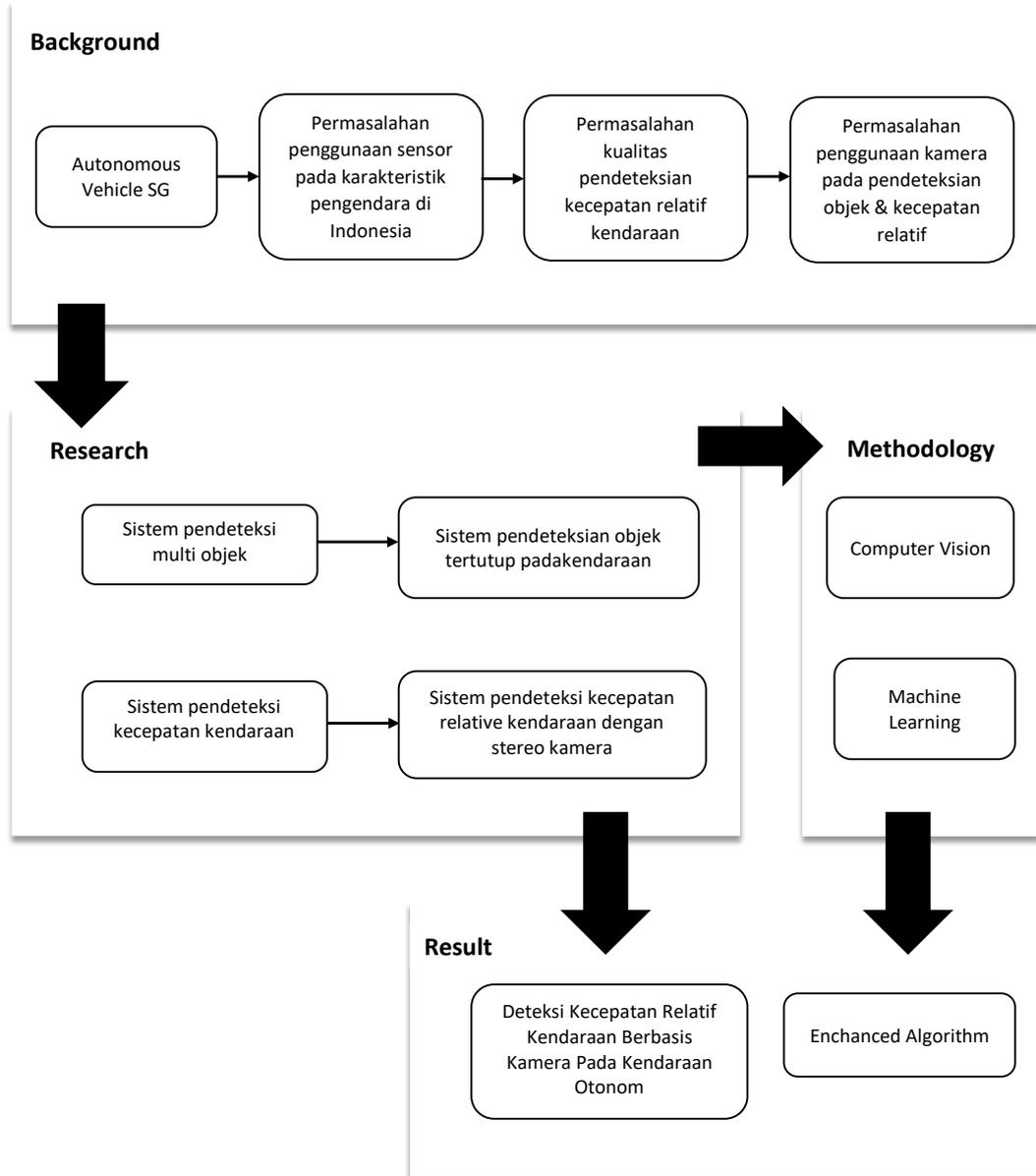
## 8. Python

Python diciptakan oleh Guido van Rossum pertama kali di Scitcing Mathematisch Centrum (CWI) di Belanda pada awal tahun 1990-an. Bahasa python terinspirasi dari bahasa pemrograman ABC. Sampai sekarang, Guido masih menjadi penulis utama untuk python, meskipun bersifat open source sehingga ribuan orang juga berkontribusi dalam mengembangkannya. Di tahun 1995, Guido melanjutkan pembuatan python di Corporation for National Research Initiative (CNRI) di Virginia Amerika, dimana dia merilis beberapa versi dari python.

Pada Mei 2000, Guido dan tim Python pindah ke BeOpen.com dan membentuk tim BeOpen PythonLabs. Di bulan Oktober pada tahun yang sama, tim python pindah ke Digital Creation (sekarang menjadi Perusahaan Zope). Pada tahun 2001, dibentuklah Organisasi Python yaitu Python Software Foundation (PSF). PSF merupakan organisasi nirlaba yang dibuat khusus untuk semua hal yang berkaitan dengan hak intelektual Python. Perusahaan Zope menjadi anggota sponsor dari PSF. Semua versi python yang dirilis bersifat open source. Dalam sejarahnya, hampir semua rilis python menggunakan lisensi GFLcompatible. Nama python sendiri tidak berasal dari nama ular yang kita kenal. Guido adalah penggemar grup komedi Inggris bernama Monty Python. Ia kemudian menamai bahasa ciptaannya dengan nama Python. Python adalah bahasa pemrograman interpretatif multiguna. Tidak seperti bahasa lain yang susah untuk dibaca dan dipahami, python lebih menekankan pada keterbacaan kode agar lebih mudah untuk memahami sintaks. Hal ini membuat Python sangat mudah

dipelajari baik untuk pemula maupun untuk yang sudah menguasai bahasa pemrograman lain. Dengan kode yang simpel dan mudah diimplementasikan, seorang programmer dapat lebih mengutamakan pengembangan aplikasi yang dibuat, bukan malah sibuk mencari syntax error [12].

## B. KERANGKA PIKIR PENELITIAN



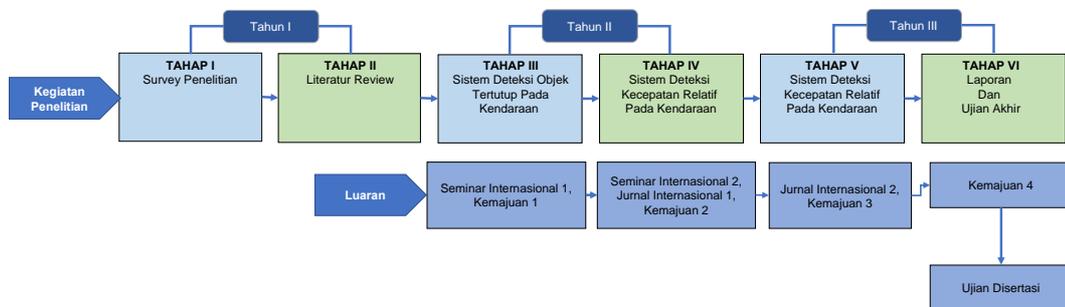
Gambar 2.14 Kerangka Konsep Penelitian

# BAB III

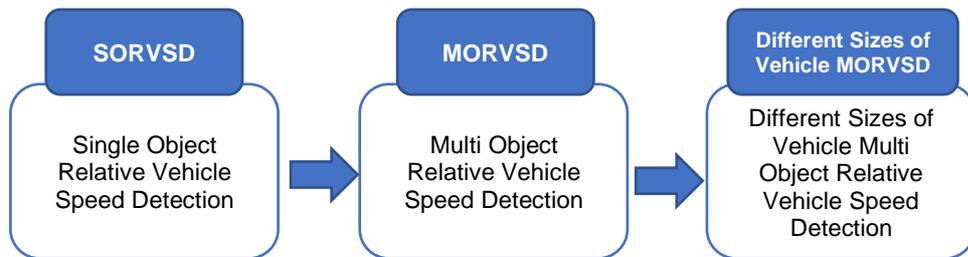
## METODE PENELITIAN

### A. TAHAPAN PENELITIAN

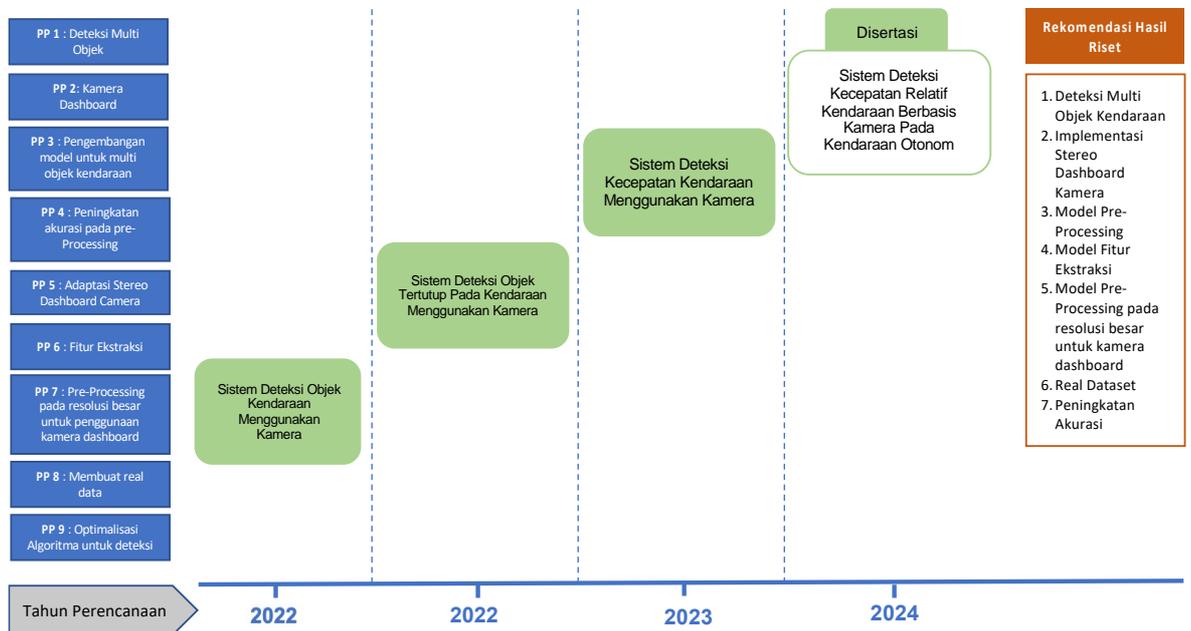
Untuk menghasilkan luaran penelitian yang baik, maka perlu dilakukan perencanaan yang baik dalam bentuk tahapan penelitian serta *milestone* penelitian sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian



Gambar 3.2 *Milestone* Penelitian



Gambar 3.3 Roadmap Penelitian

## B. WAKTU DAN LOKASI PENELITIAN

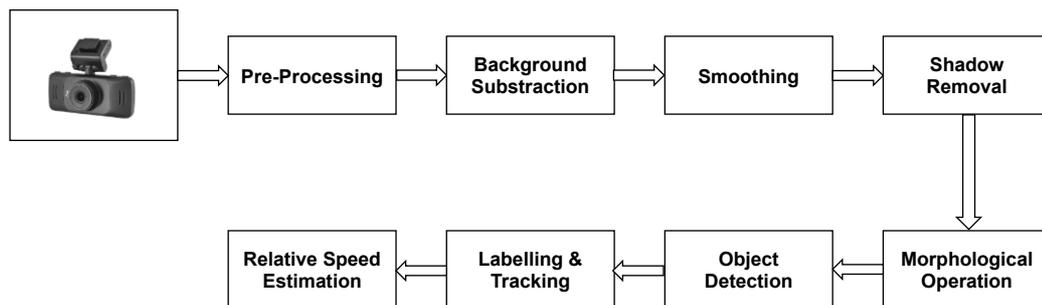
Penelitian ini akan dilaksanakan dengan durasi waktu selama 24 bulan yang dimulai pada bulan Januari 2022 sampai Januari 2024, Penelitian ini dilaksanakan pada laboratorium kecerdasan buatan, Departemen Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

## C. JENIS PENELITIAN

Jenis penelitian yang akan dilaksanakan merupakan penelitian yang bersifat eksperimental, didalamnya banyak aktifitas percobaan yang dilakukan kemudian studi pustaka, pendahuluan yang diikuti dengan pengambilan data lalu pengolahannya serta Analisa dan perancangan sistem untuk selanjutnya dilakukan implementasi sistem beserta pengujiannya

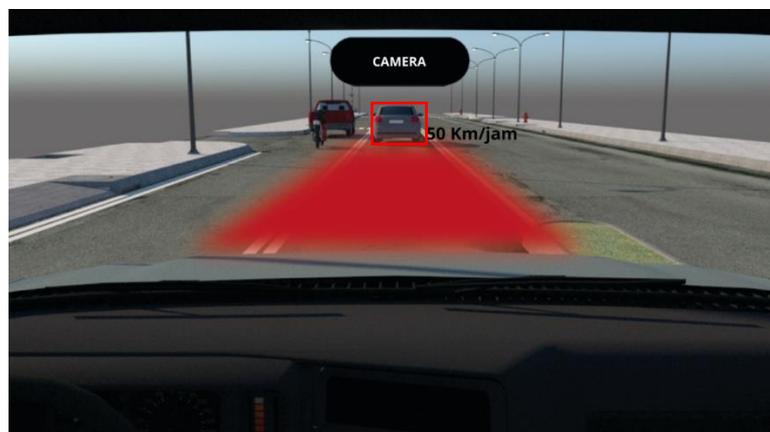
## D. PERANCANGAN SISTEM

Pada bagian perancangan desain umum sistem pada penelitian ini, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.4 Desain Umum Sistem

Pada desain umum sistem data diperoleh dengan menggunakan kamera dashboard yang diletakkan pada mobil setelah itu masuk ke tahapan *pre-processing* untuk melakukan pembersihan data dari *noise* selanjutnya melakukan *background subtraction*, *smoothing*, *shadow removal* untuk mendapatkan hasil video tiap frame dengan hasil yang baik untuk selanjutnya masuk tahapan *object detection* setelah itu, memberikan *labelling* dan *tracking* serta tahapan terakhir adalah mendapatkan *relative speed estimation*.



Gambar 3.5 Ilustrasi Kerja Sistem

## E. SUMBER DATA

Sumber data yang akan digunakan pada penelitian ini diklasifikasikan menjadi dua bagian yakni :

- a. Data Pelatihan (*Training*)
- b. Data Pengujian (*Testing*)

## F. INSTRUMENTASI PENELITIAN

Terdapat dua bagian instrumen yang digunakan pada penelitian ini, yakni sebagai berikut :

### a. Perangkat Keras (*Hardware*)

1. Dash Cam
2. MacBook Pro 2018, Processor Intel Core i7
3. Memory 8 GB
4. Hardisk 1 TB

### b. Perangkat Lunak (*Software*)

1. OS Capitan Versi 10.11.3
2. MatLab R2021a
3. Python – 3.7.1

### G. JADWAL PENELITIAN

No.	Tahap dan Kegiatan	Semester						Target Publikasi
		1	2	3	4	5	6	
1	Persiapan dan Studi Literatur							International Conference, Submit Journal Interntional.
2	Pelium, Pra Penelitian dan Seminar Proposal							
3	Penelitian 1 Publikasi Karya Ilmiah 1							
4	Penelitian 2 Publikasi Karya Ilmiah 2							
5	Penelitian 3 Publikasi Karya Ilmiah 3							Submit Journal International
6	Penulisan Laporan Disertasi							
7	Ujian Tutup							
8	Ujian Terbuka							

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B.-L. Wang, C.-T. King, and H.-K. Chu, "A Semi-Automatic Video Labeling Tool for Autonomous Driving Based on Multi-Object Detector and Tracker," in *2018 Sixth International Symposium on Computing and Networking (CANDAR)*, Takayama, Nov. 2018, pp. 201–206. doi: 10.1109/CANDAR.2018.00035.
- [2] Y. Zhang *et al.*, "2nd Place Solution for Waymo Open Dataset Challenge -- Real-time 2D Object Detection," *ArXiv210608713 Cs*, Jun. 2021, Accessed: Jan. 13, 2022. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2106.08713>
- [3] Z. Song, J. Lu, T. Zhang, and H. Li, "End-to-end Learning for Inter-Vehicle Distance and Relative Velocity Estimation in ADAS with a Monocular Camera," *ArXiv200604082 Cs*, Jun. 2020, Accessed: Jan. 13, 2022. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2006.04082>
- [4] X. Weng, J. Wang, D. Held, and K. Kitani, "3D Multi-Object Tracking: A Baseline and New Evaluation Metrics," *ArXiv190703961 Cs*, Jul. 2020, Accessed: Jan. 13, 2022. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1907.03961>
- [5] Z. Ye, J. Xue, J. Fang, J. Dou, and Y. Pan, "A Decision Fusion Model for 3D Detection of Autonomous Driving," in *2018 Chinese Automation Congress (CAC)*, Xi'an, China, Nov. 2018, pp. 3773–3777. doi: 10.1109/CAC.2018.8623699.
- [6] S. A. Bagloee, M. Tavana, M. Asadi, and T. Oliver, "Autonomous vehicles: challenges, opportunities, and future implications for transportation policies," *J. Mod. Transp.*, vol. 24, no. 4, pp. 284–303, Dec. 2016, doi: 10.1007/s40534-016-0117-3.
- [7] M. Simon, S. Milz, K. Amende, and H.-M. Gross, "Complex-YOLO: Real-time 3D Object Detection on Point Clouds," *ArXiv180306199 Cs*, Sep. 2018, Accessed: Jan. 13, 2022. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1803.06199>
- [8] R. Kukreja, S. Rinchen, B. Vaidya, and H. T. Mouftah, "Evaluating Traffic Signs Detection using Faster R-CNN for Autonomous driving," in *2020 IEEE 25th International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD)*, Pisa, Italy, Sep. 2020, pp. 1–6. doi: 10.1109/CAMAD50429.2020.9209289.
- [9] J. Zhao *et al.*, "Understanding Humans in Crowded Scenes: Deep Nested Adversarial Learning and A New Benchmark for Multi-Human Parsing," *ArXiv180403287 Cs*, Jul. 2018, doi: 10.13140/RG.2.2.23242.67523.
- [10] D. Wu, M. Liao, W. Zhang, and X. Wang, "YOLOP: You Only Look Once for Panoptic Driving Perception," *ArXiv210811250 Cs*, Aug. 2021, Accessed: Jan. 13, 2022. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2108.11250>
- [12] R. Sutjiadi and T. J. Pattiasina, "Deteksi Objek menggunakan Dashboard Camera untuk Sistem Peringatan Pencegah Kecelakaan pada Mobil," *J. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 2, p. 427, Feb. 2020, doi: 10.25126/jtiik.2020712520.
- [13] D. Fernández Llorca, A. Hernández Martínez, and I. García Daza, "Vision-based vehicle speed estimation: A survey," *IET Intell. Transp. Syst.*, vol. 15, no. 8, pp. 987–1005, Aug. 2021, doi: 10.1049/itr2.12079.
- [14] A. A. S. Gunawan, D. A. Tanjung, and F. E. Gunawan, "Detection of Vehicle Position and Speed using Camera Calibration and Image Projection Methods," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 157, pp. 255–265, 2019, doi:

- 10.1016/j.procs.2019.08.165.
- [15] R. Ansori, I. D. Pramadihanto, M. Eng, N. Ramadijanti, S. Kom, and M. Kom, "Deteksi Kendaraan Bergerak Secara Real Time," p. 6.
  - [16] Y. D. Salman, K. R. Ku-Mahamud, and E. Kamioka, "DISTANCE MEASUREMENT FOR SELF-DRIVING CARS USING STEREO CAMERA," no. 105, p. 9, 2017.
  - [17] A. Zaarane, I. Slimani, W. Al Okaishi, I. Atouf, and A. Hamdoun, "Distance measurement system for autonomous vehicles using stereo camera," *Array*, vol. 5, p. 100016, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.array.2020.100016.
  - [18] J. B. Kim, "Efficient Vehicle Detection and Distance Estimation Based on Aggregated Channel Features and Inverse Perspective Mapping from a Single Camera," *Symmetry*, vol. 11, no. 10, p. 1205, Sep. 2019, doi: 10.3390/sym11101205.
  - [19] N. H. Tsani, "Impelementasi Deteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan Kamera Webcam dengan Metode Frame Difference," p. 9.
  - [20] G. Prabhakar, B. Kailath, S. Natarajan, and R. Kumar, "Obstacle detection and classification using deep learning for tracking in high-speed autonomous driving," in *2017 IEEE Region 10 Symposium (TENSYMP)*, Cochin, India, Jul. 2017, pp. 1–6. doi: 10.1109/TENCONSpring.2017.8069972.
  - [21] S. S. Sadewo, R. Sumiharto, and I. Candradewi, "Sistem Pengukur Kecepatan Kendaraan Berbasis Pengolahan Video," *IJEIS Indones. J. Electron. Instrum. Syst.*, vol. 5, no. 2, p. 177, Oct. 2015, doi: 10.22146/ijeis.7641.
  - [22] D. F. Llorca *et al.*, "Two-camera based accurate vehicle speed measurement using average speed at a fixed point," in *2016 IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, Rio de Janeiro, Brazil, Nov. 2016, pp. 2533–2538. doi: 10.1109/ITSC.2016.7795963.
  - [23] S. Javadi, M. Dahl, and M. I. Pettersson, "Vehicle speed measurement model for video-based systems," *Comput. Electr. Eng.*, vol. 76, pp. 238–248, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.compeleceng.2019.04.001.
  - [24] J. D. Trivedi, S. D. Mandalapu, and D. H. Dave, "Vision-based real-time vehicle detection and vehicle speed measurement using morphology and binary logical operation," *J. Ind. Inf. Integr.*, p. 100280, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.jii.2021.100280.