



**RANCANG BANGUN MODUL KAMERA DETEKSI KECEPATAN
KENDARAAN MENGGUNAKAN NVIDIA JETSON NANO
DENGAN METODE *IMAGE PIXEL MANIPULATION*
*AND CALCULATION***

SKRIPSI

Oleh

Angga Riyan Fredianto

NIM. 151910201110

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

2019



**RANCANG BANGUN MODUL KAMERA DETEKSI KECEPATAN
KENDARAAN MENGGUNAKAN NVIDIA JETSON NANO
DENGAN METODE *IMAGE PIXEL MANIPULATION
AND CALCULATION***

SKRIPSI

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

Oleh

Angga Riyan Fredianto

NIM. 151910201110

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO STRATA 1
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Dengan tulus ikhlas dan penuh kerendahan hati skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan Rahmat serta Hidayah-Nya, dan juga memberi kemudahan, kesehatan, kesabaran, dan kekuatan dalam mengerjakan skripsi ini.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai panutan kita dalam berbagai hal.
3. Kedua orang tua tercinta Ayahanda M Soleh Anggoro dan Ibunda Luluk Istidiyah Y yang senantiasa mendidik saya dengan sabar, disiplin, keras dan penuh rasa kasih sayang. Memberi dukungan dengan sepenuh hati serta semangat dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Bapak Widya Cahyadi, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Ir. Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota, atas kesabaran dan keikhlasan dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini.
5. Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan di jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jember.
6. Almamaterku Universitas Jember yang aku cintai dan banggakan.
7. Keluarga besar D15TORSI dan ELKA 15 yang telah memberikan dukungan dan doanya.
8. Keluarga besar Center for Development of advanced Science and Technology Universitas Jember yang telah ikut membantu membimbing dalam pengerjaan skripsi ini.
9. Mas Zamroni yang telah membagi ilmunya dan memberi arahan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
10. Safira Dini Nur Aini yang selalu memberikan semangat serta dukungannya dalam pengerjaan skripsi ini.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuannya.”

(QS Al Baqoroh: 286)

“Menyia-nyiakan waktu lebih buruk dari kematian. karena kematian memisahkanmu dari dunia, sementara menyia-nyiakan waktu memisahkanmu dari Allah.”

(Imam bin Al Qayim)

“Rahasia kesuksesan adalah mengetahui yang orang lain tidak ketahui.”

(Aristotle Onassis)

“Sukses adalah saat persiapan dan kesempatan bertemu.”

(Bobby Unser)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angga Riyan Fredianto

NIM : 151910201110

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : **“Rancan Bangun Modul Kamera Deteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan Nvidia Jetson Nano Dengan Metode *Image Pixel Manipulation And Calculation*”** 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, 17 Juli 2020

Yang menyatakan,

Angga Riyan Fredianto

NIM 151910201110

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN MODUL KAMERA DETEKSI KECEPATAN
KENDARAAN MENGGUNAKAN NVIDIA JETSON NANO
DENGAN METODE *IMAGE PIXEL MANIPULATION*
*AND CALCULATION***

Oleh

Angga Riyan Fredianto

NIM 151910201110

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Widya Cahyadi, S.T., M.T

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Rancang Bangun Modul Kamera Deteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan Nvidia Jetson Nano Dengan Metode *Image Pixel Manipulation And Calculation***” karya Aangga Riyan Fredianto telah diuji dan disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Tempat :

Tim Penguji,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Widya Cahyadi, S.T., M.T

NIP 198511102014041001

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

NIP 197804052005011002

Penguji I

Penguji II

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

NIP 196801191997021001

Ali Rizal Chaidir, S.T., M.T.

NIP 760015754

Mengesahkan

Dekan,

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

NIP 197008261997021001

RINGKASAN

Rancang Bangun Modul Kamera Deteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan Nvidia Jetson Nano dengan Metode *Image Pixel Manipulation and Calculation*; Angga Riyan Fredianto, 151910201110; 2020; Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.

Kecepatan dalam berkendara adalah salah satu penyebab dari terjadinya kecelakaan. Berdasarkan hasil pertemuan Forum Polantas Asean (ATPF) 2017 yang ke-2, Indonesia juga termasuk negara di Asean yang memiliki tingkat kecelakaan lalu lintas yang cukup besar dengan rata-rata umur para korban yang meninggal dunia akibat kecelakaan yaitu antara 15 sampai 29 tahun.

Polres Jember berupaya dalam meningkatkan ketertiban pada pengendara dan juga peningkatan kualitas lalu lintas yang ada di Jember. Sebanyak 109 CCTV yang terpasang di beberapa titik jalan di Jember, dapat dimanfaatkan sebagai speed gun, guna menekan biaya pengadaan yang terlalu mahal dan nantinya bisa memanfaatkan CCTV yang telah terpasang di beberapa titik. NVIDIA Jetson Nano Developer Kit adalah sebuah kit yang digunakan sebagai pengembangan Artificial Intelligence (AI) yang dapat digunakan untuk menjalankan berbagai muatan AI modern dengan kinerja yang mengesankan.

Pada penelitian ini object yang terdeteksi akan diprediksi kecepatannya dengan menggunakan OpenCV dan juga tensorflow object detection API yang menggunakan metode Image pixel manipulation and calculation. Metode tersebut adalah sebuah metode dengan memanfaatkan pergerakan pixel object yang digunakan sebagai acuan dalam penentuan jarak perpindahan object yang terdeteksi dan waktu yang diperlukan sehingga didapatkan kecepatan kendaraan tersebut. Selain pendeteksian kecepatan kendaraan, alat juga memiliki feature lain, yaitu arah kendaraan, warna kendaraan, dan juga jenis kendaraan yang terdeteksi.

Dalam pendeteksian warna kendaraan dapat dilakukan dikarenakan sistem telah diberi pembelajaran tentang warna dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbor (K-NN) yaitu sebuah metode klasifikasi terhadap sekumpulan data yang

didasarkan dengan pembelajaran data yang sebelumnya sudah terklasifikasikan yaitu dalam hal ini adalah warna-warna, sehingga sistem mampu mengenal warna beserta namanya. Selanjutnya dalam pembacaan jenis kendaraan juga menggunakan sebuah pemodelan yang sudah disediakan oleh Tensorflow Object Detection API.

Hasil dari penelitian ini adalah CCTV dapat mendeteksi object, ketika object ketika object berada pada jarak 20 m dengan sudut pandang kamera sebesar 27 derajat dari kamera. Kendaraan diatas 80 Km/Jam sulit diidentifikasi oleh kamera CCTV, dan kendaraan yang berhenti di garis ROI akan terbaca berulang kali, jarak ROI dengan kamera sejauh 18 m, dengan intensitas terbaik dalam penelitian ini yaitu pada range 1000-7000 lux

SUMMARY

Design and Build Vehicle Speed Detection Camera Modules Using Nvidia Jetson Nano with Image Pixel Manipulation Method and Calculation; Angga Riyan Fredianto, 151910201110; 2020; Department of Electrical Engineering, University of Jember.

Speed in driving is one of the causes accident. Based on the results of the 2017 ASEAN Polantas Forum (ATPF) meeting the second, Indonesia is also included as a country in ASEAN which has a level traffic accidents are quite large with an average age of the victims who are died due to an accident that is between 15 to 29 years.

Jember Regional Police is attempting to improve order in motorists and also improving the quality of traffic in Jember. A total of 109 CCTVs which is installed in several roads in Jember, can be used as speed gun, in order to reduce procurement costs that are too expensive and can later utilizing CCTV that has been installed at some point. NVIDIA Jetson Nano The Developer Kit is a kit that is used as an Artificial development Intelligence (AI) which can be used to run various AI loads modern with impressive performance.

In this research, the detected object will be predicted its speed by using OpenCV and also the tensorflow object detection API using the Image pixel manipulation and calculation method. That method is a method utilizing the movement of pixel objects used as a reference in determining the distance of the displacement of detected objects and the time needed to get the speed of the vehicle. In addition to detecting vehicle speed, the tool also has another feature, namely direction vehicle, vehicle color, and also the type of vehicle detected.

In vehicle color detection can be done due to the system have been taught about colors by using the K-Nearest method Neighbor (K-NN) is a method of classification of data sets based on learning data that has been previously classified that is, in this case the colors, so the system is able to recognize colors along with

its name. Furthermore, in the reading of the type of vehicle as well using a modeling that has been provided by Tensorflow Object Detection API

The result of the study are CCTV can detect object, when the object is at a distance of 20 m with a camera viewpoints of 27 degrees from the camera. Vehicle above 80 Km/hour are difficult to be identified by CCTV cameras, and vehicles that stop at the ROI line will be read over and overtimes, the ROI distance from the cameras is 18 m, with the best intensity in this research is in the range of 1000 – 7000 lux



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Modul Kamera Deteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan Nvidia Jetson Nano dengan Metode *Image Pixel Manipulation and Calculation*”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menuntaskan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

1. Allah SWT yang telah memberikan Rahmat serta Hidayah-Nya, dan juga memberi kemudahan, kesehatan, kesabaran, dan kekuatan dalam mengerjakan skripsi ini.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai panutan kita dalam berbagai hal.
3. Kedua orang tua tercinta Ayahanda M Soleh Anggoro dan Ibunda Luluk Istidiyah Y yang senantiasa mendidik saya dengan sabar, disiplin, keras dan penuh rasa kasih sayang. Memberi dukungan dengan sepenuh hati serta semangat dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Bapak Widya Cahyadi, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Ir. Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota, atas kesabaran dan keikhlasan dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini.
5. Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan di jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jember.
6. Almamaterku Universitas Jember yang aku cintai dan banggakan.
7. Keluarga besar D15TORSI dan ELKA 15 yang telah memberikan dukungan dan doanya.
8. Keluarga besar Center for Development of advanced Science and Technology Universitas Jember yang telah ikut membantu membimbing dalam pengerjaan skripsi ini.
9. Mas Zamroni yang telah membagi ilmunya dan memberi arahan dalam proses penyelesaian skripsi ini.

10. Safira Dini Nur Aini yang selalu memberikan semangat serta dukungannya dalam pengerjaan skripsi ini.

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, 17 Juli 2020

Penulis



DAFTAR ISI

COVER	i
SKRIPSI.....	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO.....	iv
PERNYATAAN	v
PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN.....	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	18
1.1 Latar Belakang	18
1.2 Rumusan Masalah	22
1.3 Tujuan Penelitian.....	23
1.4 Batasan Masalah.....	23
1.5 Manfaat Penelitian.....	23
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	24
2.1 Kamera CCTV.....	24
2.1.1 Kamera CCTV Dome.....	24
2.1.2 IP Camera.....	26
2.2 Tensorflow Object Detection	28
2.3 NVIDIA Jetson Nano	30
2.4 Arduino UNO.....	33
2.5 MAX7219 LED Matrix Display.....	34
2.6 KNN	34
2.7 Frame Per Second (FPS).....	35
2.8 OpenCV.....	36
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	37
3.1 Waktu dan Tempat.....	37
3.1.1 Tempat.....	37

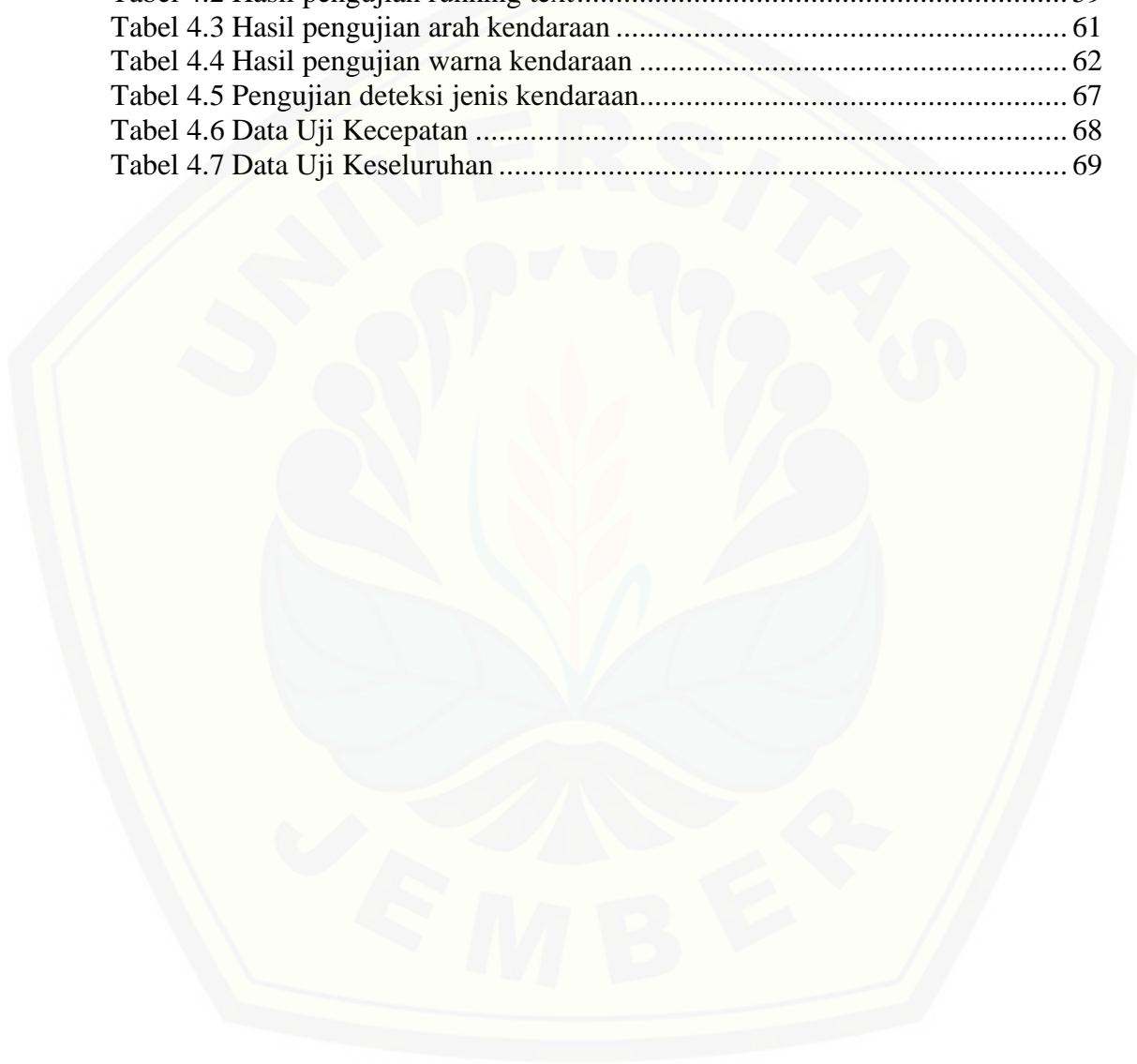
3.1.2	Waktu	37
3.2	Metodologi Penelitian	38
3.3	Alat dan Bahan	40
3.4	Rancangan Alat.....	40
3.4.1	Rancangan Desain Alat.....	40
	40
3.4.2	Perancangan Perangkat Keras	41
3.4.3	Rancangan Perangkat Lunak	43
3.5	Rencana Data Pengujian	48
BAB 4 . HASIL DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Pengujian dan Analisa	50
4.1.1	Pengujian CCTV.....	50
4.1.2	Pengujian Running Text	58
4.1.3	Pengujian Arah Kendaraan.....	61
4.1.4	Pengujian Warna Kendaraan.....	61
4.1.5	Pengujian Jenis Kendaraan	66
4.1.6	Pengujian Akurasi Kecepatan Kendaraan.....	67
4.1.7	Pengujian Keseluruhan.....	68
BAB 5. PENUTUP.....		71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dome CCTV Camera..... 24
Gambar 2.2 IP Weatherproof Camera 26
Gambar 2.3 Logo Tensorflow 28
Gambar 2.4 Contoh pembacaan image area pada buah 29
Gambar 2.5 NVIDIA Jetson Nano Tampak Atas 30
Gambar 2.6 NVIDIA Jetson Nano Tampak Samping 31
Gambar 2.7 NVIDIA Jetson Nano Tampak Samping 31
Gambar 2.8 Arduino UNO 33
Gambar 2.9 Arduino UNO 36
Gambar 3.1. Flowchart Penelitian 38
Gambar 3.1. Rancangan Desain Alat..... 40
Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem Perangkat 41
Gambar 3.3 Diagram Blok Proses Prediksi kecepatan 42
Gambar 3.4 Tampilan pendeteksi 43
Gambar 4.1 Posisi CCTV tampak samping 50
Gambar 4.2 Posisi CCTV tampak depan 51
Gambar 4.3 Tampilan CCTV 51
Gambar 4.4 ilustrasi tampak depan..... 52
Gambar 4.5 Ilustrasi tampak samping 53
Gambar 4.6 Hasil gambar pengujian CCTV dengan ukuran 426 x 240 pixel 54
Gambar 4.7 Hasil gambar pengujian CCTV dengan ukuran 640 x 360 pixel 54
Gambar 4.8 Hasil gambar pengujian CCTV dengan ukuran 854 x 480 pixel 55
Gambar 4.9 Hasil gambar pengujian CCTV dengan ukuran 1280 x 720 pixel..... 55
Gambar 4.10 Hasil gambar pengujian CCTV dengan ukuran 1920 x 1080 pixel. 56
Gambar 4.11 Hasil CCTV pada intensitas 57
Gambar 4.12 Hasil CCTV pada intensitas 57
Gambar 4.13 Hasil CCTV pada intensitas 57
Gambar 4.14 Hasil CCTV pada intensitas 58
Gambar 4.15 keluaran running text dengan masukkan CDAST 59
Gambar 4.16 keluaran running text dengan masukkan HeLLo..... 59
Gambar 4.17 keluaran running text dengan masukkan Safira..... 60
Gambar 4.18 keluaran running text dengan masukkan 12345 60
Gambar 4.19 keluaran running text dengan masukkan !@#\$\$%, 60
Gambar 4.20 Hasil uji warna 1 62
Gambar 4.21 Hasil uji warna 2 62
Gambar 4.22 Hasil uji warna 3 63
Gambar 4.23 Hasil uji warna 4 63
Gambar 4.24 Hasil uji warna 5 64
Gambar 4.25 Hasil uji warna 6 64
Gambar 4.26 Hasil uji warna 7 65
Gambar 4.27 hasil uji warna 8 65
Gambar 4.28 Contoh kesalahan 66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi dan fitur Dome CCTV Camera	25
Tabel 2.2 Spesifikasi dan fitur IP Weatherproof Camera	27
Tabel 2.3 Spesifikasi dan fitur NVIDIA Jetson Nano	32
Tabel 3.1. Rencana Kegiatan Penelitian	37
Tabel 4.1 Pengaruh intensitas cahaya terhadap tampilan gambar	57
Tabel 4.2 Hasil pengujian running text.....	59
Tabel 4.3 Hasil pengujian arah kendaraan	61
Tabel 4.4 Hasil pengujian warna kendaraan	62
Tabel 4.5 Pengujian deteksi jenis kendaraan.....	67
Tabel 4.6 Data Uji Kecepatan	68
Tabel 4.7 Data Uji Keseluruhan	69



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki wilayah geografis yang luas dan jumlah penduduk yang besar, serta tingginya angka kepemilikan kendaraan bermotor. Menurut hasil BPS data Statistik Transportasi Darat pada tahun 2017 pemilik kendaraan roda 2 di Indonesia sebanyak 113 Juta jiwa, dan pemilik kendaraan roda 4 sebanyak 25,5 Juta jiwa. Mayoritas penyebab terjadinya kecelakaan adalah rendahnya kedisiplinan dalam mengendarai kendaraan bermotor. Berdasarkan hasil pertemuan Forum Polantas Asean (ATPF) 2017 yang ke-2, Indonesia juga termasuk negara di Asean yang memiliki tingkat kecelakaan lalu lintas yang cukup besar dengan rata-rata umur para korban yang meninggal dunia akibat kecelakaan yaitu antara 15 sampai 29 tahun. Badan Kesehatan Dunia (WHO) memberikan pernyataan bahwasannya kecelakaan lalu lintas merupakan penyebab kedua terbesar didunia yang mengakibatkan banyak korban yang meninggal. Polri juga menyatakan bahwa disepanjang tahun 2017 korban kecelakaan, dengan catatan yang meninggal dunia sebanyak 24.213 orang dan 16.159 orang yang mengalami luka-luka akibat kecelakaan lalu lintas.

Kecepatan kendaraan saat melaju dijalanan juga sebagai sumber kecelakaan terjadi, sehingga pemerintah menertibkan batas kecepatan berkendara dengan diaturnya dalam Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Pada ayat 4 pasal 21 UU Lalu Lintas disebut batas kecepatan paling rendah pada jalanan bebas hambatan ditetapkan dengan batas absolut 60 KM per jam dalam kondisi arus bebas, paling tinggi 100 KM per jam untuk jalan bebas hambatan, kemudian paling tinggi 80 KM per jam untuk jalan antar kota, selanjutnya paling tinggi 50 KM per jam untuk kawasan perkotaan, dan yang terakhir paling tinggi 30 KM per jam untuk kawasan pemukiman. Tidak cukup hanya dengan pembuatan aturan, dalam sepanjang 2015 mencapai 6.345 kasus kecelakaan lalu lintas di Jakarta sekitar 30% sampai 40% disebabkan oleh pengendara yang berkendara dengan sangat cepat, sehingga Polda Metro Jaya akan menggunakan *speed gun* atau bisa juga disebut radar kecepatan demi menekan angka kecelakaan, yaitu dengan menertibkan pengendara yang melaju kencang.

Radar kecepatan adalah alat pengukur kecepatan kendaraan bermotor dengan prinsip efek doppler. Efek doppler adalah sebuah fenomena dimana frekuensi gelombang dari suatu sumber yang diterima oleh pendengar (*detector*) mengalami perubahan yang disebabkan oleh perubahan posisi sumber frekuensi atau pergerakan relatif sumber suara terhadap pendengar begitu pula sebaliknya. Seperti ketika berbunyi sirine mobil ambulance yang sedang melintas, saat ambulance semakin mendekat, frekuensi gelombang suara yang diterima akan berbeda dengan ambulance yang semakin menjauh. Pengusul pertama kali efek ini adalah seorang fisikawan Austria Christian Doppler pada tahun 1842. Cara kerja dari efek doppler yaitu, detektor akan menangkap frekuensi yang relatif lebih tinggi ketika objek yang dideteksi mendekat, dan akan mendapat frekuensi yang lebih rendah ketika objek jauh dari detektor, sehingga prinsip efek doppler ini diterapkan pada *speed gun*. Perangkat ini dapat digunakan dengan cara *portable* dengan cara dipegang oleh polisi yang bertugas, ataupun ditempel di atas jalan yang biasanya dilengkapi dengan kamera yang nantinya akan merekam plat nomor kendaraan yang melanggar peraturan tata tertib lalu lintas dalam hal kecepatan kendaraan.

Jember adalah kota yang saat ini terus berkembang mulai dari perkembangan infrastruktur hingga pertumbuhan penduduknya. Pada tahun 2017 penduduk Jember mencapai 2.430.185 jiwa. Jumlah kendaraan baik bersifat pribadi, umum, ataupun milik perusahaan tertentu juga semakin meningkat. Sehingga, Polres Jember selalu meningkatkan ketertiban pada pengendara dan juga peningkatan kualitas-kualitas yang ada pada lalu lintas, seperti penambahan CCTV (*Close Circuit Television*) di beberapa titik rambu-rambu lalu lintas, dan juga beberapa *zebra cross* memiliki fasilitas lampu lalu lintas yang dinamakan *pelican crossing* biasanya dilengkapi tombol untuk mengaktifkan lampu merah yang ditujukan untuk menghentikan kendaraan sejenak dan memberi waktu pejalan kaki untuk menyebrang. CCTV (*Close Circuit Television*) adalah sebuah kamera yang data rekamannya disiarkan dengan sinyal tertutup, hanya monitor-monitor tertentu yang dapat digunakan untuk melihat rekaman CCTV. Kamera CCTV ini berfungsi sebagai alat pengambil gambar, ada 2 hal paling utama yang membedakan dari segi penggunaan, kualitas dan fungsinya yaitu, kamera CCTV *analog*, kamera ini

menggunakan satu *solid cable* untuk setiap kamera, yang artinya setiap kamera harus langsung terhubung dengan DVR (*Digital Video Recorder*) atau sistem secara langsung. Kemudian yang kedua adalah kamera *network* atau biasa juga di sebut IP *camera* dimana kamera jenis ini dapat memanfaatkan jaringan sehingga akan lebih menghemat dari segi instalasinya, karena meskipun sifatnya bercabang dan paralel akan tetapi tidak memerlukan satu kabel khusus untuk tiap pengaksesan pada kameranya. Pada umumnya kamera CCTV yang digunakan sebagai pemantau lalu lintas adalah kamera dengan tipe kamera *network* termasuk pula Jember, karena memudahkan instalasi terhadap ruang pengawasan.

Polres Jember memasang ratusan CCTV disejumlah titik jalan raya. Langkah ini dilakukan untuk mengantisipasi kemacetan dan menekan aksi kriminalitas. Saat ini sudah ada 109 CCTV yang terpasang di bebrapat jalan raya yang rawan macet, rawan kecelakaan, rawan kriminalitas, dan beberapa tempat yang dinilai memiliki kerawanan lainnya. CCTV yang terpasang memiliki batas perekaman hingga 3 bulan (kradiojember.com). Satlantas Polres Jember saat ini juga sudah mulai mengoperasikan *speed gun*, salah satunya berada di jalan Hayam Wuruk kecamatan Kaliwates, Jember. Menurut Kanit Turjawali Iptu. Suyitno alasan pengoprasian yang dilakukan di jalan Hayam Wuruk, sebab jalan tersebut merupakan bagian jantung kota dan juga sudah sangat jelas terpasang aturan batas kecepatan di jalan tersebut yaitu 50 KM per Jam (tribunjember.com). Namun, harga dari sebuah *speed gun* tidaklah murah yaitu Rp 3.800.000 atau lebih, terlebih lagi tidak hanya *speed gun*, terkadang ada tambahan lainnya seperti kamera untuk merekam plat nomer dan sebagainya.

Sebanyak 109 CCTV yang terpasang di beberapa titik jalan di Jember, dapat dimanfaatkan sebagai *speed gun*, guna menekan biaya pengadaan yang terlalu mahal dan nantinya bisa memanfaatkan CCTV yang telah terpasang di beberapa titik. Sehingga skripsi ini ditujukan untuk membuat rancang bangun modul kamera berbasis CCTV dengan menggunakan NVIDIA Jetson Nano. NVIDIA Jetson Nano Developer Kit adalah sebuah kit yang digunakan sebagai pengembangan Artificial Intelligence (AI) yang dapat digunakan untuk menjalankan berbagai muatan AI modern dengan kinerja yang mengesankan. Dengan NVIDIA Jetson Nano

Developer Kit pengembang dapat menjalankan kerangka kerja AI dan juga pemodelan untuk aplikasi pengenalan gambar, deteksi objek, segmentasi, pengenalan suara dan banyak lagi kerangka kerja AI lainnya yang bisa dijalankan dengan NVIDIA Jetson nano.

NVIDIA Jetson Nano Developer Kit ini ditenagai oleh micro USB dan dilengkapi dengan banyak pin I / O, mulai dari GPIO hingga CSI. Pin I / O yang sangat banyak ini memudahkan pengembang untuk menghubungkan berbagai sensor untuk keperluan pengembangan aplikasi AI. NVIDIA Jetson Nano Developer Kit juga didukung oleh NVIDIA JetPack, yang mencakup Paket Dukungan Board (BSP), Linux OS, NVIDIA CUDA, cuDNN, dan TensorRT untuk *deep learning*, *computer vision*, komputasi GPU. Sedangkan *Image Processing* adalah sebuah bentuk pengolahan atau pemrosesan sinyal dengan suatu input yang berupa gambar (*image*) dan kemudian ditransformasikan menjadi gambar lain sebagai outputnya dengan menggunakan teknik tertentu. *Image processing* berfungsi untuk memperbaiki data sinyal gambar yang memiliki kesalahan dikarenakan terjadi akibat transmisi dan selama akuisisi sinyal berlangsung, serta untuk meningkatkan kualitas penampakan gambar agar lebih mudah diinterpretasi oleh sistem penglihatan manusia baik dengan melakukan manipulasi dan juga penganalisisan terhadap gambar. OpenCV adalah sebuah *library* yang digunakan untuk mengekstrak informasi yang ada didalam sebuah gambar ataupun video, dalam penelitian ini peran Opencv yaitu mengekstrak video yang didapat oleh CCTV yang kemudian hasil ekstraknya dilanjutkan pada Tensorflow *Object detection*. Tensorflow *Object detection* adalah sebuah *open source framework* yang dapat digunakan untuk mengembangkan, melatih dan juga menggunakan model deteksi *object*. Pada penelitian ini deteksi *object* yang dapat dilakukan oleh tensorflow akan diterapkan sebagai pendeteksian kendaraan. Pendeteksian kecepatan pada kendaraan dilakukan dengan menggunakan metode *Image Pixel Manipulation and Calculation*. *Pixel* adalah elemen kecil dari sebuah gambar atau video yang di dalamnya terdapat sebuah kombinasi dari 3 warna yaitu merah, hijau, dan biru.

Sedangkan dengan beberapa fitur yang lain yaitu sistem akan

menampilkan info tentang kendaraan yang terdeteksi mulai dari arah kendaraan, jenis kendaraan, dan juga warna kendaraan. Arah kendaraan akan didapatkan dengan metode yang sama dengan kecepatan kendaraan yaitu dengan metode *Image Pixel Manipulation and Calculation* yaitu sebuah metode yang bertumpu dengan pemanupulasian piksel dari sebuah *object* yang sedang diamati dengan merubah ukurannya yang kemudian dihitung dan diukur. Kemudian untuk pendeteksian warna kendaraan dapat dilakukan dikarenakan sistem telah diberi pembelajaran tentang warna dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) yaitu sebuah metode klasifikasi terhadap sekumpulan data yang didasarkan dengan pembelajaran data yang sebelumnya sudah terklasifikasikan yaitu dalam hal ini adalah warna-warna, sehingga sistem mampu mengenal warna beserta namanya. Selanjutnya dalam pembacaan jenis kendaraan juga menggunakan sebuah pemodelan yang sudah disediakan oleh Tensorflow Object Detection API, sehingga dengan demikian pada penelitian ini sistem dapat menampilkan 4 informasi sekaligus.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka rumusan masalah yang di dapatkan adalah:

1. Bagaimana cara untuk memanfaatkan kamera CCTV agar dapat membaca *object* yang sedang berjalan.
2. Berapakah jarak yang ideal dalam mendeteksi kecepatan kendaraan.
3. Berapakah intensitas cahaya yang bagus dalam proses pendeteksian kecepatan kendaraan tersebut.
4. Bagaimana kinerja modul kamera kecepatan kendaraan berbasis CCTV menggunakan NVIDIA Jetson Nano.
5. Berapakah sudut kamera yang tepat dalam penggunaan deteksi kecepatan kendaraan ini.

1.3 Tujuan Penelitian

Seluruh penelitian yang akan dilakukan ini memiliki beberapa tujuan diantaranya yaitu:

1. Mengetahui cara agar sistem mampu mendeteksi *object* yang lewat.
2. Mengetahui jarak yang ideal dalam peletakan CCTV sehingga bisa mendeteksi *object*.
3. Mengetahui intensitas cahaya yang bagus dalam proses pendeteksian kecepatan kendaraan tersebut.
4. Mengetahui kinerja modul kamera kecepatan kendaraan berbasis CCTV menggunakan NVIDIA Jetson Nano.
5. Mengetahui sudut kamera yang tepat dalam penggunaan deteksi kecepatan kendaraan ini.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini, maka terdapat batasan-batasan masalahnya, yaitu:

1. Kendaraan yang memiliki kecepatan diatas 80 KM per jam, maka kamera CCTV tidak dapat mengidentifikasinya
2. Kecepatan kendaraan yang terbaca hanya kendaraan yang tertangkap kamera, dengan sudut kamera 68 derajat, dan sudut pandang kamera ke kendaraan sebesar 27 derajat.
3. Kendaraan hanya dapat teridentifikasi apabila kendaraan lewat area yang telah ditentukan sebagai area identifikasi kendaraan, atau disebut juga ROI *line* dengan jarak 18 m dari kamera.
4. Kendaraan yang dapat diidentifikasi adalah kendaraan roda 4.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian skripsi yang dilakukan ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Membantu polisi lalu lintas dalam penertiban pengendara yang melaju diatas ketetapan kecepatan kendaraan.
2. Mampu membantu sebagai solusi untuk penekanan biaya pengadaan speedgun.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisi beberapa komponen penting yang digunakan dalam penelitian beserta penjelasan yang umum tentang komponen tersebut. Dan juga pada bab ini akan dijelaskan juga pengumpulan pendapat terkait dengan masalah yang dibahas sehingga dapat dijadikan dasar dalam penelitian ini.

2.1 Kamera CCTV

Kamera CCTV (Close Circuit Television) adalah kamera video digital yang digunakan untuk memantau sebuah ruangan, jalan, lorong, pertokoan dan sebagainya dengan tujuan sebuah pengamanan dan sebagai barang bukti apabila terjadi suatu tindak kejahatan yang tidak ada saksi atau pencurian sehingga dapat terdeteksi pelaku tindak kejahatannya. Kamera CCTV sering kali terpasang di bandara, hotel, atm, bank, jalan raya, dan lain sebagainya. Dari hasil rekaman yang terekam CCTV kemudian diteruskan ke sebuah layar monitor di ruang tertentu sehingga petugas dapat memantau area-area tersebut dengan melihat layar monitor.

Kamera CCTV memiliki beberapa jenis kamera yang memiliki fungsi dan tujuan yang berbeda-beda, diantaranya :

2.1.1 Kamera CCTV Dome



Gambar 2.1 Dome CCTV Camera

(Sumber : www.stealth.co.id)

Pada CCTV Dome sering digunakan dalam sistem pemantauan keamanan seperti pada kantor, restoran, serta toko karena desain yang terlihat lebih beradaptasi dan mudah terabaikan atau tidak terlihat dengan lingkungan ruang tersebut. Dan juga ketika kamera jenis ini terlihat, akan sangat sulit bagi orang-orang untuk membedakan arah dari lensa kamera, karena bentuk kamera yang seperti kubah tersebut dan terselimuti kaca hitam yang menutupi lensa dari kamera.

Tabel 2.1 Spesifikasi dan fitur Dome CCTV Camera

Sensor Gambar	½.7” 2.0M CMOS FH8536E+GC2673
Resolusi	1920 (H) x 1080 (V)
Lensa	3,6 mm Mega Pixel
<i>IR Distance</i>	30 meter
<i>Minimum Illumination</i>	0,01 lux IR LED on : 0 lux
<i>Electronic Shutter</i>	Auto: 1/50 (1/60) – 1/100.000 Sec
<i>Video Output</i>	1,0 Vp-p, 75Ω , BNC
<i>Power Supply</i>	DC12 V1,5A

(www.stealth.co.id)

2.1.2 IP Camera



Gambar 2.2 IP Weatherproof Camera

(Sumber: www.stealth.co.id)

Kamera CCTV jenis ini berfungsi sebagai pemantauan keamanan yang data videonya dapat dikirim dan diterima melalui komputer dengan bantuan internet sebagai penyambungannya. *IP Camera* pertama kali digunakan pada tahun 1996. Beberapa keuntungan dari *IP* kamera diantaranya minimnya kabel untuk menghubungkan kamera ke monitor pengawas. Kamera ini juga tidak membutuhkan terlalu banyak biaya, dikarenakan hanya harus terhubung dengan Wi-Fi, kemudian hanya perlu melakukan penginstallan dan sudah bisa digunakan tanpa harus melakukan installasi terlebih dahulu yang membutuhkan kabel bermeter-meter.

Keuntungan selanjutnya yaitu, kamera mampu menangkap gambar sesuatu yang bergerak di depannya lantas mengirim gambar ataupun video ke e-mail pengguna, sehingga pengguna dapat mengawasi dimana saja dan dapat melakukan tindakan pencegahan terhadap kejahatan dengan lebih cepat. Kamera ini juga dibagi menjadi dua tipe, yaitu *IP Camera* terpusat dan *IP Camera* desentralisasi. Pada *IP Camera terpusat* diperlukan adanya *Network Video Recorder* (NVR) yang digunakan sebagai manajemen penyimpanan, perekaman dan juga alarm.

Sedangkan *IP Camera* desentralisasi tidak memerlukan *Network Video Recorder* (NVR) dikarenakan tipe ini memiliki fungsi perekam dan penyimpanan yang terpasang pada kamera, sehingga kamera mampu merekam dan langsung

masuk pada media penyimpanan seperti NAS (Network Attached), SD Card, komputer ataupun sever.

Tabel 2.2 Spesifikasi dan fitur IP Weatherproof Camera

Sensor Gambar	1/2.7" 2Megapixel progresive CMOS
Resolusi	1920x1080(V)
Lensa	Fixed
IR <i>Distance</i>	30m
<i>Minimum Illumination</i>	0.08Lux/F2.0 (Color,1/3s,30IRE), 0.3Lux/F2.0 (Color,1/30s,30IRE), 0Lux/F2.0(IR on)
<i>Electronic Shutter</i>	Auto/Manual, 1/3~1/100000s
RAM / ROM	256MB/16MB
<i>Power Supply</i>	<5.5W

(Sumber: www.stealth.co.id)

Pada penelitian ini kamera CCTV ditujukan pada pengawasan jalan raya dengan fungsi merekam video laju kendaraan dan bisa mengawasi ketertiban berkendara, khususnya pada kecepatan kendaraan dan arah lajunya. Kamera CCTV akan dihubungkan pada NVIDIA Jetson nano, sehingga video yang telah diambil nantinya akan bisa di proses untuk diambil datanya.

Adapun jenis kamera CCTV yang akan digunakan tidak akan terspesifikasi atau terkhususkan pada jenis apa dan tipe apa, karena kamera CCTV yang terpasang di jalan raya kota Jember beragam macamnya sehingga diharapkan *output* dari penelitian ini dapat diterapkan pada semua jenis kamera CCTV yang ada di kota Jember

2.2 Tensorflow Object Detection



Gambar 2.3 Logo Tensorflow

(Sumber: www.tensorflow.org)

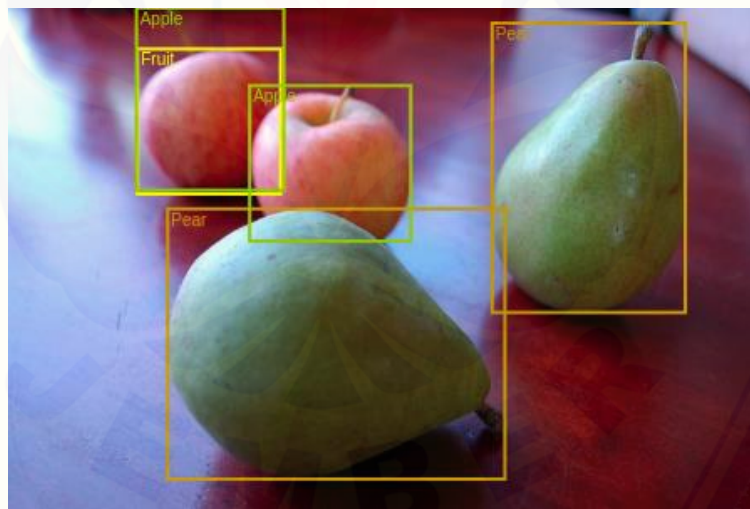
Tensorflow adalah sebuah *library* perangkat lunak yang bersifat *open source framework* yang dapat digunakan untuk pengembangan sebuah sistem yang dituntut dapat membaca benda dengan detail, melatih mesin pintar, dan menggunakan model deteksi objek.

Tensorflow awal mulanya adalah milik google yang dirilis khusus sebagai *machine learning* yang digunakan secara internal sebagai penyempurnaan mesin pencarian google. Kemudian google menjadikan *Tensorflow* sebagai program *open source* dengan tujuan membantu banyak orang dalam memperoleh tool yang tepat dalam penelitian dibidang jaringan syaraf tiruan. *Tensorflow* menggabungkan antara aljabar komputasi dengan teknik pengoptimalan kompilasi, sehingga mempermudah dalam penghitungan banyak ekspresi matematis dimana masalahnya terletak pada waktu yang dibutuhkan dalam melakukan sebuah penghitungan.

Beberapa fitur andalan dari *Tensorflow* antara lain dapat mendefinisikan, melakukan pengoptimalan, dan menghitung secara efisien ekspresi matematis yang melibatkan *array multidimension* (tensor), kemudian adanya pemrograman yang mendukung jaringan syaraf dalam dan teknik *learning machine*. *Tensorflow* mampu menuliskan kode yang sama dan menjalankannya baik di CPU ataupun di GPU,

Tensorflow juga memiliki skalabilitas komputasi yang tinggi di seluruh mesin dan kumpulan data yang besar.

Pada penelitian ini, akan digunakan *Tensorflow Object Detection*. *Tensorflow Object detection* adalah sebuah kembangan dari *Tensorflow* yang dikhususkan dalam mendeteksi sebuah *object*, yang sebelumnya *object* telah dimasukkan terlebih dahulu dalam sebuah pemodelan yang dalam penelitian ini menggunakan pemodelan yang sudah tersedia dari *Tensorflow* yaitu *ssd mobilenet v1 coco*. Sehingga ketika sebuah *object* tersebut berada di depan kamera yang digunakan sebagai alat pembantu dalam mendeteksi dari sebuah *object* yang diinginkan, *object* tersebut akan dapat terbaca dan terdeteksi oleh sistem karena sistem telah mengenali *object* tersebut melalu pembelajaran model *object* tersebut yang dalam penelitian ini adalah kendaraan. Dari *object* tersebut dapat kita tambahkan sebuah data detailnya sebagai informasi yang terdeteksi.



Gambar 2.4 Contoh pembacaan image area pada buah

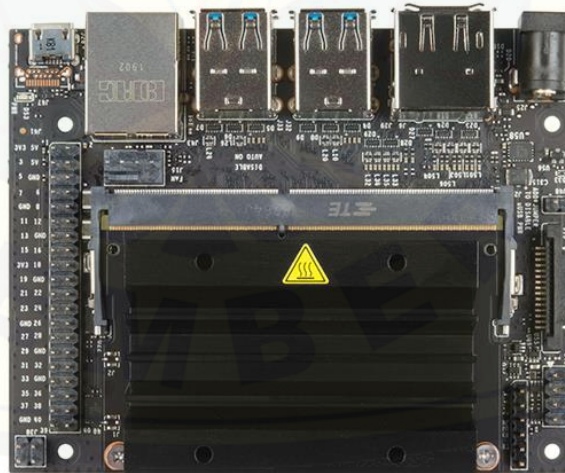
(Sumber: blog.algorithmia.com)

Tensorflow Object Detection akan di fungsikan sebagai pendeteksi kendaraan yang nantinya tertangkap kamera CCTV, yang kemudian akan membaca *image area* yang nantinya dapat memprediksi kendaraan apa yang sedang melaju.

Kemudian *pixel location* digunakan untuk membaca kecepatan kendaraan yang melaju dan tertangkap kameran, serta mencatat arah laju kendaraan.

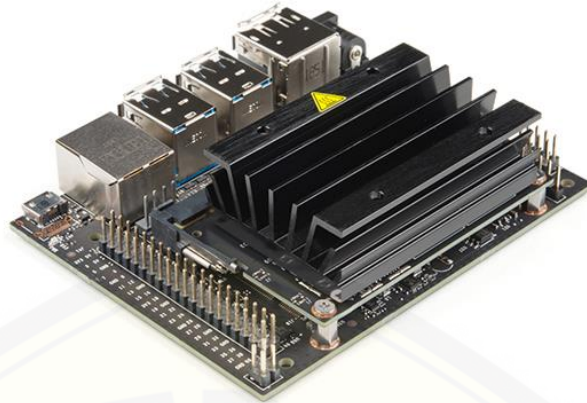
2.3 NVIDIA Jetson Nano

NVIDIA Jetson Nano Developer Kit adalah kit pengembangan Artificial Intelligence (AI) yang dapat digunakan untuk menjalankan berbagai muatan AI modern dengan kinerja yang mengesankan. Dengan NVIDIA Jetson Nano Developer Kit sekarang pengembang dapat menjalankan kerangka kerja AI dan pemodelan untuk aplikasi pengenalan gambar, deteksi objek, segmentasi, pengenalan suara dan banyak lagi kerangka kerja AI lainnya yang bisa di jalankan dengan ini. NVIDIA Jetson Nano Developer Kit ini ditenagai oleh micro USB dan dilengkapi dengan banyak pin I / O, mulai dari GPIO hingga CSI. Pin I / O yang melimpah ini memudahkan pengembang untuk menghubungkan berbagai sensor untuk keperluan pengembangan aplikasi AI. NVIDIA Jetson Nano Developer Kit juga didukung oleh NVIDIA JetPack, yang mencakup Paket Dukungan Board (BSP), Linux OS, NVIDIA CUDA, cuDNN, dan TensorRT untuk *deep learning*, *computer vision*, komputasi GPU,



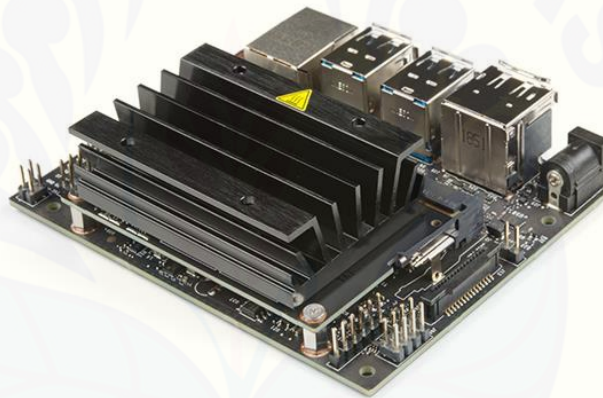
Gambar 2.5 NVIDIA Jetson Nano Tampak Atas

(Sumber: developer.nvidia.com, 2019)



Gambar 2.6 NVIDIA Jetson Nano Tampak Samping

(Sumber: developer.nvidia.com, 2019)



Gambar 2.7 NVIDIA Jetson Nano Tampak Samping

(Sumber: developer.nvidia.com, 2019)

Pada penelitian ini akan menggunakan NVIDIA Jetson Nano sebagai mini komputer yang digunakan untuk memproses data setelah pembacaan kecepatan kendaraan yang tertangkap oleh CCTV. NVIDIA Jetson Nano memiliki bentuk dan ukuran yang kecil, akan tetapi komputer mini ini dapat menghasilkan kinerja komputasi hingga 472 GFLOPS (proses per detik), Namun daya yang diserap oleh alat ini hanya sebesar 5 w saja dan itupun sudah mempuni untuk menjalankan beban kerja AI modern. NVIDIA Jetson Nano juga memiliki spesifikasi seperti pada tabel 1.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Spesifikasi dan fitur NVIDIA Jetson Nano

Catu Daya	5V 2A (via micro USB) / 5V 4A (via jack DC)
GPU	128-core Maxwell
CPU	Quad-core ARM A57 @ 1.43 GHz
RAM	4 GB 64-bit LPDDR4 25.6 GB/s
Penyimpanan	microSD (tidak termasuk dalam paket penjualan)
Video Encoder	4K @ 30 4x 1080p @ 30 9x 720p @ 30 (H.264/H.265)
Video Decoder	4K @ 60 2x 4K @ 30 8x 1080p @ 30 18x 720p @ 30 (H.264/H.265)
Kamera Slot	1x MIPI CSI-2 DPHY lanes
Konektifitas	Gigabit Ethernet, M.2 Key E
Output Display	HDMI 2.0 and eDP 1.4
USB	4x USB 3.0, USB 2.0 Micro-B
Pin I/O	GPIO, I2C, I2S, SPI, UART
Dimensi	100 mm x 80 mm x 29 mm

(Sumber: developer.nvidia.com, 2019)

2.4 Arduino UNO



Gambar 2.8 Arduino UNO

(Sumber: www.arduino.cc)

Arduino UNO adalah *board* mikrokontroler berbasis Atmega328 yang memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM, sedangkan pin yang lainnya digunakan input analog. Arduino UNO juga sangat mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya dengan menghubungkan Board Arduino UNO ke komputer menggunakan kabel USB atau dengan listrik AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.

Arduino jenis UNO berbeda dengan arduino jenis yang lain, karena dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Nama “UNO” sendiri diambil dari bahasa Italia yang berarti satu. Untuk menandai peluncuran Arduino 1.0 dan versi ini juga akan menjadi referensi dari Arduino. Arduino UNO memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, arduino ini pun diprogram dengan dengan listing program atau platform pemrograman yang sudah disediakan oleh arduino.

2.5 MAX7219 LED Matrix Display

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

- Tegangan Operasi: 5 V
- Terdapat 4 buah Dot Matrix 8 x 8 yang disusun seri
- Menggunakan IC kontroller MAX7219
- Ukuran board: 12,8 cm x 12,8 cm x 1,3 cm

2.6 KNN

K-Nearest Neighbor (K-NN) adalah sebuah metode klasifikasi terhadap sekumpulan data yang didasarkan dengan pembelajaran data yang sebelumnya sudah terklasifikasikan. Algoritma *k-Nearest Neighbor* menggunakan *Neighborhood Classification* sebagai nilai prediksi dari nilai *sampling* yang baru. Prinsip kerja *K-Nearest Neighbor* (KNN) adalah mencari jarak terdekat antara data yang akan dievaluasi dengan K tetangga terdekatnya dalam data pelatihan. Data training diproyeksikan ke ruang yang berdimensi banyak, yang mana tiap dimensi menjelaskan fitur-fitur dari data itu.

Ruang ini dibagi menjadi beberapa bagian berdasarkan klasifikasi data *training*. Dalam menentukan nilai k gunakan nilai ganjil, karena jika tidak menggunakan nilai yang ganjil maka ada kemungkinan tidak akan mendapatkan jawaban. Nilai K dipertimbangkan berdasarkan banyaknya data yang ada dan juga ukuran dimensi yang dibentuk oleh data. Apabila data yang dilatih itu semakin banyak, maka nilai k yang dipilih lebih baik semakin rendah. Sebaliknya, apabila ukuran dimensi data semakin besar, angka k yang dipilih sebaiknya nilainya semakin tinggi.

2.7 Frame Per Second (FPS)

Frame Per Second (FPS) adalah istilah yang berbahasa Inggris yang artinya layar per detik, FPS adalah jumlah gambar yang ditampilkan oleh layar tiap detik. Contoh yang mudah difahami dalam penjelasan FPS adalah sebuah roll kamera yang hanya ada di jaman dahulu, saat pemutaran roll kamera menjadi sebuah film. Pada roll kamera tersebut banyak susunan gambar yang tercetak pada pita film, sehingga proses pemutaran film pada jaman itu dilakukan dengan cara memutar roll kamera dengan cepat sehingga gambar-gambar tersebut tersusun menjadi video, dikarenakan mata manusia ketika melihat gambar beruntun dengan kecepatan 12 FPS otak akan mendefinisikan sebagai gambar yang bergerak atau video, sehingga saat itu standard industri film dibuat 24 FPS karena jika diatas 24 FPS akan membutuhkan seluloid yang lebih banyak lagi dan akan menambah biaya lebih banyak. Untuk saat ini FPS sudah bisa lebih tinggi lagi, tidak hanya terbatas dengan 24 FPS dikarenakan saat ini teknologi sudah semakin maju dan sudah tidak perlu menggunakan seluloid.

2.8 OpenCV



Gambar 2.9 Arduino UNO

(Sumber: id.wikipedia.org, 2018)

OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) adalah sebuah *library* perangkat lunak berbasis C++ yang memiliki tujuan sebagai pengolahan citra dinamis secara real-time atau *Computer Vision*. Salah satu dari penerapan *opencv* adalah pada bidang robotika, pendeteksi sebuah object, dan juga pengenalan karakter serta masih banyak lagi yang lainnya. OpenCV pertama kali diluncurkan pada tahun 1999 oleh Inter Research sebagai lanjutan dari bagian sebuah proyek yang bertajuk aplikasi intensif berbasis CPU, real-time ray tracing dan tembok penampil 3D, kemudian dalam pengembangannya sekarang didukung oleh Willow Garage dan Itseez.

OpenCV bersifat *Open Source* sehingga dengan mudah di download dan gratis. Tidak hanya terintegrasi dengan windows, *opencv* juga terintegrasi dengan sistem operasi yang lain seperti Linux, Android, dan Mac OS. *OpenCV* memiliki beberapa kelebihan selain gratis dalam mendapatkannya, yaitu *opencv* memiliki data *library* yang cukup banyak, selanjutnya komputasi pada *opencv* lebih ringan dalam hal pengolahan citra digital dibandingkan dengan yang lain. *OpenCV* juga dapat bekerja secara *real-time*, dan akan lebih cepat lagi proses penjalanannya jika *processor* yang digunakan milik *intel*.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Tempat

Adapun tempat penelitian, pengujian dan analisis dilakukan secara umum dilakukan di:

Tempat : Lab. Robotika Sistem Kendali Cerdas CDAS Universitas Jember

Alamat : Jl. Kalimantan N0.37, Krajan Timur, Sumpersari, Kec. Sumpersari Kabupaten Jember

3.1.2 Waktu

Waktu penelitian, pengujian dan analisis dilakukan secara umum dilakukan Agustus 2019 sampai dengan Oktober 2019.

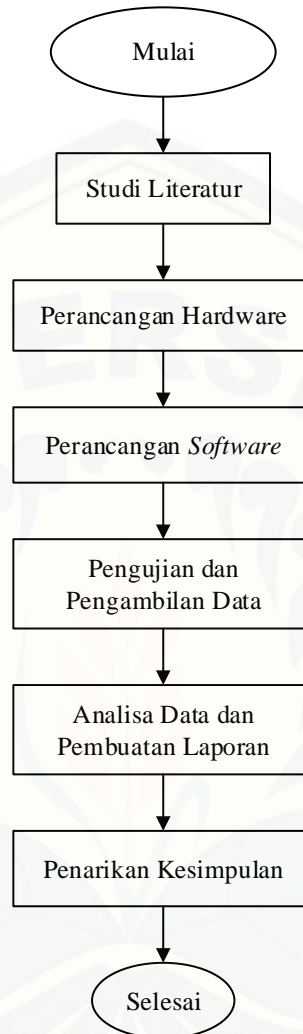
Tabel 3.1. Rencana Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan ke-								
		I			II			III		
1	Persiapan, studi literatur dan pembuatan laporan Bab 1 sampai Bab 3	■	■							
2	Pembelian bahan-bahan untuk pembuatan alat		■	■	■					
3	Pembuatan alat pengering ikan dan Konsultasi				■	■	■			
4	Pengujian alat dan Konsultasi					■	■	■	■	
5	Analisa data yang sudah didapat dari pengujian dan Konsultasi								■	■
6	Pembuatan laporan									■

Keterangan:

 : Kegiatan dilaksanakan

3.2 Metodologi Penelitian



Gambar 3.1. Flowchart Penelitian

Alur penelitian “Rancang Bangun Modul Kamera Kecepatan Kendaraan Berbasis CCTV Menggunakan NVIDIA Jetson Nano” terdapat beberapa tahapan dalam melakukan penelitian skripsi ini, diantaranya sebagai berikut:

1. Studi literatur

Alur penelitian yang pertama yaitu dengan melakukan pencarian literatur yang terkait dengan Lalu lintas, CCTV, NVIDIA Jetson nano, dan modul kamera kecepatan kendaraan. Bertujuan agar perancangan dan pelaksanaan penelitian dapat menghasilkan *Output* sesuai dengan yang diinginkan.

2. Perancangan *Hardware*

Alur penelitian yang kedua yaitu dengan melakukan proses perancangan *Hardware* yaitu pembuatan modul kamera kecepatan kendaraan, dengan cara mengkoneksikan antara NVIDIA Jetson nano, CCTV, dan *running text*.

3. Perancangan *Software*

Alur ketiga yaitu melakukan proses pemrograman dalam *python* pada NVIDIA Jetson Nano, untuk mendapatkan *output* yang diinginkan dan pemrosesan *video* CCTV yang diinginkan pula.

4. Pengujian dan Pengambilan Data

Alur penelitian yang keempat yaitu dengan melakukan pengujian terhadap modul yang sudah terbuat terhadap CCTV dan output yang dihasilkan pada *running text*. Pengujian ini sangat berpengaruh terhadap tingkat keberhasilan dari penelitian ini.

5. Analisa Data dan Pembuatan Laporan

Alur penelitian yang kelima yaitu dengan menganalisa data yang telah didapat sebelumnya. Data yang didapat dari pengujian modul yang telah di buat, sehingga dari analisa setiap percobaan diharapkan mendapatkan *output* yang sesuai dengan yang diinginkan.

6. Penarikan Kesimpulan

Alur penelitian yang keenam yaitu dengan memberikan kesimpulan dari pengujian dan analisa data yang diperoleh.

3.3 Alat dan Bahan

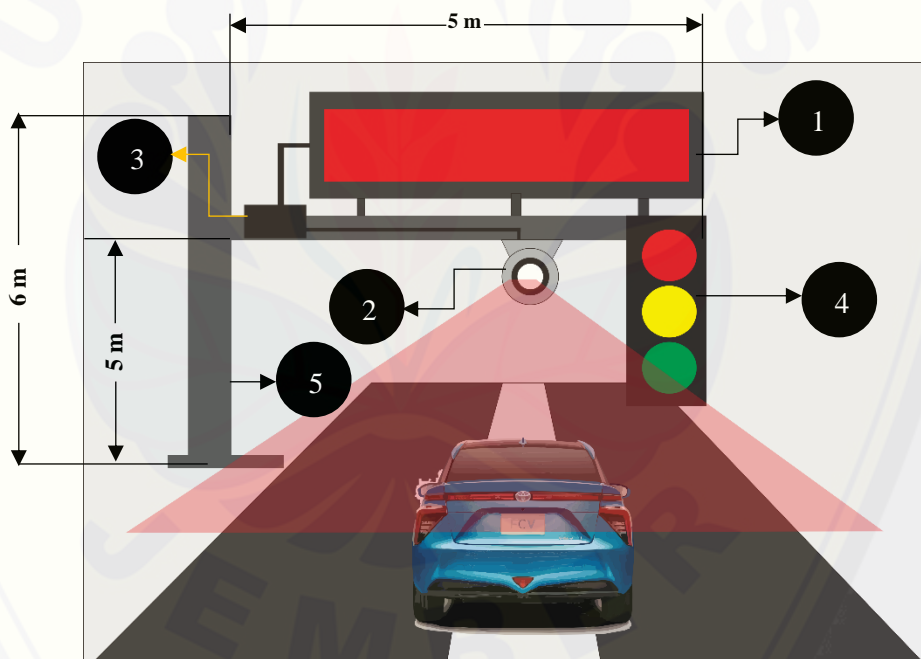
Beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan ini diantaranya, yaitu :

1. NVIDIA Jetson Nano
2. Power Supply
3. Kamera CCTV
4. Running Text
5. Kabel

Alat dan bahan lain mencakup: PCB, solder, timah, bor, gergaji, resistor, dan lain-lain.

3.4 Rancangan Alat

3.4.1 Rancangan Desain Alat



Gambar 3.1. Rancangan Desain Alat

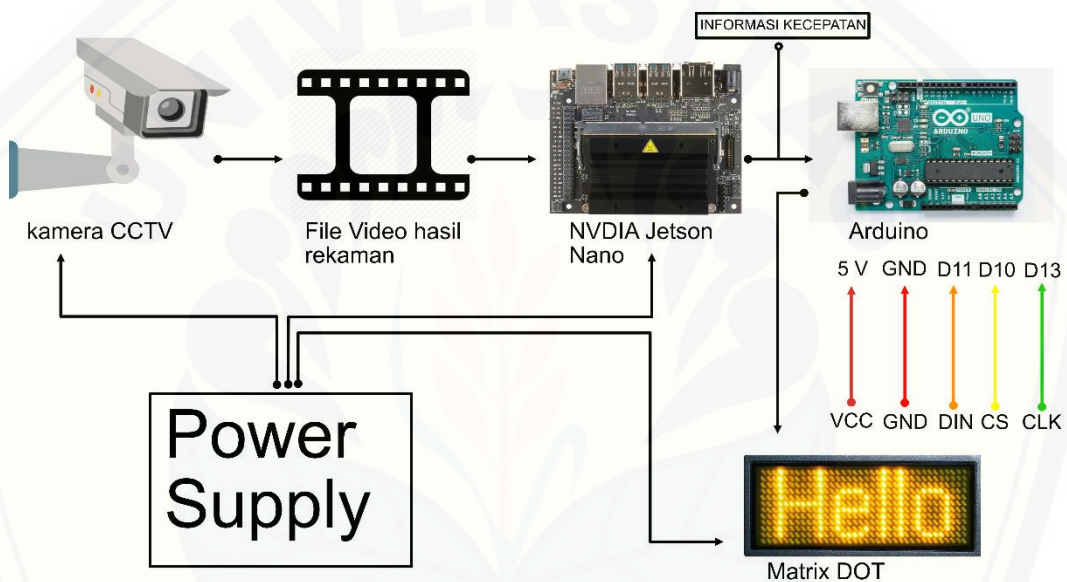
Keterangan :

1. Running Text
2. CCTV
3. Kotak Modul
4. Lampu Lalu lintas
5. Tiang

3.4.2 Perancangan Perangkat Keras

a. Blok Diagram

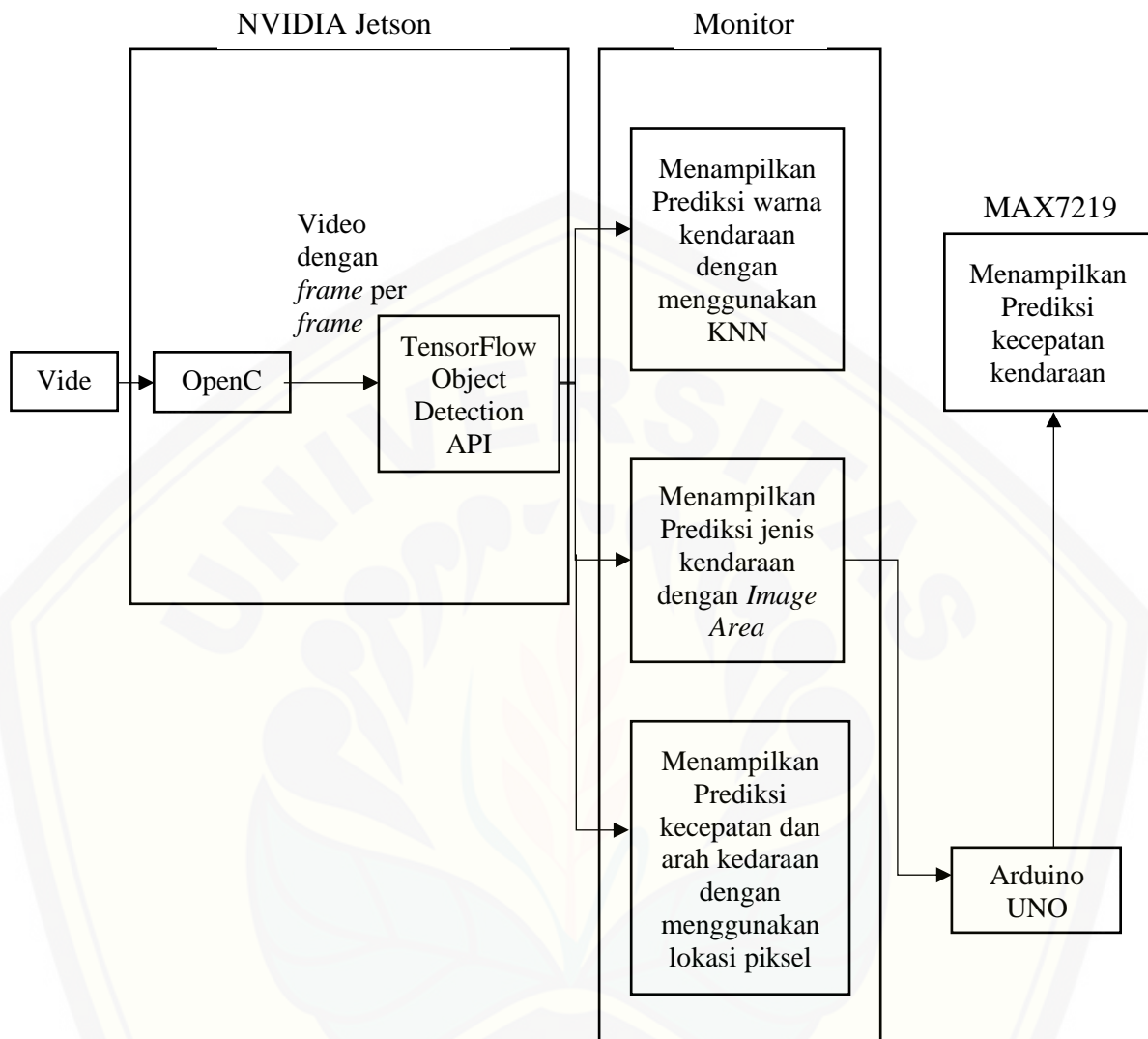
Pada suatu rancangan dibutuhkan blok diagram alur kerja sistem dari alat yang akan dibuat, hal ini dimaksudkan agar rancangan dapat dipahami alur atau skema dari kerja sistemnya. Oleh sebab itu penulis merancang sebuah blok diagram dari alur kerja sistem dari alat yang akan dibuat dengan tujuan hasil yang diperoleh nantinya sesuai dengan apa yang telah harapan. Berikut adalah blok diagram dari alur kerja sistem dari alat yang akan dibuat:



Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem Perangkat

b. Desain Elektronik

Pada NVIDIA Jetson Nano ada sebuah proses yang dilalui video yang digunakan sebagai input pada Jetson Nano, kemudian nantinya akan diolah oleh sistem yang sudah dibuat. Setelah didapatkan sebuah data yang diinginkan, NVIDIA Jetson nano akan menampilkannya dalam bentuk informasi pada *running text* yang telah terpasang. Adapun desain elektronik adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Diagram Blok Proses Prediksi kecepatan

Pada blok diagram tersebut tertera bahwa setelah video diambil, gambar video tersebut di pecah menjadi beberapa *layers* yang kemudian menjadi *input* pada *tensorflow Object Detection API* untuk mendeteksi objek atau kendaraan yang di tangkap oleh video. Setelah object telah terdeteksi, sistem akan membaca arah dan warna dari object yang terdeteksi. Pengambilan warna kendaraan dilakukan dengan metode KNN, sehingga warna yang telah dikenal oleh sistem akan digunakan sebagai bahan refrensi saat kamera mendeteksi object yang dalam hal ini adalah kendaraan. Penghitungan kecepatan kendaraan dan penentuan arah kendaraan dengan acuan lokasi piksel, yaitu ketika kendaraan terdeteksi maka akan ada kotak

pembatas (*bounding box*) pada kendaraan sehingga sistem dapat menghitung perpindahan pergerakan piksel kendaraan tersebut, dan kemudian sistem juga tau kemana arah kendaraan melaju. Dan yang terakhir adalah jenis kendaraan yang diprediksi dengan mengacu pada area gambar yang terdeteksi, sehingga sistem akan membaca kendaraan jenis apa yang terdeteksi, karena sistem sudah menggunakan model yang telah tersedia di- *tensorflow object detection API*.

Setelah didapatkan prediksi kecepatannya, NVIDIA Jetson Nano akan bertugas mengirimkan hanya informasi kecepatannya saja kepada arduino UNO melalui komunikasi serial yang nantinya akan ditampilkan pada sebuah running text yang kali ini disimulasikan dengan menggunakan MAX7219.

3.4.3 Rancangan Perangkat Lunak



Gambar 3.4 Tampilan pendeteksi

Pada program python yang telah tertulis dapat terbagi menjadi 2 program, yaitu program pendukung, yaitu proram-program python yang ditujukan memprogram pada salah satu fitur yang ada pada alat. Dan yang kedua adalah program utama, sebagai program yang menjalankan fitur-fitur tersebut.

1. Speed Prediction

Speed prediction adalah program yang ditujukan sebagai penghitung kecepatan kendaraan. Pada penelitian ini prediksi kecepatan kendaraannya menggunakan

metode penghitungan pada perpindahan pixel, sehingga pada program ini juga didapatkan arah gerak kendaraan namun hanya ada 2 arah gerak, yaitu ke atas dan ke bawah.

```
pixel_length = bottom -
bottom_position_of_detected_vehicle[0]
scale_real_length = pixel_length * 0.0002645833 #
dikalikan dengan 44 untuk mengonversi panjang
piksel ke panjang sebenarnya dalam meter (pilih 44
untuk mendapatkan panjang dalam meter untuk kasing
Anda)
total_time_passed = current_frame_number -
current_frame_number_list[0]
scale_real_time_passed = total_time_passed * 30 #
dapatkan total waktu berlalu untuk kendaraan
melewati area ROI (26 = fps)
if scale_real_time_passed != 0:
speed = scale_real_length / scale_real_time_passed
/ scale_constant # melakukan penskalaan manual
karena kami belum melakukan kalibrasi kamera
speed = speed / 6 * 50 # gunakan referensi konstan
untuk mendapatkan prediksi kecepatan kendaraan
dalam satuan kilometer
current_frame_number_list.insert(0,
current_frame_number)

bottom_position_of_detected_vehicle.insert(0,
bottom)
```

Pada kode python di atas dapat dilihat bahwa untuk mendapatkan nilai pixel itu dengan cara `bottom - bottom position of vehicle` sehingga didapatkan nilai pixel dari kendaraan tersebut. Kemudian setelah nilai pixel didapatkan, pixel diubah dalam bentuk meter dengan cara nilai pixel dikalikan 44. Setelah itu nilai yang

dicari adalah nilai *total time passed* dengan cara mengurangi *current frame number* dengan *current frame number list*, setelah didapatkan *total time passed*, maka dicari skala sebenarnya dengan cara mengalikan pada nilai FPS video yaitu 24 FPS. *Speed* dapat di cari dengan cara jarak yang didapat dari pembagian antara *scale real lengeth*, *scale real time passed*, dan juga *scale constant*, sehingga nilai kecepatan didapatkan dari pembagian antara jarak dan waktu.

2. Color Recognition

Pada fitur kedua yaitu pembacaan warna kendaraan yang diprogramkan pada code python ini. Dengan menggunakan pemodelan KNN (*K-Nearest Neighbor*) dengan dilakukannya training terlebih dahulu untuk mengenalkan sistem pada nama-nama warna. Setelah didapatkan sebuah model, kemudian diterapkan pada code ini.

```
open(current_path +
'/utils/color_recognition_module/' + 'test.data',
'w')

color_histogram_feature_extraction.color_histogram_
of_test_image(crop_img) # send image piece to
regonize vehicle color

prediction = knn_classifier.main(current_path +
'/utils/color_recognition_module/' +
'training.data', current_path
'/utils/color_recognition_module/' + 'test.data')
```

3. Pengaktifan Dot Matrix dengan Arduino

Dot Matrix digunakan untuk menampilkan kecepatan yang telah terdeteksi, adapun pengoperasiannya melalui arduino. Adapun data yang di dapat dari NVIDIA Jetson nano dikirimkan melalu serial monitor, dengan menggunakan library pyserial pada python.

4. Main Program

Main Program adalah program utama yang digunakan untuk menjalankan fungsi-fungsi pada program fitur. Dalam main program ini juga mengatur tampilan informasi yang muncul pada video.

```
font = cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX
cv2.putText(
    input_frame,
    'Deteksi Kendaraan: ' +str(total_passed_vehicle),
    (10, 35),
    font,
    0.8,
    (0, 0xFF, 0xFF),
    2,
    cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,
)
```

Pada kode di atas berfungsi untuk menampilkan kendaraan yang lewat berdasarkan kendaraan yang terhitung.

```
if counter == 1:
    cv2.line(input_frame, (0, 300), (1080,
300), (0, 0xFF, 0), 5)
else:
    cv2.line(input_frame, (0, 300), (1080,
300), (0, 0, 0xFF), 5)
```

Pada kode diatas digunakan sebagai pengaturan garis ROI.

```
cv2.putText(
    input_frame,
    'INFO KENDARAAN YANG LEWAT',
    (11, 290),
    font,
    0.5,
    0xFF, 0xFF, 0xFF),
    1,
    cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,
)
cv2.putText(
```



```
input_frame,
'-Arah Kendaraan: ' + direction,
(14, 302),
font,
0.4,
(0xFF, 0xFF, 0xFF),
1,
cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX_SMALL,
)
cv2.putText(
input_frame,
'-Kecepatan(km/h): ' + speed,
(14, 312),
font,
0.4,
(0xFF, 0xFF, 0xFF),
1,
cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX_SMALL,
)
cv2.putText(
input_frame,
'-Warna: ' + color,
(14, 322),
font,
0.4,
(0xFF, 0xFF, 0xFF),
1,
cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX_SMALL,
)
cv2.putText(
input_frame,
```

```
'-Ukuran Kendaraan: ' + size,  
(14, 332),  
font,  
0.4,  
(0xFF, 0xFF, 0xFF),  
1,  
cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX_SMALL,  
)
```

Pada program di atas digunakan untuk mengatur tata letak dari penampilan sebuah kolom info yang ada pada video. Kolom info tersebut bertujuan untuk memberi informasi terkait kendaraan yang terdeteksi seperti kecepatan, arah kendaraan, warna kendaraan, dan jenis kendaraan.

3.5 Rencana Data Pengujian

Setelah alat bekerja sesuai dengan rancangan, maka perlu direncanakan data yang harus didapat dari hasil pengujian agar tujuan penelitian dapat dicapai. Adapun data yang dicari adalah sebagai berikut :

1. Pengujian koneksi kamera terhadap NVIDIA Jetson Nano, serta penampilan data pada Running Text.
2. Pengujian terhadap pembacaan warna kendaraan yang terdeteksi.
3. Pengujian terhadap arah kendaraan yang terdeteksi.
4. Mengambil data prediksi kecepatan kendaraan dari *object* yang tertangkap kamera.
5. Perbedaan data antara pengujian saat Jam 07.00 WIB, 13.00 WIB, 16.00 WIB, dan 21.00 WIB.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. CCTV dapat mendeteksi object, ketika object ketika object berada pada jarak 20 m dari kamera.
2. Pembacaan kecepatan kendaraan oleh sistem, dapat dilakukan pada jarak 18 m dari kamera, yaitu pada garis ROI line.
3. Pada penelitian ini, pengaruh intensitas cahaya yang paling baik digunakan yaitu pada range 1000 – 7000 lux
4. Kendaraan diatas 80 Km/Jam sulit diidentifikasi oleh kamera CCTV, dan kendaraan yang berhenti di garis ROI akan terbaca berulang kali.
5. Sistem lebih mudah mengidentifikasi kendaraan dengan sudut pandang kamera ke kendaraan sebesar 27 derajat.

5.2 Saran

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

1. Sistem prediksi kecepatan kendaraan ini dapat dikembangkan dengan lebih baik lagi dengan banyak pemodelan dan dari banyak sudut kamera, sehingga lebih banyak jangkauan kamera dalam pengidentifikasian obyek yang diinginkan.
2. Pemodelan jenis kendaraan ditambahkan lagi sehingga sistem mampu mengenali kendaraan selain mobil.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmet Ozlu. 2018. Vehicle Detection, Tracking and Counting using Tensorflow Object Detection. Github
- Kementrian Perhubungan. 2011. Profil dan Kinerja Transportasi Darat Provinsi Jawa Timur. Direktorat Jendral Perhubungan Darat.
- Kementrian Perhubungan. 2018. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 37 Tahun 2018 Tentang Bentuk, Ukuran, dan Tata Cara Pengisian Blangko Bukti Pelanggaran Oleh Penyidik Pegawai Negeri Sipil Dibidang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Indah Lugianti., Jayanti Yusmah Sari., Ika Purwanti Ningrum. 2016. Deteksi Kecepatan Kendaraan Bergerak Berbasis Video Menggunakan Metode *Frame Difference*. ISSN : 978-602-71928-1-2
- Nur Hilman Tsani., Ir. Burhanuddin Dirgantoro M.T., Anggunmeka Luhur Prasasti S.T.,M.T. 2017. Implementasi Deteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan Kamera *Webcam* dengan Metode *Freme Difference*. ISSN : 2355-9365
- M. Ihsan Zul., Widyawan., L. Edi Nugroho. 2012. Deteksi Gerak Menggunakan Metode *Frame Difference* pada IP Kamera. *International Conference On Information Technology and Electrical Engineering*.
- G. R. Bradski. 2008. Learning OpenCV. New Delhi Shrof Publishers & Distributor.
- A Wilson Neutriansyah. 2018. Perancangan Model Kamera *Trap* Pendeteksi Kecepatan Kendaraan dengan Pengambilan Otomatis Berbasis Raspberry Pi 3. Skripsi. Bandar Lampung. Universitas Lampung.
- Kuncoro Adi dkk. 2013. Aplikasi Webcam untuk Menjejak Pergerakan Manusia di Dalam Ruangan. Salatiga. Universitas Kristen Satya Wacana.
- Frisky Violino Andreas. 2015. Rancang Bangun *Camea Trap* dengan Pengambilan Gambar Otomatis Berbasis Raspberry Pi 2. Skripsi. Bandar Lampung. Universitas Lampung. Fakultas Teknik
- Hendy Mulyawan., M Zen Hadi Samsono., Setiawardhana. 2016. Identifikasi dan *Tracking* Objek Berbasis *Image Processing* Secara *Real Time*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November. Jurusan Telekomunikasi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.

- Amelia., M. Sarwoko., Tengku Ahmad Riza. 2012. Perancangan Sistem Deteksi Jenis Kendaraan Bermotor Berbasis Mikrokontroler (Studi Kasus : Jalur Transjakarta). Tugas Akhir. Universitas Telkom. Fakultas Ilmu Terapan. Teknik Telekomunikasi.
- Muhammad Zulfikri., Emi Yudaningtyas., Rahmadwati. 2018. Sistem Penegakan *Speed Bump* Berdasarkan Kecepatan Kendaraan yang Diklasifikasikan *Haar Casade Classifier*. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer. Vol. 7, No. 1.
- Syarifah Rosita Dewi. 2018. *Deep Learning Object Detection* Pada Video Menggunakan *Tensorflow* dan *Convolutional Neural Network*. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.