



**RANCANG BANGUN MODUL KAMERA PENGUKUR KECEPATAN  
KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE *BACKGROUND*  
*SUBTRACTION***

**SKRIPSI**

Oleh

**Muhammad Dandi Susanto**

**NIM 161910201061**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO STRATA 1  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**RANCANG BANGUN MODUL KAMERA PENGUKUR KECEPATAN  
KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE *BACKGROUND*  
*SUBTRACTION***

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik.

Oleh

**Muhammad Dandi Susanto**

**NIM 161910201061**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO STRATA 1  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan, kesehatan dan kesabaran dalam mengerjakan skripsi ini.
2. Junjungan kita Nabi Muhammad SAW sebagai panutan kita dalam segala hal.
3. Kedua Orang Tua saya, Ayahanda Sujono dan Ibunda Susiati tercinta, terimakasih atas semua pengorbanan, usaha, jerih payah, kasih sayang, dorongan, nasehat dan air mata yang menetes dalam setiap untaian doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah perjuangan serta keberhasilan penulis.
4. Guru-guruku sejak sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi.
5. Bapak Dosen Pembimbing Utama Bapak Ir. Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D serta Bapak Dosen Pembimbing Anggota Bapak Wahyu Muldayani, S.T., M.T atas kesabaran dan keikhlasan dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
7. Almamaterku Universitas Jember yang aku cintai dan banggakan
8. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Elektro sebagai wadah penulis dalam memperoleh ilmu dan wawasan keorganisasian, dan mendapatkan keluarga baru dalam mengemban tugas bersama
9. Seluruh Dulur Elektro 2016 (INDUKTRO) dan ELKA 16 yang telah memberikan dukungan dan doanya.
10. Keluarga Besar Peneliti Laboratorium Sistem Cerdas dan Robotika CDAST, Asisten Laboratorium Elektronika dan Terapan Patrang.
11. Ex-pengurus Robotika dan anggota UKM Robotika. Mas Wawan OI CB, Mas Turasno, Tigo, Syaiful, Cahya, Zaqi, Erwin, Fikri, Rosida dan anggota Robotika lainnya terimakasih atas kebersamaan, keperdulian, ilmu yang telah diberikan serta prestasi yang membanggakan.

**MOTO**

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu pasti ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dengan sesuatu urusan, kerjakanlah sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmu-lah (Allah) hendaknya kamu berharap”*

**(QS. Alam Nasyroh: 6-8)**

*“Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah banyak kesabaran (yang kau jalani), yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit”*

**(Ali Bin Abi Thalib)**

*“Hidup hanya satu kali aku harus bisa, bisa, dan bisa !”*

**(Qosim)**

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Dandi Susanto

NIM : 16191201061

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “**Rancang Bangun Modul Kamera Pengukur Kecepatan Kendaraan menggunakan Metode *Background Subtraction***” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 6 Juni 2020

Yang menyatakan,

Muhammad Dandi Susanto  
NIM 161910201061

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN MODUL KAMERA PENGUKUR KECEPATAN  
KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE *BACKGROUND*  
*SUBTRACTION***

Oleh

Muhammad Dandi Susanto

NIM 161910201061

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D

Dosen Pembimbing Anggota : Wahyu Muldayani, S.T., M.T

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Rancang Bangun Modul Kamera Pengukur Kecepatan Kendaraan menggunakan Metode *Background Subtraction*” karya Muhammad Dandi Susanto telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 3 Juli 2020

Tempat : Fakultas Teknik, Universitas Jember

Tim Penguji,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota,

Ir. Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D.

Wahyu Muldayani, S.T., M.T.

NIP 197804052005011002

NIP 760016799

Penguji I,

Penguji II,

Ir. Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si.

Arizal Mujibtamala Nanda Imron, S.T, M.T.

NIP 196801191997021001

NIP 760017099

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.

NIP 197008261997021001

## RINGKASAN

**Rancang Bangun Modul Kamera Pengukur Kecepatan Kendaraan menggunakan Metode *Background Subtraction***; Muhammad Dandi Susanto, 161910201061; 2020; Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.

Pemantauan terhadap situasi lalu lintas sangatlah penting sehubungan dengan bertambahnya kendaraan yang mulai banyak di Indonesia. Hal ini dilakukan untuk mengurangi jumlah kecelakaan yang disebabkan oleh pelanggaran lalu lintas di jalan raya. Salah satu parameter pemantauan yang dilakukan adalah pengawasan terhadap kecepatan suatu kendaraan yang melewati jalan tersebut.

Di kota-kota saat ini dengan berkembangnya teknologi, lalu lintas jalan raya dapat dipantau secara terpusat menggunakan kamera-kamera yang terpasang di tempat-tempat strategis sekitar jalan. Sehingga pada penelitian memanfaatkan kamera-kamera yang terpasang tersebut untuk diolah dengan teknik *image processing*, yang merupakan riset yang mulai bermunculan pada tahun belakangan ini.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *background subtraction*. Ini adalah metode untuk mengkonversi setiap frame dari video yang diambil dari RGB ke ruang warna abu-abu. Hasil konversi tersebut akan dikurangkan dengan *frame* referensi sehingga menghasilkan citra hasil pengurangan. Nilai hasil pengurangan berada pada rentang 0-255. Sehingga pada penelitian memiliki tujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan metode *background subtraction* dalam pengukuran kecepatan kendaraan serta mengetahui pengaruh intensitas cahaya dalam pengukuran kecepatan kendaraan dikarenakan intensitas pada setiap waktu akan berbeda-beda dan akan mempengaruhi pembacaan objek yang diinginkan.

Hasil dari penelitian ini rancang bangun modul kamera pengukur kecepatan kendaraan menggunakan metode *background subtraction* memiliki rata-rata akurasi kecepatan kendaraan yang tinggi sebesar 93.2 %, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa pengukuran kecepatan kendaraan menggunakan metode *background subtraction* mampu mewakili estimasi kecepatan kendaraan sesungguhnya. Video yang dipakai dalam penelitian ini memiliki intensitas cahaya

yang berbeda-beda. Pada intensitas cahaya dalam jangkauan 1000-8000 lux objek masih bias terdeteksi, sehingga alat ini dapat diimplementasikan secara langsung.



## SUMMARY

***Design and Build Vehicle Speed Measurement Camera Modules using the Background Subtraction Method;*** Muhammad Dandi Susanto, 161910201061; 2020; Department of Electrical Engineering, University of Jember.

*Monitoring of the traffic situation is very important due to the increasing number of vehicles that are starting to increase in Indonesia. This is done as an effort to reduce the number of accidents caused by traffic violations on the highway. One of the monitoring parameters that is carried out is monitoring the speed of a vehicle passing through the road.*

*In cities today with the development of technology, road traffic can be monitored centrally using cameras installed in strategic places around the road. So that in research utilizing the installed cameras to be processed with image processing techniques, which is research that began to emerge in recent years.*

*In this study using the background subtraction method which is a method that every frame of the video taken will be converted from RGB to grayscale color space. The results of the conversion will be subtracted with a reference frame so as to produce the resulting reduction image. Subtraction value is in the range 0-255. So the research has the aim to determine the effectiveness of using the background subtraction method in measuring vehicle speed and to know the effect of light intensity in measuring vehicle speed because the intensity at each time will vary and will affect the reading of the desired object.*

*The results of this study design and design of vehicle speed measuring camera modules using the background subtraction method have an average accuracy of high vehicle speeds of 93.2%, so it can be concluded that vehicle speed measurement using the background subtraction method is able to represent the estimation of the actual vehicle speed. The video used in this study has different light intensities. Light intensity in the range of 1000-8000 lux objects can still be detected, so this tool can be implemented directly.*

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Modul Kamera Pengukur Kecepatan Kendaraan menggunakan Metode *Background Subtraction*”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menuntaskan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas kemurahan-Nya saya dapat menuntaskan skripsi ini.
2. Nabi Muhammad SAW, Nabi junjungan umat Islam yang telah menarik kami dari zaman jahiliyah ke zaman yang lebih baik.
3. Kepada Pahlawan dalam Kehidupan saya selama ini, bapak Sujono, ibu Susiati, adik saya Adinda Maharani Putri yang telah membantu baik moral atau materil serta doa yang tidak pernah putus.
4. Bapak Ir. Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Wahyu Muldayani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan fikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan arahan demi terselesainya skripsi ini.
5. Bapak Ir. Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si. selaku Dosen Penguji Utama dan Bapak Arizal Mujibtamala Nanda Imron, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga sangat membantu terhadap penyempurnaan skripsi ini.
6. Bapak Ir. Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan menanamkan rasa disiplin dan tanggung jawab dengan apa yang dilakukan selama penulis menjadi mahasiswa.
7. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan di Universitas Jember

8. Keluarga Teknik Elektro 2016 “INDUKTRO” dan teman teman konsentrasi “Elektronika 16” yang sudah menemani saya berproses selama menjadi mahasiswa Teknik Elektro Universitas Jember.
9. Teman seperjuangan se-DPU, se-DPA dan sepenelitian di Laboratorium Sistem Cerdas dan Robotika CDAST, serta Laboratorium Elektronika dan Terapan, Patrang yang saling mendukung, saling membantu, saling menyemangati dan memotivasi dalam penyusunan skripsi.
10. Teman-teman Asisten 2016 Laboratorium Teknik “Patrang” Universitas Jember sudah menemani selama saya di Laboratorium.
11. Serta seluruh pihak yang telah membantu penulisan dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena sempurna hanya milik Allah SWT. Harapan penulis adalah supaya informasi dari skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca

Jember, 6 Juni 2020

Penulis

**DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>x</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Tujuan</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat</b> .....	<b>4</b>
<b>1.6 Sistematika Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Sistem Pemantauan</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 Citra</b> .....	<b>5</b>
2.2.1 Pengolahan Citra .....	<b>7</b>

2.2.2 Operasi Pengolahan Gambar.....	8
<b>2.3 Perspective Distortion (Distorsi Perpektif) .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Raspberry Pi.....</b>	<b>10</b>
2.4.1 Raspberry Pi 4 .....	11
2.4.2 GPIO Raspberry Pi 4 .....	13
<b>2.5 Frame Per Second (FPS) .....</b>	<b>14</b>
<b>2.6 IP Cam CCTV .....</b>	<b>14</b>
<b>2.7 MAX7219 LED Matrix Display .....</b>	<b>15</b>
<b>2.8 Background Subtraction .....</b>	<b>15</b>
<b>2.9 Pengukuran kecepatan kendaraan.....</b>	<b>16</b>
<b>2.10Klasifikasi Jenis Kendaraan .....</b>	<b>16</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>17</b>
3.1.1 Tempat Penelitian.....	17
3.1.2 Waktu Penelitian .....	17
<b>3.2 Alat dan Bahan.....</b>	<b>18</b>
3.2.1 Hardware .....	18
3.2.2 Software.....	18
<b>3.3 Ruang Lingkup Kegiatan .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Metode Pengumpulan Data.....</b>	<b>18</b>
<b>3.5 Perancangan Alat.....</b>	<b>20</b>
3.5.1 Perancangan Alat.....	20
3.5.2 Perancangan Desain Elektronik .....	22
3.5.3 Perancangan Desain Sistem .....	22
3.5.4 Perancangan Perangkat Lunak .....	24

<b>3.6 Bagan Alir Penelitian</b> .....	26
<b>3.7 Data Pengujian</b> .....	27
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>30</b>
<b>4.1 Realisasi Perangkat Lunak</b> .....	30
4.1.1 Program Python.....	30
4.1.2 OpenCV.....	31
4.1.2 <i>Background Subtraction</i> .....	31
4.1.3 <i>Filtering</i> .....	34
4.1.4 Pemberian Label Kendaraan.....	35
<b>4.2 Algoritma Deteksi Jenis Kendaraan, dan Kecepatan Kendaraan</b> .....	36
4.2.1 Jenis Kendaraan.....	36
4.2.2 Kecepatan Kendaraan.....	36
<b>4.3 Pengujian dan Analisa</b> .....	36
4.3.1 Pengujian CCTV.....	36
4.3.2 Pengujian Running Text.....	40
4.3.3 Pengujian Jenis Kendaraan.....	43
4.3.4 Pengujian Akurasi Kecepatan Kendaraan.....	45
4.3.5 Pengujian Keseluruhan.....	48
<b>BAB. 5 PENUTUP</b> .....	<b>53</b>
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	53
<b>5.2 Saran</b> .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>56</b>

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Proses Pengolahan Citra.....	8
Gambar 2.2 Logo Raspberry Pi.....	11
Gambar 2.3 Raspberry Pi 4 .....	13
Gambar 2.4 Raspberry Pi 4 GPIO pin.....	14
Gambar 2.5 bentuk fisik dari IP Cam CCTV .....	14
Gambar 3.1 Penempatan kamera pada sistem traffic monitoring. ....	20
Gambar 3.2 Realisasi perangkat keras dari tampak depan.....	21
Gambar 3.3 Realisasi perangkat keras dari tampak samping.....	21
Gambar 3.4 Desain elektronik.....	22
Gambar 3.5 Diagram Blok Proses Prediksi Kecepatan.....	23
Gambar 3.6 Blok diagram background subtraction .....	23
Gambar 3.7 Diagram Proses Sistem .....	25
Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian .....	26
Gambar 3.9 Pengambilan nilai intensitas cahaya menggunakan luxmeter pada pukul 19.00 WIB .....	28
Gambar 3. 10 Pengujian running text dengan masukan “HELLO” .....	28
Gambar 4.1 Frame dengan dua garis virtual .....	31
Gambar 4.2 Background referensi .....	32
Gambar 4.3 Frame sekarang .....	32
Gambar 4.4 Grayscale frame sekarang .....	33
Gambar 4.5 Hasil segmentasi.....	33
Gambar 4. 6 Hasil dari MOG2.....	34
Gambar 4. 7 Hasil dari filter opening dan dilasi .....	34
Gambar 4.8 Sebelum pemberian label kendaraan.....	35
Gambar 4.9 Sesudah pemberian label kendaraan .....	35
Gambar 4.10 Hasil Gambar pengujian CCTV dengan ukuran 426 pixel x 240 pixel .....	37
Gambar 4.11 Hasil Gambar pengujian CCTV dengan ukuran 640 pixel x 360 pixel .....	37

Gambar 4.12 Hasil Gambar pengujian CCTV dengan ukuran 854 pixel x 480 pixel .....	37
Gambar 4.13 Hasil Gambar pengujian CCTV dengan ukuran 1280 pixel x 720 pixel .....	38
Gambar 4.14 Hasil Gambar pengujian CCTV dengan ukuran 1920 pixel x 1080 pixel.....	38
Gambar 4.15 Hasil CCTV pada intensitas 1100 .....	39
Gambar 4. 16 Hasil CCTV pada intensitas 8420 .....	39
Gambar 4.17 Hasil CCTV pada intensitas 1400 .....	40
Gambar 4.18 Hasil CCTV pada intensitas 568 .....	40
Gambar 4.19 Keluaran pada running text dengan masukan HELLO .....	41
Gambar 4.20 Keluaran pada running text dengan masukan Niat .....	41
Gambar 4.21 Keluaran pada running text dengan masukan Asih.....	42
Gambar 4.22 Keluaran pada running text dengan masukan 12345 .....	42
Gambar 4.23 Keluaran pada running text dengan masukan .,?!@#& .....	42
Gambar 4.24 Kesalahan kendaraan berhenti di tepi atau tengah jalan .....	44
Gambar 4.25 Deteksi klasifikasi kendaraan pada intensitas cahaya sebesar 568 lux .....	45
Gambar 4.26 Hasil capture sistem apabila kecepatan yang dideteksi melebihi batas kecepatan yang ditentukan. ....	50
Gambar 4.27 Hasil capture pada deteksi kecepatan sebesar 70.46 Km/Jam .....	51

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Perbandingan Spesifikasi antara Raspberry Pi 3B+ dengan Raspberry Pi 4.....	12
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian .....	17
Tabel 4. 1 Pengaruh intensitas cahaya terhadap tampilan Gambar.....	39
Tabel 4.2 Pengujian running text .....	41
Tabel 4.3 Pengujian deteksi jenis kendaraan .....	43
Tabel 4.4 Data pengujian pengaruh intensitas terhadap klasifikasi jenis kendaraan .....	44
Tabel 4.5 Data Pengujian Kecepatan Kendaraan .....	46
Tabel 4.6 Data pengujian pengaruh intensitas cahaya terhadap akurasi kecepatan kendaraan .....	47
Tabel 4.7 Data uji keseluruhan video lalu lintas sepi .....	49
Tabel 4.8 Data uji keseluruhan video lalu lintas ramai.....	50
Tabel 4. 9 Data pengujian mendekati batas kecepatan kendaraan dalam perkotaan .....	52

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemantauan terhadap situasi lalu lintas sangatlah penting sehubungan dengan bertambahnya kendaraan yang mulai banyak di Indonesia. Hal ini dilakukan untuk mengurangi jumlah kecelakaan yang disebabkan oleh pelanggaran lalu lintas di jalan raya. Salah satu parameter pemantauan yang dilakukan adalah pengawasan terhadap kecepatan suatu kendaraan yang melewati jalan tersebut. Sistem pemantauan yang biasa digunakan saat ini adalah dengan menempatkan beberapa petugas kepolisian di sejumlah titik arus lalu lintas. Namun pemantauan dengan sistem ini masih kurang efektif karena pihak kepolisian tidak setiap saat berada pada titik pemantauan tersebut sehingga perlu adanya sebuah sistem pemantauan yang dapat mengawasi kondisi arus lalu lintas setiap saat.

Di kota-kota saat ini dengan berkembangnya teknologi, lalu lintas jalan raya dapat dipantau secara terpusat menggunakan kamera-kamera yang terpasang di tempat-tempat strategis sekitar jalan. Metode pemantauan lalu lintas dari jarak jauh adalah menggunakan kamera *CCTV (Closed-circuit Television)*. Penggunaan teknologi *image processing* yang tertanam didalam sebuah kamera merupakan suatu hal yang cocok untuk memproses pengolahan citra digital. Monitoring yang dapat dilihat secara terpusat yaitu sebuah kendaraan yang memiliki kecepatan dengan melewati jalan yang sudah dipasang oleh beberapa kamera dengan pandangan *frame* yang tertangkap kamera.

Salah satu riset yang banyak bermunculan tahun belakangan ini yaitu teknik *Image Processing* yang merupakan teknik mengolah citra yang mentransformasikan citra masukan menjadi citra lain agar keluaran memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan kualitas citra masukan (Mulyawan dkk., 2011). Pada aplikasi kehidupan banyak yang sudah memanfaatkan pengukuran berbasis pengolahan citra, pengenalan pola, dan pengenalan bentuk benda dalam berbagai metode yang terus bermunculan. Sehingga dalam pengukuran kecepatan kendaraan yang melintasi jalan tersebut maka modul tersebut harus mengenali atau mendeteksi kendaraan yang terbaca oleh sebuah kamera.

Penelitian yang terkait sudah dilakukan oleh Nur Hilman Tsani, Mahasiswa Telkom University, yang berjudul “Impelementasi Deteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan Kamera Webcam dengan Metode *Frame Difference* *The Implementation of Vehicle Speed Detection using Webcam with Frame Difference Method*”. Namun penelitian tersebut memiliki beberapa kekurangan yaitu memiliki error yang besar pada saat kecepatan diatas 30 Km/Jam dan peletakan posisi kamera yang kurang tepat sehingga memengaruhi pengukuran kecepatan (Tsani dkk., 2017).

Penelitian lain yang terkait tentang pengukuran kecepatan kendaraan ini dilakukan oleh Schoepflin dan Dailey yang berjudul “*Dynamic Camera Calibration of Roadside Traffic Management Cameras for Vehicle Speed Estimation*”. Pada penelitian tersebut memiliki kekurangan yaitu memakai kamera yang beresolusi rendah sehingga susah dalam pembacaan objek dan posisi kamera yang berada di tepi jalan sehingga pembacaan tidak akurat (Schoepflin dan Dailey, 2003).

Penelitian lain yang terkait tentang pengukuran kecepatan kendaraan dilakukan oleh Sadewo yang berjudul “Sistem Pengukur Kecepatan Kendaraan Berbasis Pengolahan Video”. Pada penelitian tersebut menggunakan metode *background subtraction* dengan algoritma *Gaussian Mixture Model* (GMM), yang memiliki hasil pengukuran kecepatan kendaraan dengan cukup baik, yang mempunyai error yang terbesar pada saat pengukuran kecepatan mobil sebesar 16,35% pada kecepatan 30 Km/Jam (Sadewo dkk., 2015).

Beberapa penelitian yang terkait diatas masih banyak kekurangan antara lain memiliki error yang besar pada saat kecepatan diatas 30 Km/Jam dan peletakan posisi kamera yang kurang tepat sehingga memengaruhi pengukuran kecepatan, memakai kamera yang beresolusi rendah sehingga susah dalam pembacaan objek, maka pada penelitian akan menggunakan metode *background subtraction* yang baik untuk latar belakang yang statis, serta menggunakan kamera dengan resolusi tinggi dan penempatan yang berada di tengah jalan raya dengan tiang berada di tepi jalan raya. Metode tersebut pertama akan mengambil frame pertama untuk dijadikan *background*, kemudian mengambil frame selanjutnya. Selanjutnya, pengurangan antara frame selanjutnya dengan frame *background*. Hasil dari metode

ini yaitu objek yang telah terpisah dengan *background* yang telah ditentukan. Objek yang telah terdeteksi akan diproses dalam pengukuran kecepatan kendaraan dan klasifikasi kendaraan. Penelitian ini menggunakan filter *opening* dan *dilation* yang digunakan untuk mengurangi *noise* pada pendeteksian objek serta memperbaiki hasil binerisasi dari metode *background subtraction*. Harapan pada penelitian ini dengan menggunakan metode *background subtraction* dan filter *opening* dan *dilation* mampu mendeteksi objek secara baik untuk klasifikasi jenis kendaraan dan memberikan hasil yang lebih akurat pada pendeteksian kecepatan kendaraan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana efektivitas penggunaan metode *background subtraction* dalam pengukuran kecepatan kendaraan ?
2. Bagaimana pengaruh intensitas cahaya dalam pengukuran kecepatan kendaraan ?

## 1.3 Tujuan

Adapun tujuan penulis yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui efektivitas penggunaan metode *background subtraction* dalam pengukuran kecepatan kendaraan.
2. Mengetahui pengaruh intensitas cahaya dalam pengukuran kecepatan kendaraan.

## 1.4 Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan terbatas dan karenanya tidak terlalu luas. Batasan masalah penelitian adalah:

1. Menggunakan *Raspberry Pi* sebagai pemroses citra digital.
2. Kendaraan yang tertangkap oleh kamera tidak berhenti di tengah atau tepi jalan.

3. Posisi kamera diam dengan latar belakang yang tidak berubah.
4. Kendaraan bergerak dalam satu arah.
5. Kendaraan tidak dalam keadaan saling menyalip dan bersamaan.
6. Kendaraan yang dideteksi adalah mobil dan motor.
7. Hanya dilakukan dalam satu jalur lintasan.
8. Menggunakan video dengan *screen record* aplikasi android untuk akses CCTV Kabupaten Jember.

### 1.5 Manfaat

Manfaat dari adanya penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai alat bantu bagi polisi dalam pengawasan kecepatan kendaraan serta menertibkan lalu lintas di jalan raya.

### 1.6 Sistematika Penelitian

Penyusunan laporan penelitian ini disusun sebagai berikut :

- a. BAB 1. PENDAHULUAN  
Berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.
- b. BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA  
Berisi landasan teori penelitian, teori-teori terkait, dan bahan penelitian.
- c. BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN  
Mejelaskan tentang metode yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan dijelaskan beberapa bagian yang menjadi dasar dalam rancang bangun modul kamera untuk pemantauan kecepatan berkendara para pengendara kendaraan. Selain itu, penjelasan tentang *image processing* yang nantinya akan membantu dalam pengukuran kecepatan kendaraan. Penelitian ini menggunakan metode *background subtraction* yang digunakan untuk memproses *image processing* yang merupakan metode yang baik untuk latar belakang yang statis.

### 2.1 Sistem Pemantauan

Pemantauan adalah proses mengumpulkan dan menganalisis informasi berdasarkan indikator yang ditetapkan secara sistematis dan berkelanjutan untuk kegiatan atau rencana, sehingga tindakan korektif dapat diambil untuk lebih meningkatkan kegiatan yang direncanakan sesudahnya. *Surveillance* adalah jenis pengawasan yang dapat diartikan sebagai pemahaman tentang pengetahuan yang ingin anda ketahui. Pengawasan lanjutan adalah mengukur dari waktu ke waktu untuk menunjukkan gerakan ke arah atau menjauh dari target (Rahayu dkk., 2014).

Sistem pemantauan adalah sumber yang dikumpulkan berupa data-data. Secara umum, data yang dikumpulkan adalah data *real-time*. Secara garis besar, tahapan sistem pengawasan dibagi menjadi tiga proses utama, yaitu:

1. Proses pengumpulan data pemantauan
2. Memantau proses analisis data
3. Menampilkan proses pemantauan data.

### 2.2 Citra

Secara harfiah, citra adalah gambar dalam bidang dua dimensi. Dari sudut pandang matematis, gambar adalah fungsi kontinu dari intensitas cahaya dalam bidang dua dimensi. Refleksi cahaya ini ditangkap oleh peralatan optik, seperti mata manusia, kamera, pemindai, dll. Rekam bayangan objek yang disebut gambar. Output gambar dari sistem perekaman data dapat:

1. Optik dalam bentuk foto,

2. Analog dalam bentuk sinyal video, seperti gambar pada monitor TV,
3. Angka yang dapat disimpan langsung di kaset.

Gambar bergerak adalah serangkaian gambar foto, yang ditampilkan secara berurutan (urutan) untuk memberikan kesan gambar bergerak. Setiap gambar dalam seri ini disebut bingkai. Gambar yang ditampilkan dalam film layar lebar melebihi ratusan hingga ribuan bingkai (Ardias dkk., 2014).

Gambar digital mewakili gambar yang diambil oleh mesin berdasarkan pengambilan sampel dan kuantisasi. Sampling menunjukkan ukuran kotak yang disusun dalam baris dan kolom. Dengan kata lain, pengambilan sampel pada gambar menunjukkan ukuran (titik) dari piksel dalam gambar, dan kuantisasi didasarkan pada jumlah digit biner yang digunakan oleh mesin untuk mengekspresikan nilai tingkat kecerahan yang dinyatakan dalam skala abu-abu (skala abu-abu), dengan kata lain Gambar mengukur jumlah warna dalam gambar. Berikut adalah elemen-elemen yang terdapat pada citra digital :

1. **Kecerahan** mengacu pada intensitas cahaya yang dapat dipancarkan piksel dari gambar yang ditangkap oleh sistem penglihatan. Kecerahan titik (piksel) dalam suatu gambar adalah intensitas rata-rata area sekitarnya.
2. **Kontras** menunjukkan distribusi cahaya dan gelap pada gambar. Dalam gambar yang baik, komponen gelap dan terang didistribusikan secara merata.
3. **Kontur** adalah keadaan yang disebabkan oleh perubahan intensitas piksel tetangga. Karena perubahan intensitas ini, mata dapat mendeteksi tepi objek dalam gambar.
4. **Warna** adalah persepsi panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh suatu objek oleh sistem visual.
5. **Bentuk** adalah properti inheren dari objek 3D, dan dapat dipahami bahwa bentuk adalah properti inheren utama dari sistem visual manusia.
6. **Tekstur** adalah distribusi spasial tingkat abu-abu dalam sekelompok piksel yang berdekatan. Tekstur adalah fitur dari area yang cukup luas, jadi wajar untuk mengulangi fitur ini di area ini. Tekstur adalah keteraturan pola-pola

tertentu yang dibentuk oleh pengaturan piksel dalam gambar digital. Informasi tekstur dapat digunakan untuk membedakan atribut permukaan objek yang terkait dengan kekasaran dan kehalusan dalam gambar, serta atribut spesifik dari kekasaran permukaan dan kehalusan permukaan, yang sepenuhnya independen dari warna permukaan.

Ada banyak cara untuk menyimpan gambar digital dalam memori. Metode penyimpanan menentukan jenis gambar digital yang terbentuk. Beberapa jenis gambar digital yang sering digunakan adalah gambar biner, gambar skala abu-abu dan gambar berwarna

1. Gambar biner (monokrom). Jumlahnya dua warna, yaitu hitam dan putih. Menyimpan dua warna ini membutuhkan memori 1 bit.
2. Gambar skala abu-abu. Jumlah warna tergantung pada jumlah bit yang disediakan dalam memori untuk memenuhi persyaratan warna ini. Gambar 2-bit mewakili 4 warna, gambar 3-bit mewakili 8 warna, dan sebagainya. Semakin banyak bit warna yang disediakan dalam memori, semakin baik gradien warna yang terbentuk.
3. Gambar warna . Setiap piksel dalam gambar warna mewakili warna, yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar (RGB = merah, hijau, dan biru). Setiap warna primer menggunakan ruang penyimpanan 8 bit = 1 byte, yang berarti setiap warna memiliki 255 tingkat abu-abu. Ini berarti bahwa kombinasi warna setiap piksel adalah  $28 \times 28 \times 28 = 224 =$  lebih dari 16 juta warna. Inilah sebabnya mengapa format ini disebut warna sejati, karena memiliki cukup warna, sehingga dapat dikatakan mencakup hampir semua warna di alam.

### 2.2.1 Pengolahan Citra

Pencitraan (*imaging*) adalah aktivitas mengubah informasi dari gambar yang terlihat / gambar non-digital ke gambar digital. Pemrosesan gambar adalah kegiatan untuk meningkatkan kualitas gambar sehingga dapat dengan mudah ditafsirkan oleh manusia / mesin (komputer). Pemrosesan gambar adalah proses pemrosesan piksel dalam gambar digital untuk tujuan tertentu. Jenis pemrosesan gambar ini adalah untuk meningkatkan kualitas gambar, tetapi dengan

perkembangan dunia komputer, ini ditandai dengan peningkatan kekuatan dan kecepatan pemrosesan komputer dan munculnya ilmu komputer, yang memungkinkan orang untuk mengambil informasi dari gambar. , Kualitas gambar ditingkatkan hingga gambar representatif dari pencitraan adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Proses Pengolahan Citra

(Sumber : [fasilkom.mercubuana.ac.id](http://fasilkom.mercubuana.ac.id))

Masukannya Ini adalah gambar, dan output adalah gambar dengan kualitas yang lebih baik daripada gambar input. Misalnya, gambar dengan warna yang kurang jelas, buram , dan *noise*, sehingga perlu diproses untuk memperbaiki gambar untuk mendapatkan informasi yang lebih baik. Secara umum, operasi pemrosesan gambar diterapkan ke gambar dalam situasi berikut:

1. Perbaiki atau modifikasi gambar untuk meningkatkan kualitas visual atau sorot informasi tertentu yang terkandung dalam gambar.
2. Elemen-elemen dalam gambar perlu dikelompokkan, dicocokkan atau diukur.
3. Beberapa gambar harus digabungkan dengan bagian gambar lainnya.

#### 2.2.2 Operasi Pengolahan Gambar

Operasi yang dilakukan dalam pemrosesan gambar beragam. Namun, secara umum, operasi pemrosesan gambar dapat dibagi menjadi beberapa tipe berikut :

1. Peningkatan kualitas gambar Jenis operasi ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas gambar dengan memanipulasi parameter gambar. Melalui operasi ini, Anda dapat lebih menyoroti fungsi-fungsi khusus yang terkandung dalam gambar. Contoh operasi perbaikan gambar:
  - a) Meningkatkan kontras gelap / terang
  - b) Memperbaiki tepi objek
  - c) Mempertajam
  - d) Warna salah
  - e) Penyaringan kebisingan.

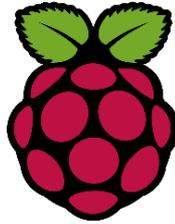
2. Pemulihan Gambar Operasi ini dirancang untuk menghilangkan / mengurangi cacat gambar. Tujuan restorasi gambar hampir sama dengan restorasi gambar. Diketahui bahwa perbedaan yang menyebabkan degradasi gambar dalam restorasi gambar. Contoh operasi restorasi gambar:
  - a) Deblur.
  - b) Menghilangkan kebisingan
3. Kompresi gambar melakukan jenis operasi ini sehingga gambar dapat direpresentasikan dalam bentuk yang lebih ringkas, membutuhkan lebih sedikit memori. Poin penting yang perlu diperhatikan dalam kompresi adalah bahwa gambar yang dikompresi tetap harus memiliki kualitas gambar yang baik. Contoh metode kompresi gambar adalah metode JPEG.
4. Segmentasi Gambar jenis operasi ini bertujuan untuk membagi gambar menjadi beberapa segmen sesuai dengan standar tertentu. Operasi ini terkait erat dengan pengenalan pola.
5. Analisis gambar Jenis operasi ini bertujuan untuk menghitung nilai kuantitatif dari suatu gambar untuk menghasilkan deskripsinya. Teknologi pencerminan gambar mengekstrak fungsi-fungsi tertentu yang membantu pengenalan objek. Terkadang diperlukan proses segmentasi untuk menemukan objek yang diinginkan dari lingkungan sekitarnya. Contoh operasi pencocokan gambar:
  - a) Deteksi tepi
  - b) Ekstrak batas (boundary).Operasi representasi area (tepi) digunakan untuk mendeteksi tepi pada gambar kamera. Operasi ini akan menghasilkan semua sisi pada gambar.
6. Rekonstruksi gambar jenis operasi ini bertujuan untuk membentuk kembali objek dari beberapa gambar yang diproyeksikan. Operasi rekonstruksi citra banyak digunakan di bidang medis. Sebagai contoh, beberapa sinar-X dengan sinar-X digunakan untuk membentuk kembali organ manusia.

### 2.3 *Perspective Distortion* (Distorsi Perpektif)

Distorsi perspektif disebabkan oleh posisi saat kita mengambil Gambar yang menyebabkan sifat objek atau subjek yang direkam tidak menunjukkan sifat yang sebenarnya. Sebagai contoh apabila kita merekam bangunan. Bangunan yang direkam akan tampak seperti tidak tegak sebagaimana sifat bangunan itu.

### 2.4 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah SBC berukuran kartu kredit (*Single Board Computer*) yang dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation di Inggris (UK) untuk memicu pengajaran ilmu komputer dasar di sekolah (Putra, 2012). Raspberry Pi diluncurkan pada 2012. Prosesornya disebut Broadcom BCM2835 *System-on-Chip* (SOC), dengan CPU ARM1176JZF-S 700 MHz untuk tampilan grafik, termasuk VideoCore IV GPU, dan 256 MB RAM disediakan untuk model A, dan telah ditingkatkan untuk model A, dan telah ditingkatkan hingga model B dan B + generasi pertama adalah 512MB. Raspberry Pi generasi kedua yang diluncurkan pada Februari 2015 memiliki prosesor Broadcom BCM2836 SoC, prosesor CPU quad-core ARM Cortex-A7 dan GPU dual-core VideoCore IV, dan memiliki memori 1 GB. *Sistem-on-chip* yang digunakan oleh Raspberry Pi dibuat oleh Boardcom dan menggunakan arsitektur ARM. Arsitektur ARM adalah arsitektur prosesor RISC 32-bit yang dikembangkan oleh ARM Limited. Dikenal sebagai mesin RISC canggih, sebelumnya dikenal sebagai mesin Acorn RISC. Awalnya prosesor desktop, sekarang didominasi oleh seri x86. Namun desainnya yang sederhana membuat prosesor ARM cocok untuk aplikasi berdaya rendah. Hal ini membuat prosesor ARM menempati posisi dominan di pasar elektronik bergerak dan *embedded system* yang membutuhkan konsumsi harga murah dan daya rendah.



Gambar 2.2 Logo Raspberry Pi

(Sumber : [www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org))

*Raspberry Pi* terdiri dari beberapa model yaitu :

1. *Raspberry Pi* Model A
2. *Raspberry Pi* Model A+
3. *Raspberry Pi* Model B
4. *Raspberry Pi* Model B+
5. *Raspberry Pi* 2
6. *Raspberry Pi* 3
7. *Raspberry Pi* 4

#### 2.4.1 Raspberry Pi 4

Raspberry Pi 4 adalah versi terbaru dari seri Raspberry Pi, bentuk dan ukurannya sama dengan Pi 3B, tetapi dibandingkan dengan versi Raspberry Pi sebelumnya yang hanya menyediakan satu versi opsi RAM, Raspberry Pi 4 menyediakan tiga kapasitas RAM yang dapat disesuaikan sekaligus. Pilih sesuai dengan kebutuhan pengguna, yaitu versi RAM 1GB, 2GB dan 4GB. Raspberry Pi 4 menggunakan Broadcom VideoCore VI GPU clock 500 MHz, sedangkan pada Raspberry Pi 3B +, Broadcom IV GPU clock 500 MHz masih digunakan. Papan Raspberry Pi biasanya hanya dapat menampilkan satu layar pada layar melalui port HDMI, tetapi Raspberry Pi Foundation telah membuat terobosan baru pada Raspberry Pi 4. RaspberryPi 4 menyediakan dua *port* mini HDMI, Anda dapat terhubung ke dua monitor secara bersamaan. Tetap sama, resolusi output maksimum yang dapat ditampilkan adalah 4K.

Tabel 2. 1 Perbandingan Spesifikasi antara Raspberry Pi 3B+ dengan Raspberry Pi 4

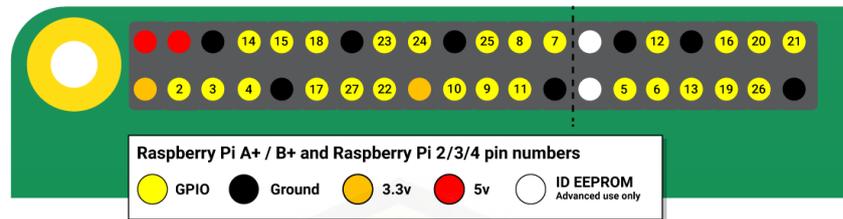
Spesifikasi	Raspberry Pi 3B+	Raspberry Pi 4
<b>CPU</b>	BCM2837B0 64-bit Quad-Core Cortex-A53 @ 1.4 GHz	BCM2711B0 64-bit Quad-Core Cortex-A72 @ 1.5 GHz
<b>RAM</b>	1 GB LPDDR2	1/2/4 GB LPDDR4
<b>GPU</b>	Broadcom VideoCore IV @ 400 MHz	Broadcom VideoCore VI @ 500 MHz
<b>Output Video</b>	1x HDMI	2x Micro HDMI
<b>Resolusi</b>	2560 x 1600	4K 60 Hz + 1080p atau 2x 4K 30 Hz
<b>Output Audio</b>	Audio Jack 3.5 mm	Audio Jack 3.5 mm
<b>Wifi</b>	802.11b/g/n/ac Dual Band @ 2.4 Ghz & 5 GHz	802.11ac Dual Band @ 2.4 Ghz & 5 GHz
<b>Bluetooth</b>	Bluetooth 4.2	Bluetooth 5.0
<b>Ethernet</b>	Gigabit Ethernet Via USB 2.0 @ 300 Mbps	Gigabit Ethernet @ 1 Gbps
<b>USB</b>	4x USB 2.0	2x USB 3.0 & 2x USB 2.0
<b>Catu Daya</b>	5V @ 2.5A	5V @ 3A
<b>Port Catu Daya</b>	Micro USB	USB Type C
<b>GPIO</b>	40 pin	40 pin



Gambar 2.3 Raspberry Pi 4  
(Sumber : [www.raspberry.org](http://www.raspberry.org))

#### 2.4.2 GPIO *Raspberry Pi 4*

GPIO adalah serangkaian pin dengan berbagai fungsi yang terdiri dari 40 pin. Salah satu fungsi kuat Raspberry Pi adalah deretan pin GPIO (*General Purpose Input / Output*) di sepanjang tepi atas pin kartu ini adalah antarmuka fisik antara Pi dan dunia luar. Pada level paling sederhana. Di antara 40 pin ini, 26 adalah pin GPIO, dan yang lainnya adalah pin *power* dan *ground* (ditambah dua pin EEPROM ID yang tidak diperlukan). Input tidak harus berasal dari sakelar fisik, misalnya, sinyal dapat berupa input dari sensor atau dari komputer atau perangkat lain. Keluarannya juga dapat melakukan apa saja, mulai dari menyalakan LED hingga mengirim sinyal atau data ke perangkat lain. Jika Raspberry Pi ada di jaringan, kami dapat mengontrol perangkat yang terhubung dari mana saja.



Gambar 2.4 Raspberry Pi 4 GPIO pin.

(Sumber : raspberrypi.org)

## 2.5 Frame Per Second (FPS)

*Frame Per Second* (FPS) adalah istilah bahasa Inggris yang berarti: "gambar per detik". Atau, jika ditentukan secara detail, itu berarti FPS adalah jumlah gambar yang dapat ditampilkan per detik. Agar mudah memahaminya, Anda bisa memberi contoh dari kartun tersebut. Animasi pada dasarnya adalah ribuan gambar yang ditampilkan dengan cepat, sehingga terlihat seperti bergerak. Semakin besar nilai FPS yang diperoleh, semakin halus video yang dapat ditampilkan di layar pemantauan.

## 2.6 IP Cam CCTV

Kamera IP adalah salah satu kamera digital yang digunakan untuk pemantauan keamanan dan penggunaan jaringan atau komputer untuk menerima dan mengirim data. Meskipun kamera web juga dapat melakukan ini, istilah "kamera IP" atau "kamera jaringan" banyak digunakan dalam sistem pengawasan keamanan.



Gambar 2.5 bentuk fisik dari IP Cam CCTV

(Sumber : hikvision.com)

Kamera IP sangat diminati karena kamera ini memiliki kinerja yang baik dan karenanya lebih mudah untuk dikonfigurasi. Selain itu, kamera IP dapat menghemat biaya kabel dan dapat dipantau dari jarak jauh, memungkinkan pengguna untuk memantau area dengan lebih mudah.

## 2.7 MAX7219 LED Matrix Display

MAX7219 LED Matrix Display adalah sebuah papan display yang disusun secara seri dari 4 buah 8 x 8 Dot Matrix dengan menggunakan IC controller MAX7219. Pada dasarnya MAX7219 merupakan sebuah IC Shift Register yang khusus dirancang untuk mengontrol Dot Matrix, 7 Segment maupun independen LED. Oleh karena menggunakan mekanisme Shift Register tersebut maka IC MAX7219 hanya menggunakan 3 pin input untuk mengontrol ketiga display diatas, yaitu : D IN, CS dan CLK disamping tentunya VCC dan GND. Berikut adalah spesifikasi dari modul display Dot Matrix MAX7219 4 In 1 :

- Tegangan Operasi : 5V
- Terdiri dari 4 buah Dot Matrix 8 x 8 yang tersusun secara seri.
- Menggunakan IC controller MAX7219
- Dimensi / ukuran : 1.3 cm x 12.8 cm x 1.28 cm

## 2.8 Background Subtraction

*Background subtraction* adalah metode yang banyak digunakan di bidang *computer vision*. Biasanya keluaran dari pengurangan latar belakang akan dimasukkan ke tingkat yang lebih tinggi, seperti melacak objek yang diidentifikasi. Kualitas pengurangan latar belakang biasanya tergantung pada teknik pemodelan latar belakang yang digunakan untuk mendapatkan latar belakang dari layar kamera. Pengurangan latar belakang digunakan dalam teknologi segmentasi objek yang diperlukan pada layar, dan biasanya diterapkan pada sistem pengawasan. Tujuan pengurangan latar belakang itu sendiri adalah untuk memisahkan *background* dari latar depan. Deskripsi metode pengurangan latar belakang yang ada adalah untuk mendeteksi objek latar depan ketika ada perbedaan antara bingkai saat ini dan gambar latar belakang dari layar statis (Irianto dkk., 2015).

## 2.9 Pengukuran kecepatan kendaraan

Koordinat titik tengah objek yang terdeteksi di setiap frame akan digunakan untuk membantu proses mendeteksi kecepatan kendaraan. Untuk mengetahui kecepatan kendaraan yang bergerak, dapat dihitung dengan mencari jarak yang sebenarnya ditempuh oleh objek. Pertama, kotak pembatas untuk ekstraksi latar depan harus ditentukan terlebih dahulu. Dalam frame yang berurutan, setelah mendeteksi objek kendaraan yang bergerak dan menyediakan kotak pembatas, referensi yang valid harus digunakan untuk menentukan posisi awal dan akhir. Jalur deteksi kecepatan digunakan di sini untuk membuat perhitungan lebih mudah. Sebuah kendaraan dengan kotak pembatas melewati garis deteksi, yang telah ditentukan sebelumnya. Dari awal garis deteksi hingga akhir garis deteksi, waktu perjalanan kendaraan dapat diketahui. Rumus berikut adalah rumus untuk menghitung kecepatan.

$$v = S/t \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

v = kecepatan

S = Jarak sebenarnya antara kedua garis bantu

t = waktu yang diperlukan objek untuk melewati kedua garis tersebut.

## 2.10 Klasifikasi Jenis Kendaraan

Hasil dari metode *background subtraction* yaitu objek yang telah terpisah oleh *background*. Objek yang terdeteksi dapat dicari luasan yang telah dideteksi. Sehingga, luas objek yang telah terdeteksi dapat digunakan untuk klasifikasi jenis kendaraan yang melewati jalan yang telah terpasang CCTV dan dapat dipantau dari kejauhan. Luas objek yang terdeteksi diberikan *bounding box* untuk mempermudah klasifikasi jenis kendaraan. Klasifikasi jenis kendaraan ini menggunakan algoritma yang sederhana sehingga masih terdapat kesalahan. Algoritma yang dipakai menggunakan lebar dan tinggi objek yang terdeteksi. Jenis kendaraan yang dideteksi antara lain yaitu motor dan mobil. Hasil dari klasifikasi akan ditampilkan diatas *bounding box* objek yang telah terdeteksi.

**BAB 3. METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan objek penelitian, tahap penelitian, lokasi penelitian, waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, dan desain sistem elektronik dan sistem kontrol objek penelitian.

**3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

**3.1.1 Tempat Penelitian**

Pelaksanaan penelitian dan pengambilan data ini dilakukan di Laboratorium CDAST (*Center for Development of Advance Science and Technology*) dan Laboratorium Elektronika dan Terapan Universitas Jember

**3.1.2 Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dilaksanakan dilaksanakan selama kurang lebih 6 bulan, berikut adalah Tabel jadwal penelitian.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Keterangan	Bulan ke-				
		1	2	3	4	5
1	Tahap Persiapan	█	█			
2	Studi Literatur	█	█	█		
3	Pengambilan Data		█	█	█	
4	Pengolahan Data			█	█	█
5	Analisa Data				█	█
6	Pembuatan Laporan				█	█
7	Ujian					█

Keterangan:

 : Kegiatan dilaksanakan

## 3.2 Alat dan Bahan

### 3.2.1 Hardware

1. MAX7219 LED *matrix display*
2. *Raspberry Pi*
3. Laptop

### 3.2.2 Software

1. *Open CV*
2. *Phyton*

## 3.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup kegiatan pada sub bab ini membahas tentang batasan-batasan masalah dalam pembuatan tugas akhir. Adapun batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Menggunakan *Raspberry Pi* sebagai pemroses citra digital.
2. Kendaraan yang tertangkap oleh kamera tidak berhenti di tengah atau tepi jalan.
3. Posisi kamera diam dengan latar belakang yang tidak berubah.
4. Kendaraan bergerak dalam satu arah.
5. Kendaraan tidak dalam keadaan saling menyalip dan bersamaan.
6. Kendaraan yang dideteksi adalah mobil dan motor.
7. Hanya dilakukan dalam satu jalur lintasan.
8. Menggunakan video dengan *screen record* aplikasi android untuk akses CCTV Kabupaten Jember.

## 3.4 Metode Pengumpulan Data

Langkah-langkah yang harus diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Studi Literatur

Tahap awal penelitian ini adalah mencari literatur dari hasil penelitian sebelumnya melalui buku atau internet untuk mengetahui komponen sistem, prinsip kerja, dan karakteristik lain yang mendukung teori tersebut. Diharapkan bahwa literatur yang sudah tersedia dapat memberikan panduan untuk mengurangi kesalahan dalam penelitian.

### 2. Desain alat

Tahap ini adalah tahap konstruksi alat untuk dipelajari dalam desain sistem. Diharapkan melalui proses desain arsitektur yang sistematis ini, sebuah alat untuk penelitian di masa depan dapat dibentuk. Hal lain yang harus dilakukan adalah desain *hardware*, desain *software*.

### 3. Implementasi alat

Setelah membentuk perangkat keras dan perangkat lunak, uji pada setiap modul, lalu uji pada seluruh sistem. Dalam implementasi alat, proses kalibrasi juga dilakukan, di mana proses kalibrasi bertujuan untuk membuat pembacaan sensor akurat.

### 4. Analisis dan pengambilan data

Setelah menguji seluruh sistem dan memastikan bahwa itu berfungsi dengan baik dan hasilnya mencapai target, hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah memperoleh data yang diperlukan dan kemudian menganalisisnya dari data yang diperoleh. Analisis yang dilakukan adalah mengukur kecepatan kendaraan untuk mengubah intensitas cahaya.

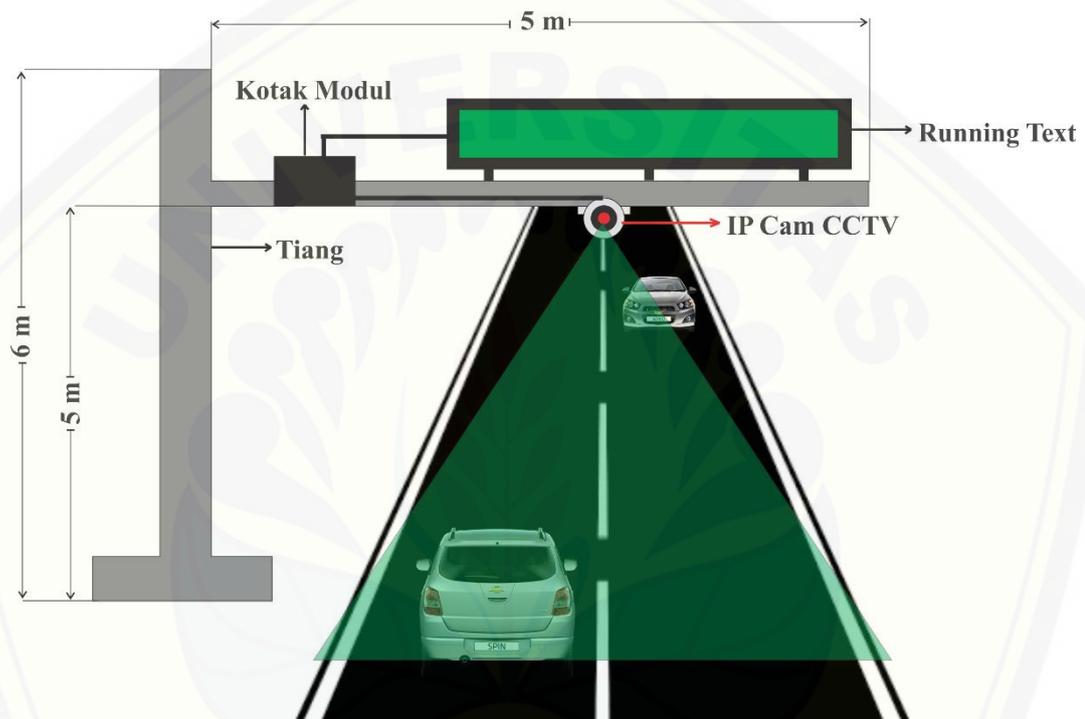
### 5. Penulisan laporan

Pada tahap akhir ini, hasil pengambilan data tidak termasuk dalam diskusi. Kemudian, melalui analisis, beberapa kesimpulan tentang kinerja alat yang digunakan dapat ditarik, dan saran untuk kemungkinan memperbaiki cacat yang ada dan mengembangkan dan meningkatkan alat dapat disediakan.

### 3.5 Perancangan Alat

#### 3.5.1 Perancangan Alat

Penelitian ini peneliti menggunakan kamera ini sebagai masukan pada sebuah sistem ini. Peletakan kamera berada di pinggir jalan raya yang akan dipantau secara terpusat dengan sebuah tiang setinggi 6 meter.



Gambar 3.1 Penempatan kamera pada sistem *traffic monitoring*.



Gambar 3.2 Realisasi perangkat keras dari tampak depan



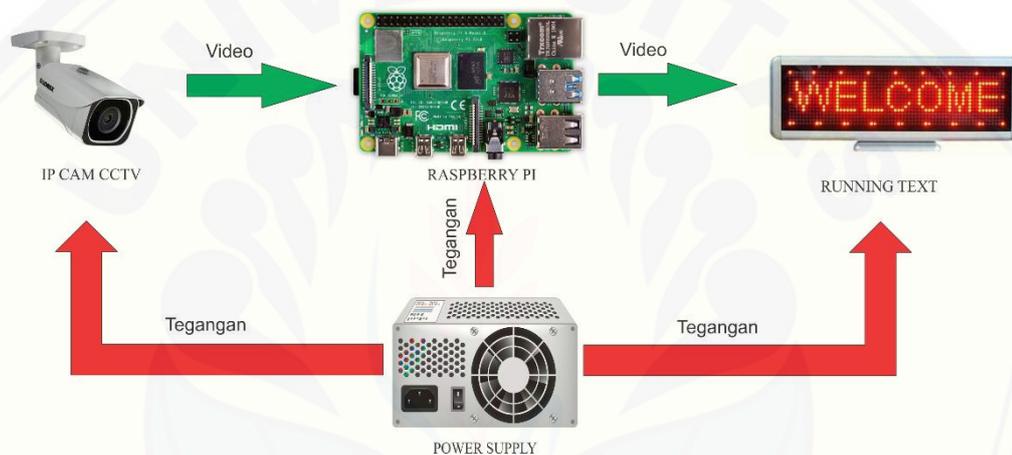
Gambar 3.3 Realisasi perangkat keras dari tampak samping

Gambar 3.1 merupakan desain awal yang diharapkan dari peneliti yang menggunakan tiang dengan tinggi 6 meter. Untuk menampilkan data kecepatan direncanakan akan ditampilkan pada *running text* dengan ukuran besar. Tetapi, pada tahun peneliti mengerjakan terjadi masa pandemi covid-19 yang

membahayakan. Sehingga peneliti membuat sebuah miniatur alat yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 yang menggunakan dasaran dengan triplek ukuran 40 cm x 30 cm. Pengganti dari *running text* ukuran besar yaitu menggunakan MAX7219 LED *dot matrix display* yang masih mampu untuk menampilkan data kecepatan yang telah dideteksi.

### 3.5.2 Perancangan Desain Elektronik

Seluruh sistem elektronik dipresentasikan pada Gambar 3.4



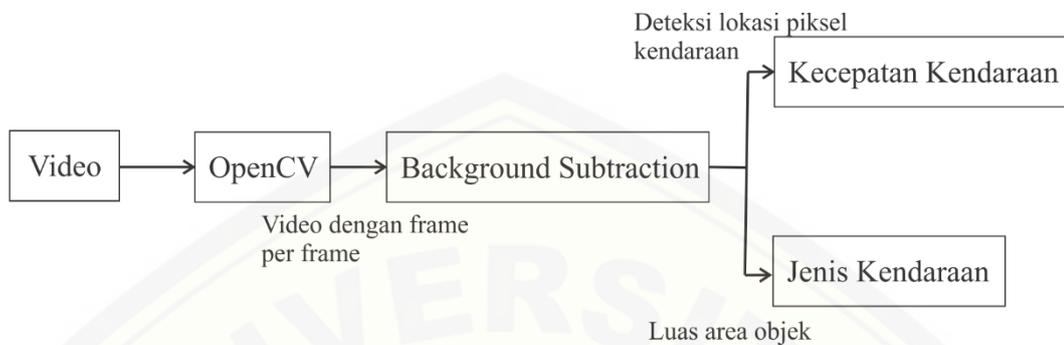
Gambar 3.4 Desain elektronik

Diagram blok diatas bisa dilihat bahwa kamera merupakan sebuah masukan dari sistem ini, kamera yang digunakan adalah IP Cam CCTV. Kamera menggunakan tipe IP karena untuk memudahkan akses dari internet. Raspberry pi akan membaca sebuah IP Cam tersebut, yang selanjutnya akan diproses dengan *Image Processing*. Hasil dari pemrosesan tersebut akan diolah menjadi proses perhitungan kecepatan kendaraan yang akan ditampilkan pada *running text* berupa nilai kecepatan kendaraan tersebut.

### 3.5.3 Perancangan Desain Sistem

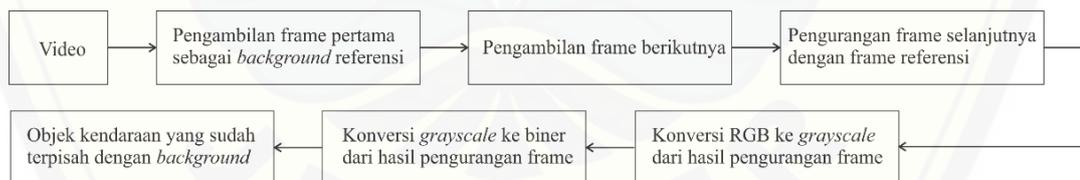
Raspberry pi 4 ada sebuah proses yang dilalui oleh video yang digunakan sebagai input pada raspberry pi, kemudian nantinya akan diolah dengan sistem yang sudah dibuat. Setelah didapatkan sebuah data yang diinginkan, raspberry pi akan

menampilkannya dalam bentuk informasi pada *running text* yang telah terpasang. Adapun desain sistemnya adalah sebagai berikut :



Gambar 3.5 Diagram Blok Proses Prediksi Kecepatan

Blok diagram tersebut tertera bahwa setelah video diambil, Gambar video tersebut dipecah menjadi beberapa *layers* yang kemudian menjadi masukan pada *background subtraction* untuk identifikasi atau diprediksi kecepatan kendaraan, dan jenis kendaraan. Kemudian hasil proses tersebut akan disimpulkan sebuah data kendaraan yang tercatat oleh sistem lalu raspberry pi mengirim data olahan yang sudah terbaca pada *running text* yang terpasang sebagai display dari data-data kendaraan yang diambil.



Gambar 3.6 Blok diagram *background subtraction*

Blok diagram diatas merupakan proses dari metode *background subtraction*. Pertama masukan berupa video hasil dari *screen record* aplikasi android akses CCTV Jember. Video tersebut diambil frame pertama untuk dijadikan sebuah *background referensi*, kemudian mengambil frame selanjutnya. Setelah itu pengurangan antara frame selanjutnya dengan frame *background referensi*. Hasil dari pengurangan frame tersebut akan dikonversi dari RGB ke *grayscale*, kemudian proses konversi *grayscale* menjadi biner untuk memisahkan

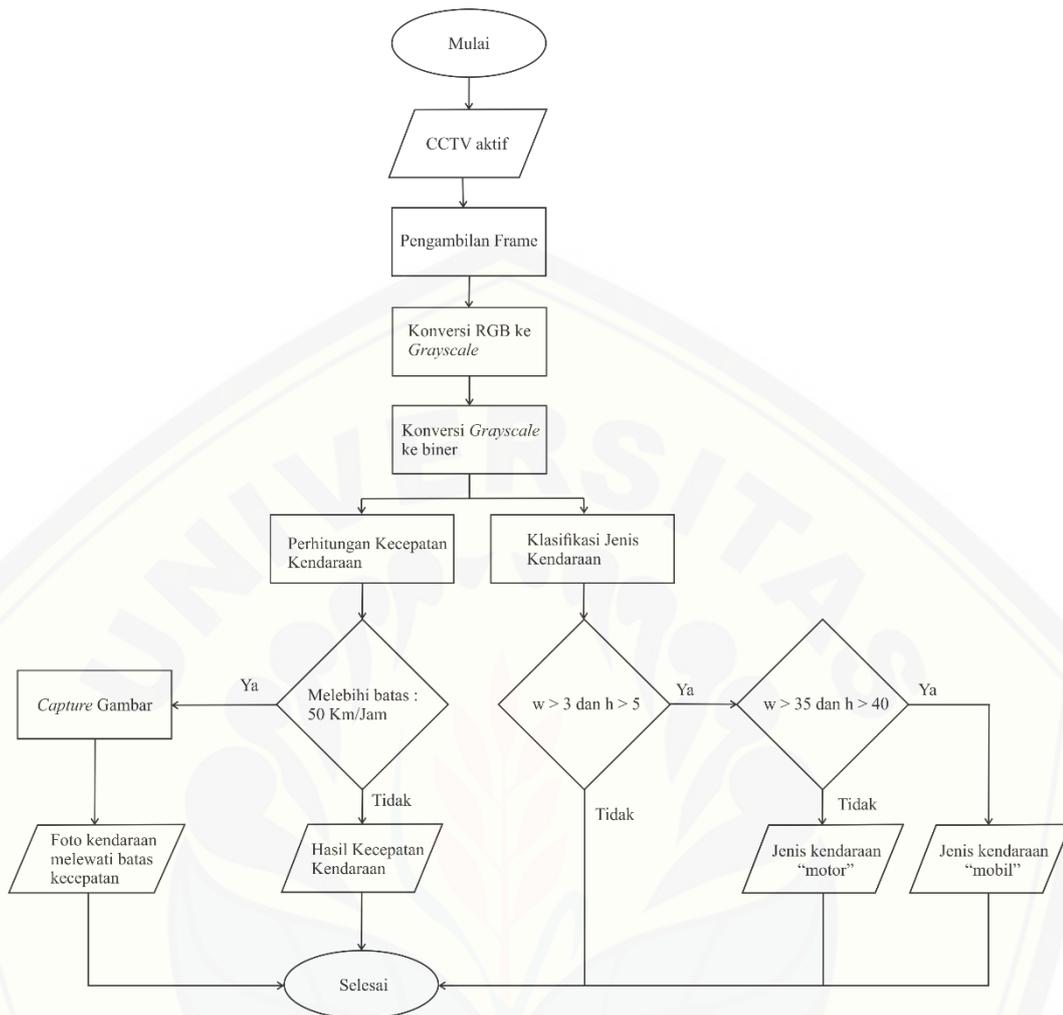
objek dengan *background*. Keluaran yang dihasilkan berupa objek kendaraan dalam keadaan citra biner yang terpisah dengan *background*, sehingga mempermudah dalam proses klasifikasi jenis kendaraan dan kecepatan kendaraan pada penelitian ini.

```
try: hierarchy = hierarchy[0]
    except: hierarchy = []
    for contour, hier in zip(contours, hierarchy):
        (x,y,w,h) = cv2.boundingRect(contour)
        if w > 5 and h > 10:
            cv2.rectangle(frame, (x,y), (x+w,y+h),
(255, 1, 0), 2)
            x1 = w/2
            y1 = h/2
            cx= x+x1
            cy= y+y1
            centroid=(cx,cy)
            titik =
cv2.circle(frame, (int(cx), int(cy)), 4, (0,255,0), -1)
```

Program diatas apabila *bounding box* sudah terGambar pada objek, kemudian mencari titik tengah suatu objek tersebut. Titik tengah objek akan diberikan lingkaran kecil. Pembuatan lingkaran kecil tersebut untuk mempermudah dalam penghitungan jumlah dan kecepatan kendaraan.

#### 3.5.4 Perancangan Perangkat Lunak

Bagian ini akan dijelaskan tentang cara kerja singkat tentang sistem pengukuran kecepatan kendaraan ini. Untuk diagram prosesnya dapat dilihat dibawah ini :



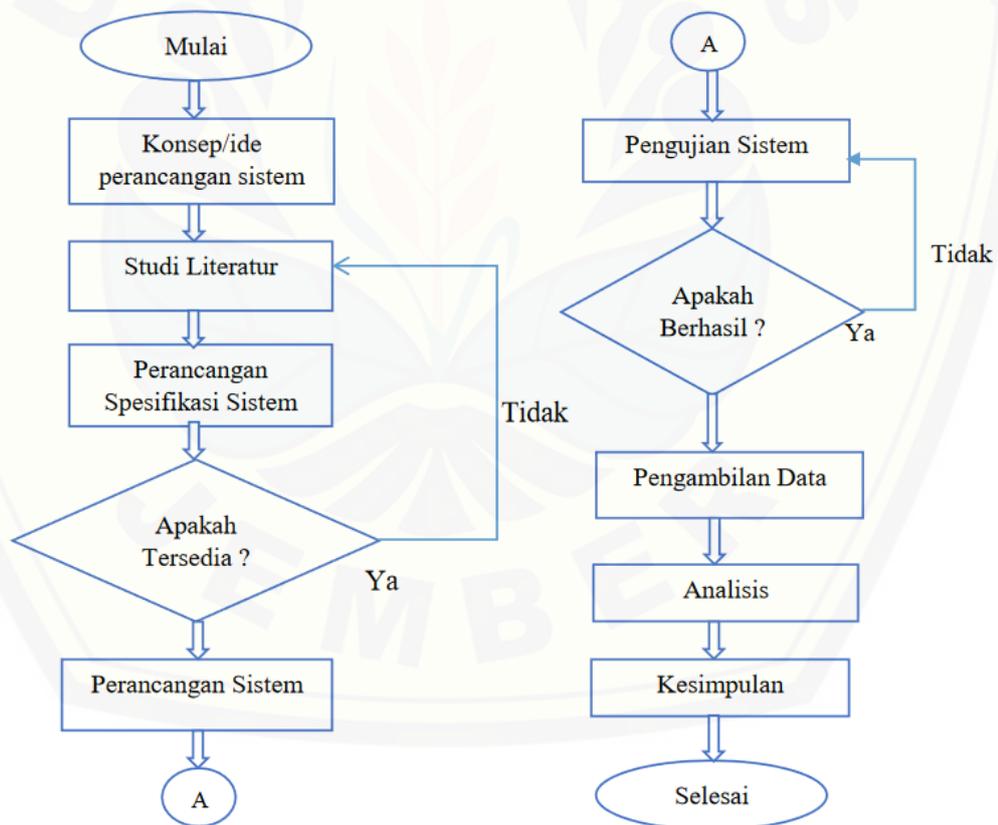
Gambar 3.7 Diagram Proses Sistem

Diagram proses sistem diatas dimulai dari CCTV IP CAM yang aktif. Kemudian mengambil sebuah frame awal untuk proses sebuah *background* referensi. Metode *background subtraction* dimulai pada pengambilan *frame* untuk proses *background* referensi. Kemudian mengambil frame berikutnya, pada frame tersebut akan dikurangi oleh frame awal yang telah diambil. Setelah pengurangan frame tersebut, akan terjadi proses konversi RGB ke *grayscale*. Selanjutnya masuk pada proses konversi *grayscale* ke biner untuk proses pengolahan Gambar. Apabila objek sudah terdeteksi maka proses selanjutnya yaitu perhitungan kecepatan kendaraan dan klasifikasi kendaraan. Bagian perhitungan kecepatan, kecepatan akan dibantu oleh dua garis virtual untuk mempermudah perhitungan kecepatan

kendaraan dengan rumus yang sederhana. Jika kecepatan kendaraan terdeteksi melebihi batas kecepatan yaitu 50 Km/Jam, maka kamera akan *capture* suatu foto kendaraan yang melebihi batas tersebut. Apabila kecepatan terdeteksi tidak melebihi kecepatan, maka hasil kecepatan tersebut akan ditampilkan pada *running text*. Bagian klasifikasi jenis kendaraan, klasifikasi ini menggunakan luas area objek yang terdeteksi. Hasil dari klasifikasi berupa motor atau mobil ini akan ditampilkan langsung pada OpenCV berupa tulisan jenis kendaraan tersebut tepat diatas *bounding box* kendaraan tersebut.

### 3.6 Bagan Alir Penelitian

Bagan alur penelitian ini bertujuan untuk memperjelas langkah-langkah penelitian ini, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian

Gambar diatas dimulai dengan sebuah ide perancangan sistem ini. Kemudian mencari literatur untuk merancang sistem ini, apabila tersedia akan diteruskan dengan merancang sistem ini. Setelah perancangan selesai akan dilakukan pengujian terhadap perancangan sistem ini, pengujian akan dilakukan secara terus menerus sampai target telah terpenuhi. Apabila target sudah terpenuhi maka selanjutnya akan melakukan pengambilan data dan menganalisis data tersebut dan yang terakhir membuat sebuah kesimpulan dari sistem ini.

### 3.7 Data Pengujian

Setelah perancangan sistem telah bekerja sesuai rancangan, diperlukan apa saja yang harus didapatkan dari hasil pengujian agar tujuan penelitian dapat dicapai. Data yang akan dicari yaitu :

#### a. Pengujian CCTV

Dalam pengujian ini akan dilakukan pengujian pembacaan CCTV yang dimiliki oleh Kabupaten Jember yang terpasang di jalan sebelah utara alun-alun Jember terhadap kendaraan yang akan diukur kecepatannya dengan sistem ini. Pengujian terdapat dua sub pengujian antara lain, yaitu : resolusi dan ukuran, pencahayaan. Pengujian resolusi dan ukuran dilakukan dengan mengubah ukuran video sesuai dengan standar video yang telah ditentukan. Dengan ukuran Gambar *426 pixel x 240 pixel*, *640 pixel x 360 pixel*, *854 pixel x 480 pixel*, *1280 pixel x 720 pixel*, dan *1920 pixel x 1080 pixel*. Sedangkan pengujian pencahayaan merupakan pengujian yang dilakukan dengan cara mengambil foto jalan dengan intensitas cahaya yang berbeda-beda. Pengambilan foto tersebut pada pukul 07.00, 12.00, 16.00, dan 19.00 WIB. Sebelum proses pengambilan foto, harus diukur terlebih dahulu intensitas cahaya yang dideteksi oleh alat ukur luxmeter. Apabila nilai intensitas cahaya sudah diketahui maka prosesnya yaitu pengambilan foto menggunakan program yang sudah dibuat.



Gambar 3.9 Pengambilan nilai intensitas cahaya menggunakan luxmeter pada pukul 19.00 WIB

b. Pengujian *Running Text*

Pengujian ini bertujuan untuk mengecek *running text* yang dipakai bisa berjalan dengan yang diinginkan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan program, pada program tersebut akan dimasukkan sebuah kata kemudian melihat keluaran yang ditampilkan sesuai dengan masukan atau tidak. Masukan pada pengujian ini antara lain : “HELLO”, “Niat”, “Asih”, “12345”, dan “.,?!@#&”. Setelah masukan sudah dimasukkan dalam program, kemudian *run program* dan amati keluaran pada *running text*. Selanjutnya mengambil foto *running text* dalam keadaan menampilkan keluaran program tersebut.



Gambar 3. 10 Pengujian running text dengan masukan “HELLO”

c. Pengujian Jenis Kendaraan

Pengujian ini menggunakan 5 video dengan durasi sekitar satu menit yang bersumber dari *screen record* aplikasi android untuk akses CCTV Kabupaten Jember. Video tersebut akan dideteksi jenis kendaraan yang melewati CCTV

tersebut. Selain menggunakan 5 video tersebut akan digunakan video dengan intensitas cahaya yang berbeda-beda yaitu 1100 *lux*, 8420 *lux*, 1400 *lux*, dan 568 *lux*. Sehingga dengan menggunakan intensitas cahaya yang berbeda-beda dapat mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap klasifikasi jenis kendaraan. Untuk mengetahui hasil deteksi jenis kendaraan, dibutuhkan penglihatan langsung pada area antara garis A dan garis B. Apabila objek berada diluar antara kedua garis tersebut maka deteksi jenis kendaraan tidak akan dibaca. Komparasi pada pengujian ini dengan cara penglihatan langsung pada video tersebut.

d. Pengujian terhadap akurasi perhitungan kecepatan kendaraan

Setelah menguji jenis kendaraan, tahap pengujian berikutnya diperlukan untuk menentukan keakuratan perhitungan kecepatan kendaraan pada sistem. Tes ini dapat diselesaikan dengan membandingkan perhitungan sistem kecepatan kendaraan dengan kecepatan kendaraan yang dihitung secara manual pada video. Pengujian ini menggunakan video yang sama dengan klasifikasi jenis kendaraan. Perhitungan manual dengan cara langsung melihat secara langsung pada video hasil *screen record*, serta menggunakan waktu menggunakan *stopwatch* yang ada dalam telepon genggam. Apabila kendaraan menyentuh garis A pada Gambar 4.1, maka waktu akan dimulai pada *stopwatch*. Apabila kendaraan menyentuh garis B, maka waktu akan dihentikan. Kemudian waktu yang didapatkan dikonversi ke jam dan dimasukkan dalam rumus jarak dibagi waktu, dengan jarak aslinya yaitu 6 m dikonversi ke Km, sehingga hasil kecepatan yang didapatkan yaitu dalam Km/Jam.

e. Pengujian keseluruhan.

Pengujian ini yaitu pengujian tentang keseluruhan yang meliputi hasil deteksi kecepatan kendaraan bersamaan dengan deteksi jenis kendaraan yang telah terdeteksi oleh CCTV. Pengujian ini menggunakan 2 video dengan durasi sekitar 1 menit. Video tersebut antara lain : 1 video pada saat lalu lintas dalam keadaan tidak ada kendaraan yang saling menyalip, dan 1 video pada saat lalu lintas ramai atau ada kendaraan yang saling menyalip

## BAB. 5 PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian ini, didapatkan beberapa kesimpulan dari hasil percobaan sebagai berikut :

1. Penggunaan metode *background subtraction* dengan perhitungan kecepatan kendaraan dengan rumus kecepatan =  $\frac{\text{jarak}}{\text{waktu}}$  , mampu mewakili estimasi kecepatan kendaraan sesungguhnya, hal ini dibuktikan dengan nilai rata-rata keakurasian yang memiliki keakurasian yang tinggi sebesar 93.2% .
2. Pengaruh intensitas cahaya yang tinggi kamera masih dapat mendeteksi objek secara baik dengan *range* lux sebesar 1000-8000 sehingga alat ini dapat diimplementasikan secara langsung.

### 5.2 Saran

Dikarenakan pentingnya pengembangan dan penelitian lanjutan yang terkait dengan penelitian ini, penulis memberikan beberapa saran antara lain sebagai berikut :

1. Sistem pengukuran kecepatan kendaraan ini dapat dikembangkan dengan sistem deteksi dengan kendaraan banyak, lebih dari satu jalur lintasan untuk pendeteksian.
2. Menggunakan metode dan rumus kecepatan yang lebih kompleks agar menambah keakurasian dan mengurangi error persen sehingga hasil deteksi kecepatan kendaraan sama dengan kecepatan kendaraan sesungguhnya.
3. Menggunakan pengambilan *background* secara otomatis.
4. Memperkecil adanya *noise* yang berada pada *background* referensi sehingga memperkecil nilai error dan memiliki keakurasian yang tinggi.
5. Menggunakan *deep learning* untuk pembacaan objek.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Sadewo, S. S., R. Sumiharto, dan I. Candradewi. 2015. Sistem pengukur kecepatan kendaraan berbasis pengolahan video. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*. 5(2):177.
- Schoepflin, T. N. dan D. J. Dailey. 2003. Dynamic camera calibration of roadside traffic management cameras for vehicle speed estimation. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 4(2):90–98.
- Nurhadiyatna, A., B. Hardjono, A. Wibisono, W. Jatmiko, dan P. Mursanto. 2012. ITS information source: vehicle speed measurement using camera as sensor. *2012 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems, ICACISIS 2012 - Proceedings*. 179–184.
- The, C., S. Of, A. V. Using, P. Opencv, R. Time, I. Processing, O. N. A. Raspberry, dan P. I. Processor. 2016. International journal of engineering sciences & management research calculating the speed of a vehicle using python opencv in international journal of engineering sciences & management research. 3(12):46–50.
- Bangun, R., S. Pengukur, K. K. Menggunakan, dan S. Magnetik. 2017. Rancang bangun sistem pengukur kecepatan kendaraan menggunakan sensor magnetik. 2:28–36.
- Informasi, J. T., A. Kamaruddin, V. Suhartono, R. A. Pramunendar, P. Teknik, I. Universitas, dan D. Nuswantoro. 2016. DETEKSI api menggunakan background subtraction dan. 12(April):15–24.
- Ardhianto, E. dan W. Hadikurniawati. 2013. Implementasi metode image subtracting dan metode regionprops untuk mendeteksi jumlah objek berwarna rgb pada file video. 18(2):91–100.
- Tol, J. dan B. Mikrokontroler. 2008. Rancangan alat pengukur kecepatan kendaraan di jalan tol berbasis mikrokontroler at89s51. 1–33.
- Setiawan, D. Y., H. Fitriyah, dan I. Arwani. 2019. Sistem penghitung jumlah orang melewati pintu menggunakan metode background subtraction berbasis raspberry pi. 3(2):2105–2113.
- Jumlah, S. D., J. Dan, dan K. Kendaraan. 2019. Sistem deteksi jumlah, jenis dan kecepatan kendaraan menggunakan analisa blob berbasis raspberry pi. 6(2):211–217

- Buliali, J. L., Y. Wijaya, dan I. I. T. I. P. Ustaka. 2017. Deteksi kecepatan kendaraan berjalan di jalan menggunakan opencv. 6(2):366–371.
- Hartoto, P., J. T. Elektro, I. Teknologi, dan S. Nopember. tanpa tahun. Sistem deteksi kecepatan kendaraan bermotor pada real time traffic information system.
- Fadlullah, M., D. A. Darussalam, M. Maulana, M. Rovicky, M. E. Hadi, dan Y. Syafarinda. 2017. Implementasi filter morfologi untuk menghilangkan noise objek pada robot sepak bola. 44–48.
- Difference, M. F. tanpa tahun. Deteksi kecepatan kendaraan bergerak berbasis video menggunakan metode frame difference. 324–332.
- Irianto, K. D., G. Ariyanto, dan U. M. Surakarta. 2015. Motion detection using opencv with background subtraction and motion detection using opencv with background. (August):74–81.
- Dewantoro, A. K., I. Iwut, E. Susatio, F. Teknik, dan U. Telkom. 2015. [3] 1,2,3. 2(2):2833–2840.
- Ardias, B. R., A. D. Diponegoro, M. Rizkinia, dan D. Sudiana. 2014. PENGUKURAN kecepatan kendaraan berbasis video kamera. 1–25.
- Rahayu, S. K., L. Puspitawati, dan S. D. Anggadini. 2014. Vol.12 no. 2. *Majalah Ilmiah UNIKOM*. 12(2):203–210.
- Karim, M. R. dan A. Dehghani. 2010. Vehicle speed detection in video image sequences using cvs method. *International Journal of Physical Sciences*. 5(17):2555–2563.
- Tsani, N. H., I. B. D. M.T, dan A. L. P. S.T. 2017. Impelementasi deteksi kecepatan kendaraan menggunakan kamera webcam dengan metode frame difference the implementation of vehicle speed detection using webcam with frame difference method. 4(2):2373–2381.

## LAMPIRAN

### A. Listing Program

```
import cv2
import time
import numpy as np
import RPi.GPIO as GPIO
from time import sleep, strftime
from datetime import datetime

from luma.core.interface.serial import spi, noop
from luma.core.render import canvas
from luma.core.virtual import viewport
from luma.led_matrix.device import max7219
from luma.core.legacy import text, show_message
from luma.core.legacy.font import proportional,
CP437_FONT, LCD_FONT

serial = spi(port=0, device=0, gpio=noop())
device = max7219(serial, width=32, height=8,
block_orientation=-90)
device.contrast(5)
virtual = viewport(device, width=32, height=16)
show_message(device, 'Modul Kamera Pengukur Kecepatan
Kendaraan', fill="white", font=proportional(LCD_FONT),
scroll_delay=0.04)
show_message(device, 'MULAI', fill="white",
font=proportional(LCD_FONT))

backsub = cv2.createBackgroundSubtractorMOG2()
```

```
capture =
cv2.VideoCapture('/home/pi/SKRIPSI/Skripsi/video/jam
19')

i = 1
start_time = time.time()

#garis 1
ax1 = 245
ay = 140
ax2 = 380

#garis 2
bx1 = 130
by = 210
bx2 = 385

#batas kecepatan
batas = 50
#jarak asli
Jarak = 6

def Speed_Cal(time):
    try:
        Speed = ((Jarak*3600*2))/(time*1000)
        return Speed
    except ZeroDivisionError:
        print (5)

while True:
```

```
ret, frame = capture.read()

if (type(frame) == type(None)):
    break
frame = cv2.resize(frame, (640, 360))
# garis1 = cv2.line(frame, (ax1, ay), (ax2, ay), (0, 0,
255), 2)
# garis2 = cv2.line(frame, (bx1, by), (bx2, by), (0, 0,
255), 2)

gray = cv2.cvtColor (frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
fgmask = backsub.apply (gray)
kernel = np.ones((2,2),np.uint8)
kernel_dilate = np.ones((3,3),np.uint8)
opening = cv2.morphologyEx(fgmask, cv2.MORPH_OPEN,
kernel)
dilation = cv2.morphologyEx(opening,
cv2.MORPH_OPEN, kernel_dilate)
contours, hierarchy = cv2.findContours(dilation,
cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_NONE)

try: hierarchy = hierarchy[0]
except: hierarchy = []
for contour, hier in zip(contours, hierarchy):
    (x,y,w,h) = cv2.boundingRect(contour)
    if w > 5 and h > 10:
        cv2.rectangle(frame, (x,y), (x+w,y+h),
(255, 1, 0), 2)
        x1 = w/2
        y1 = h/2
        cx= x+x1
```

```

        cy= y+y1
        centroid=(cx,cy)
        titik =
cv2.circle(frame, (int(cx),int(cy)),4, (0,255,0),-1)
        #cv2.imwrite('sesudah.png', frame)

        #klasifikasi jenis kendaraan
        if w > 35 and h > 40:
            cv2.rectangle(frame, (x,y), (x+w,y+h),
(255, 1, 1), 1)
            cv2.putText(frame, 'mobil', (x,y-
10),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (0,0,255),1)
            elif w > 3 and h > 5:
                cv2.rectangle(frame, (x,y), (x+w,y+h),
(1, 255, 1), 1)
                cv2.putText(frame, 'motor', (x,y-
5),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (0,255,0),1)

                while int(ay) >= int(cy) & int(ay-
2)>=int(cy) :
cv2.line(frame, (ax1,ay), (ax2,ay), (0,255,0),2)
                    start_time = time.time()
                    break

                while int(ay) <= int(cy):
                    if int(by) <= int(cy) & int(by+5) >=
int(cy):

cv2.line(frame, (bx1,by), (bx2,by), (0,255,0),2)

```

```

        Speed = Speed_Cal(time.time() -
start_time)

        print("Car Number "+str(i)+" Speed:
"+str(Speed))

        i = i + 1
        with canvas(virtual) as draw:
            text(draw, (0, 0), str(Speed) +
"Km/Jam", fill="white", font=proportional(LCD_FONT))
            print(time.time())
            print(start_time)
            print(Speed)
            cv2.putText(frame, "Speed: "+
str(Speed) + "Km/Jam", (50, 90),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (255,0,0),3);
            if Speed > batas :
                print("Anda Melebihi Kecepatan"
+ str(i))
                cv2.circle(frame, (x,y), 30,
(0, 0, 255), 2)
                cv2.imwrite("kecepatan =" +
str(Speed) + "NO" + str(i) + ".png", frame)
                break
            else :
                cv2.putText(frame, "Calculating",
(10,50), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1,(0,255,0),2)
                break

```

```

#cv2.imwrite('malam.png', frame)
cv2.imshow("Track", frame)
#cv2.imshow("background sub", fgmask)

```

```
#cv2.imshow("dilation", dilation)
key = cv2.waitKey(5)
if key == ord('q'):
    break
cv2.destroyAllWindows()
```

### B. Hasil *capture* gambar kendaraan yang melebihi batas kecepatan



Gambar 1. Hasil *capture* gambar kendaraan pada kecepatan terdeteksi sebesar 55.56 Km/Jam



Gambar 2. Hasil *capture* gambar kendaraan pada kecepatan terdeteksi sebesar 50.6 Km/Jam