



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - EC184801

**DETEKSI PEJALAN KAKI PADA *ZEBRACROSS*
UNTUK PERINGATAN DINI PENGENDARA
MOBIL MENGGUNAKAN *MASK R-CNN***

**Agung Wicaksono
NRP 0721 17 4000 0002**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.
Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER
Fakultas Teknologi ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2021**



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - EC184801

**DETEKSI PEJALAN KAKI PADA *ZEBRACROSS*
UNTUK PERINGATAN DINI PENGENDARA
MOBIL MENGGUNAKAN *MASK R-CNN***

Agung Wicaksono
NRP 0721 17 4000 0002

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.
Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER
Fakultas Teknologi ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2021

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **"Deteksi Pejalan Kaki pada *Zebrecross* untuk Peringatan Dini Pengendara Mobil menggunakan Mask R-CNN"** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 14 Juni 2021

Agung Wicaksono
0721 17 4000 0002

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

LEMBAR PENGESAHAN

DETEKSI PEJALAN KAKI PADA *ZEBRACROSS* UNTUK PERINGATAN DINI PENGENDARA MOBIL MENGUNAKAN *MASK R-CNN*

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh: Agung Wicaksono (NRP. 0721 17 4000 0002)

Tanggal Ujian : Juli 2021
Periode Wisuda : September 2021

Disetujui Oleh:

Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng. (Pembimbing I)
NIP: 19580916 198601 1 001

Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T. (Pembimbing II)
NIP: 19680601 199512 1 009

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Komputer FTEIC - ITS

Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.
NIP. 19700313 199512 1 001

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

ABSTRAK

Nama Mahasiswa : Agung Wicaksono
Judul Tugas Akhir : Deteksi Pejalan Kaki pada *Zebracross* untuk Peringatan Dini Pengendara Mobil menggunakan *Mask R-CNN*
Pembimbing : 1. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.
2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T.

Dewasa ini, fitur keselamatan pada kendaraan roda empat atau mobil sudah sangat berkembang pesat. Hal tersebut terbukti dengan banyaknya produsen mobil yang menerapkan teknologi seat belt, air bag, adaptive cruise control, electronic stability control, autonomous emergency braking, blind spot monitoring dan lain sebagainya. Namun, fitur yang sudah disebutkan diatas dinilai masih kurang ramah bagi pejalan kaki. Terbukti menurut data dari WHO, terdapat 270.000 pejalan kaki meninggal dunia setiap tahun atau sekitar 22% dari seluruh korban meninggal akibat kecelakaan di jalan. Berawal dari permasalahan tersebut, penulis akan melakukan penelitian mengenai pendeteksian pejalan kaki pada zebracross untuk peringatan dini pengendara mobil sebagai topik tugas akhir. Pada tugas akhir ini, terdapat 2 objek yang akan dideteksi yaitu pejalan kaki dan zebracross dengan menggunakan metode Mask R-CNN. Hasil yang diharapkan dari tugas akhir kali ini adalah terdapat model yang memiliki akurasi yang tinggi dari dataset yang tersedia yaitu Caltech Pedestrian Dataset.

Kata Kunci: Pejalan Kaki, *Zebracross*, Mask R-CNN, Pengolahan Citra.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

ABSTRACT

Name : Elon Reeve Musk
Title : *Anti-Gravity Based Energy Calculation on Outer Space Rockets*
Advisors : 1. Nikola Tesla, S.T., M.T.
2. Wernher von Braun, S.T., M.T.

In this research, we proposed Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Keywords: Rocket, Anti-gravity, Energy, Space.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkah, rahmat, serta ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul **Deteksi Pejalan Kaki pada *Zebra-cross* untuk Peringatan Dini Pengendara Mobil menggunakan *Mask R-CNN***.

Penelitian ini disusun dalam rangka pemenuhan bidang riset di Departemen Teknik Komputer ITS, serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan Sarjana. Penelitian ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Keluarga, Ibu, Bapak dan Saudara tercinta yang telah memberikan dorongan baik secara spiritual dan material dalam penyelesaian buku penelitian ini.

Surabaya, Juni 2021

Agung Wicaksono

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Roket Luar Angkasa	5
2.2 Gravitasi	6
2.2.1 Hukum Newton	7
2.2.2 Anti Gravitasi	7
3 DESAIN DAN IMPLEMENTASI	9
3.1 Deskripsi Sistem	9

3.2	Pengumpulan <i>Dataset</i> Gambar	10
3.3	Pemisahan Data	11
3.4	<i>Pre-Processing</i>	12
3.5	Membangun Model Mask R-CNN	15
3.6	<i>Training Data</i>	16
3.7	<i>Validating Data</i>	17
3.8	<i>Testing Data</i>	17
3.9	Implementasi Alat	17
4	PENGUJIAN DAN ANALISIS	19
4.1	Skenario Pengujian	19
4.2	Evaluasi Pengujian	20
5	PENUTUP	23
5.1	Kesimpulan	23
5.2	Saran	23
	DAFTAR PUSTAKA	25
	BIOGRAFI PENULIS	27

DAFTAR GAMBAR

2.1	Peluncuran roket luar angkasa <i>Discovery</i> [1].	5
3.1	Blok Diagram Metodologi	9
3.2	Contoh Gambar dari Caltech Pedestrian Database .	10
3.3	Contoh Pembuatan <i>dataset</i> dari <i>Screenshot Youtube</i>	11
3.4	Visualisasi Pembagian Data	11
3.5	Diagram Alir <i>Pre Processing</i>	13
3.6	Contoh <i>Image Resizing</i>	14
3.7	Contoh <i>Image Augmentation</i>	15
3.8	Blok Diagram Alur Mask R-CNN	16

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR TABEL

4.1	Hasil Pengukuran Energi dan Kecepatan	20
-----	---	----

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB I

PENDAHULUAN

Penelitian ini di latar belakang oleh berbagai kondisi yang menjadi acuan. Selain itu juga terdapat beberapa permasalahan yang akan dijawab sebagai luaran dari penelitian.

1.1 Latar Belakang

Mobil merupakan salah satu jenis kendaraan bermotor yang banyak terdapat di Indonesia. Pada tahun 2018 Badan Pusat Statistik mencatat terdapat 16.440.987 mobil penumpang yang berada di Indonesia. Dengan bertambahnya jumlah mobil di Indonesia dari tahun ke tahun, meningkatkan juga jumlah kecelakaan mobil. Fitur keselamatan dan keamanan pada mobil sangat penting bagi para pengendara dan penumpang, sehingga para produsen mobil berusaha meningkatkan teknologi keselamatan dan keamanan pada mobil buataannya. Sebagai contoh beberapa fitur keselamatan dan keamanan yang terdapat pada mobil antara lain, adaptive cruise control, hill strat assist, blind spot monitoring, electronic stability control dan lain sebagainya.

Menurut data dari WHO, terdapat 270.000 pejalan kaki meninggal dunia setiap tahun atau sekitar 22% dari seluruh korban meninggal akibat kecelakaan di jalan. Melihat kegiatan para pejalan kaki yang jarang berada di badan jalan, angka tersebut tentu cukup tinggi. Para pejalan kaki hanya menggunakan badan jalan ketika hendak menyebrang jalan lewat zebra cross. Kelalaian dari pejalan kaki maupun pengendara mobil merupakan faktor utama mengapa angka kematian pejalan kaki cukup tinggi. Salah satu contoh kelalaian pejalan kaki adalah pada saat menyebrang jalan tidak memperhatikan kendaraan yang akan lewat dan atau melihat rambu serta lampu lalu lintas. Di sisi pengendara mobil, kelelahan, kurangnya fokus saat berkendara dan tidak memperhatikan rambu maupun marka dapat berakibat fatal baik kepada pejalan kaki dan

pengendara lain.

Teknologi artificial intelligent sudah banyak disematkan pada mobil pada masa kini, dibuktikan dengan adanya teknologi adaptive cruise control, hill start assist dan lain sebagainya. Artificial intelligent khususnya deep learning tentu dapat digunakan untuk deteksi pejalan kaki di zebracross guna mengurangi jumlah korban akibat kecelakaan. Deteksi pejalan kaki dapat digabungkan dengan buzzer dan atau LED sebagai komponen output untuk mengingatkan kepada pengendara bahwa ada pejalan kaki yang sedang menyebrangi jalan serta mengembalikan fokus untuk berkendara.

1.2 Permasalahan

Cukup tingginya angka kematian pejalan kaki akibat kecelakaan lalu lintas dan belum adanya deteksi pejalan kaki di zebracross untuk peringatan dini kepada pengendara mobil. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang mampu mendeteksi adanya pejalan kaki yang berada disekitar jalan raya untuk selanjutnya dapat digunakan sebagai peringatan kepada pengendara mobil.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan permasalahan di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi adanya pejalan kaki di zebracross untuk peringatan dini kepada pengendara mobil guna mengurangi angka kematian pejalan kaki akibat kecelakaan lalu lintas

1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan dari Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. adalah:

1. Mempermudah Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus.
2. Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus

adipiscing semper elit.

3. Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian tugas akhir ini tersusun dalam sistematika dan terstruktur sehingga mudah dipahami dan dipelajari oleh pembaca maupun seseorang yang ingin melanjutkan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu :

1. **BAB I Pendahuluan**

Bab ini berisi uraian tentang latar belakang permasalahan, penegasan dan alasan pemilihan judul, sistematika laporan, tujuan dan metodologi penelitian.

2. **BAB II Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini berisi tentang uraian secara sistematis teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini. Teori-teori ini digunakan sebagai dasar dalam penelitian, yaitu informasi terkait pejalan kaki, *zebracross*, algoritma *Mask RCNN*, dan teori-teori penunjang lainnya.

3. **BAB III Desain dan Implementasi Sistem**

Bab ini berisi tentang penjelasan-penjelasan terkait eksperimen yang akan dilakukan dan langkah-langkah pengambilan data jalan raya serta proses deteksi pejalan kaki pada *zebracross*. Guna mendukung hal tersebut, digunakanlah blok diagram atau work flow agar sistem yang akan dibuat dapat terlihat dan mudah dibaca untuk implementasi pada pelaksanaan tugas akhir.

4. **BAB IV Pengujian dan Analisa**

Bab ini menjelaskan tentang pengujian eksperimen yang dilakukan terhadap citra jalan raya, proses klasifikasi pejalan kaki dan *zebracross*. Serta terkait tingkat akurasi keberhasilan pengujian yang dilengkapi dengan analisisnya.

5. **BAB V Penutup**

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang di ambil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Saran dan kritik yang membangun untuk mengembangkan lebih lanjut juga dituliskan pada bab ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Demi mendukung penelitian ini, Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque.

2.1 Roket Luar Angkasa



Gambar 2.1: Peluncuran roket luar angkasa *Discovery* [1].

Roket luar angkasa merupakan Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristi-

que senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Discovery, Gambar 2.1, merupakan Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

2.2 Gravitasi

Gravitasi merupakan Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

2.2.1 Hukum Newton

Newton [2] pernah merumuskan bahwa Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum. Kemudian menjadi persamaan seperti pada persamaan 2.1.

$$\sum \mathbf{F} = 0 \Leftrightarrow \frac{d\mathbf{v}}{dt} = 0. \quad (2.1)$$

2.2.2 Anti Gravitasi

Anti gravitasi merupakan Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

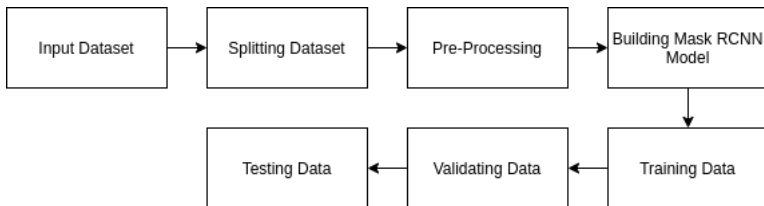
BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan sistem berikut dengan implementasinya. Desain sistem merupakan konsep dari pembuatan dan perancangan infrastruktur dan kemudian diwujudkan dalam bentuk blok-blok alur yang harus dikerjakan. Pada bagian implementasi merupakan pelaksanaan teknis untuk setiap blok pada desain sistem.

3.1 Deskripsi Sistem

Sistem pada tugas akhir ini merupakan implementasi dari salah satu disiplin ilmu *Deep Learning* dan pengolahan citra yang berfungsi untuk mendeteksi adanya pejalan kaki yang berada di pinggir jalan, trotoar dan jalur penyebrangan. Selain pejalan kaki, deteksi juga dilakukan pada jalur penyebrangan atau *zebracross* dengan tujuan untuk memberi informasi bahwa disekitar area tersebut terdapat banyak aktivitas pejalan kaki yang menyebrang jalan. Blok diagram metodologi sistem yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Blok Diagram Metodologi

3.2 Pengumpulan *Dataset* Gambar

Pada tugas akhir ini, *dataset* yang digunakan didapatkan dengan beberapa cara, antara lain:

1. *Caltech Pedestrian Database*, merupakan kumpulan gambar yang diambil dari sudut pandang pengendara mobil di California Amerika Serikat dengan ukuran 640 x 480 pixel. Terdapat sekitar 250.000 gambar dengan 350.000 *bounding boxes* dan sekitar 2.300 pejalan kaki dengan kriteria unik diberi tanda. Namun, pada *dataset* ini hanya pejalan kaki saja yang diberi label, sehingga perlu dilakukan proses pelabelan ulang sesuai kelas yang diinginkan. Tidak semua gambar pada *dataset* ini diambil untuk digunakan, gambar yang mempunyai objek berupa pejalan kaki dan *zebracross* saja yang akan digunakan. Gambar 3.2 merupakan contoh dari gambar yang terdapat pada *Caltech Pedestrian Database*.



Gambar 3.2: Contoh Gambar dari Caltech Pedestrian Database

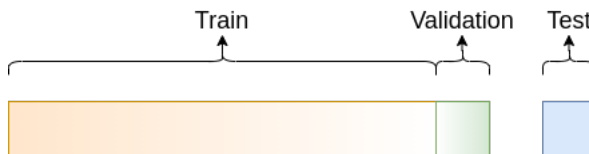
2. Tangkapan layar dari beberapa video *online Youtube*. Pada cara ini, penulis mencari video yang berada pada salah satu *website video streaming* yaitu Youtube dengan persyaratan video diambil dari sudut pandang pengendara mobil yang berkendara pada jalan raya dengan ukuran gambar 1360x768 px. Pada *frame-frame* tertentu dilakukan *screenshot* dan disimpan untuk selanjutnya dilakukan proses pemberian label pada objek-objek yang diinginkan seperti pada Gambar 3.3.
3. Pengambilan gambar secara mandiri menggunakan kamera *smartphone* yang diambil dari sudut pandang pengendara motor dengan ukuran gambar yang diambil sebesar 1280x720 px. Pengambilan gambar dilakukan di jalan-jalan Surabaya. Setelah dilakukan pengambilan gambar, proses selanjutnya adalah pemberian label pada objek-objek yang ingin dideteksi.



Gambar 3.3: Contoh Pembuatan *dataset* dari *Screenshot Youtube*

3.3 Pemisahan Data

Dalam *machine learning* pemisahan data ke beberapa *subset* merupakan suatu hal yang sangat penting. Hal ini dikarenakan setiap *subset* memiliki fungsi masing-masing. Gambar 3.4 merupakan rasio pembagian data ke masing-masing subset.



Gambar 3.4: Visualisasi Pembagian Data

1. *Training Sets*

Training Sets merupakan sampel data yang digunakan untuk melatih model yang sudah kita buat, dalam bidang *Neural Network* bisa disebut juga bobot dan bias. Model yang sudah kita buat mempelajari pola masukan dan keluaran dari data ini.

2. *Validation Sets*

Validation Sets merupakan sampel data yang digunakan untuk mengevaluasi model yang sudah dilatih menggunakan *tra-*

ining sets. Selain itu, data ini digunakan untuk memperbarui dan menyempurnakan hyperparameter dari model ke tingkat yang lebih tinggi.

3. *Test Sets*

Test Sets merupakan sampel data yang digunakan untuk mengevaluasi model akhir setelah melalui proses *training dan validation*. Apabila pengujian model pada data ini sudah sesuai dengan yang diinginkan, maka proses *learning* sudah selesai. Namun apabila pengujian tidak sesuai dengan yang diharapkan maka diperlukan pengaturan ulang mulai dari proses *training*.

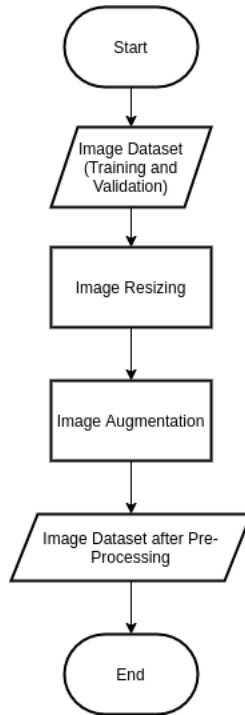
3.4 *Pre-Processing*

Pada tahap ini, gambar-gambar dari *dataset* akan mengalami proses penyesuaian sebelum masuk ke proses *data training*. Setiap gambar yang akan dijadikan bahan pembelajaran model harus memiliki dimensi dan kedalaman yang sama. Tujuan dari *pre processing* adalah perbaikan data gambar dengan menekan distorsi yang tidak diinginkan atau meningkatkan beberapa fitur gambar yang relevan untuk pemrosesan lebih lanjut. Gambar 3.5 merupakan tahapan dari *pre-processing* gambar *dataset* yang dilakukan.

Berikut merupakan penjelasan mengenai tahapan *pre-processing* yang dilakukan pada tugas akhir kali ini:

1. *Image resizing*

Langkah awal dari proses *pre-processing* adalah memastikan semua gambar dalam *dataset* kita memiliki ukuran yang sama. Selain itu, sama seperti sebagian besar model dari *neural network* lainnya, metode yang dilakukan penulis juga mengasumsikan gambar *input* berbentuk persegi. Jadi diperlukan pemeriksaan gambar di awal, apakah gambar sudah berbentuk persegi atau belum. Berbeda dari metode *image resizing* pada model *neural network* lainnya yang menggunakan teknik *cropping* untuk membuat aspek rasio gambar input menjadi persegi, penulis menggunakan metode yang sudah terdapat pada *Mask R-CNN*.



Gambar 3.5: Diagram Alir *Pre Processing*

Ukuran gambar yang penulis pilih pada tugas akhir kali ini adalah 512x512 pixel. Pemilihan ukuran gambar ini dilakukan untuk mengurangi beban dan waktu saat *training data*. Apabila terdapat gambar pada *dataset* dengan ukuran baik panjang maupun lebar lebih dari 512 pixel, maka gambar akan di *down scaling* sampai ukuran 512 pixel. Sebaliknya, apabila ada gambar pada *dataset* dengan ukuran lebih kecil dari 512 pixel maka akan dilakukan *up scaling* sampai gambar berukuran 512 pixel. Aspek rasio gambar yang sudah melalui proses *scaling* tetap dipertahankan, namun diperlukan penambahan *zero padding* untuk membuat gambar *input* menjadi persegi seperti yang diinginkan.



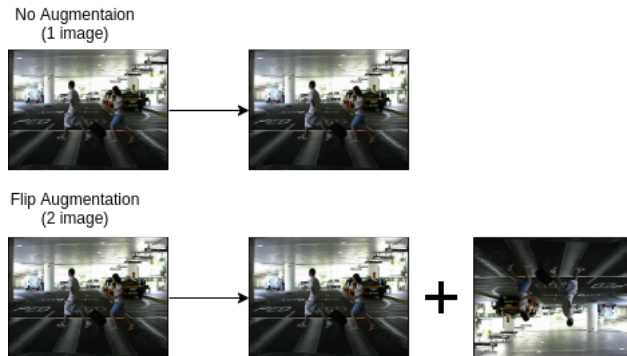
Gambar 3.6: Contoh *Image Resizing*

Gambar 3.6 merupakan salah satu contoh *image resizing* yang dilakukan. Gambar *input* (gambar sebelah kiri) mempunyai ukuran 768x1360 dengan kedalaman 3 atau mempunyai format warna RGB. Setelah mengalami *image resizing* (gambar sebelah kanan) ukuran gambar menjadi 290x512. Namun untuk membuat gambar memiliki aspek rasio 1:1 (berbentuk persegi) maka diperlukan penambahan *zero padding* pada bagian atas gambar sebesar 111 pixel dan pada bagian bawah gambar sebesar 111 pixel. Dengan penambahn *padding* seperti itu membuat gambar *input* berbentuk persegi namun tidak mengurangi informasi gambar.

2. *Image Augmentation*

Langkah selanjutnya pada *pre-processing* adalah *image augmentation*. Proses augmentasi yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah rotasi dan transformasi. Tujuan dari penggunaan *image augmentation* adalah untuk mengekspos *neural network* ke berbagai variasi, agar dapat mengenali fitur yang akan dilakukan pada proses *training*. Hal tersebut akan sangat membantu *neural network* untuk mengenali variasi yang tidak terdapat pada dataset. Seperti yang terdapat pada Gambar 3.7, tanpa ada augmentasi maka *neural network* hanya mengenali satu kondisi saja. Jika memakai augmentasi gambar seperti transformasi, maka setidaknya *neural network* akan dapat mengenali 2 kondisi. Semakin banyak augmentasi yang digunakan semakin banyak pula kondisi yang bisa dikenali oleh *neural network*. Namun semakin banyak kondisi

yang dikenali, semakin lama dan berat proses *training data* yang dilakukan.

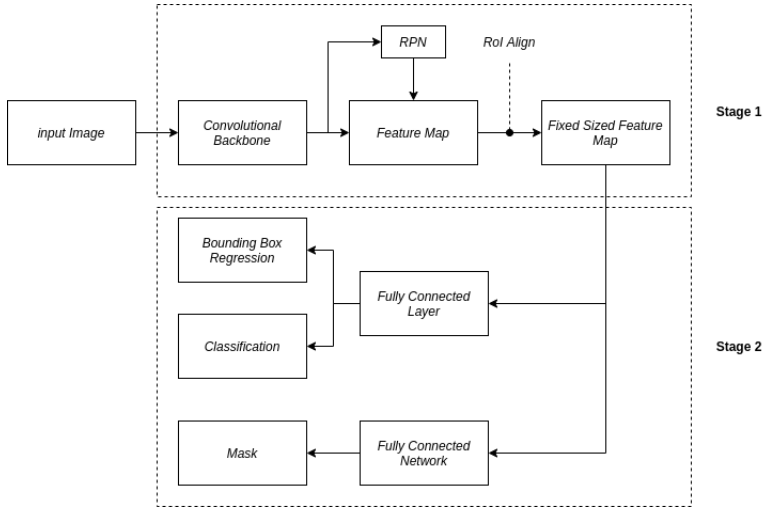


Gambar 3.7: Contoh *Image Augmentation*

3.5 Membangun Model Mask R-CNN

Mask R-CNN merupakan salah satu metode *deep learning* yang dikembangkan dari Faster R-CNN dengan menambahkan satu cabang di tahap akhir untuk menghasilkan *mask* dari objek yang dideteksi. Pengembangan tersebut dilakukan untuk memecahkan masalah *instance segmentation* yang terjadi dalam *machine learning* dan pengolahan citra. Dengan kata lain, *mask r-cnn*, dapat memisahkan objek yang berbeda walaupun dalam satu kelas yang sama pada gambar atau video. Selain memberikan hasil berupa *bounding box* dan klasifikasi objek seperti kebanyakan algoritma *object detection* lainnya, *mask r-cnn* juga memberikan *mask* dimana hal ini sangat bermanfaat pada segmentasi objek.

Seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.8, pada proses *training* menggunakan *mask r-cnn* dibagi menjadi 2 tahapan. Tahap pertama adalah tahap untuk menghasilkan proposal tentang area di mana mungkin ada objek berdasarkan gambar *input*. Lalu tahap kedua adalah tahap untuk memprediksi kelas objek, memperbaiki *bounding box* dan menghasilkan *mask* di tingkat piksel objek berdasarkan proposal tahap pertama. Kedua tahap terhubung ke struktur



Gambar 3.8: Blok Diagram Alur Mask R-CNN

backbone.

Backbone adalah *deep neural network* yang memiliki struktur seperti FPN (*Feature Pyramid Network*). *Backbone* terdiri dari *bottom-up pathway*, *up-bottom pathway* dan *lateral connection*. *Bottom-up pathway* dapat berupa berbagai jenis *Convolutional Network*, biasanya berupa *ResNet* atau *VGG*, yang mengekstrak fitur dari *raw images*. *Up-bottom pathway* menghasilkan *Feature Map Pyramid* yang ukurannya mirip dengan *bottom-up pathway*. *Lateral connection* adalah operasi konvolusi dan penjumlahan antara dua *pathway* dengan tingkat yang sesuai. FPN mempunyai kinerja yang lebih baik dari *ConvNet* tunggal lainnya terutama karena FPN dapat mempertahankan fitur semantik yang sangat baik pada berbagai skala resolusi.

3.6 Training Data

3.7 Validating Data

3.8 Testing Data

3.9 Implementasi Alat

Alat diimplementasikan dengan Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Listing 3.1: Program halo dunia.

```
1 #include <iostream>
2
3 int main() {
4     std::cout << "Halo Dunia!";
5     return 0;
6 }
```

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing sem-

per elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Listing 3.2: Program perhitungan bilangan prima.

```
1 def apakahBilanganPrima(nilai):
2     if nilai > 1:
3         for i in range(2, nilai):
4             if (nilai % i) == 0:
5                 return False
6         else:
7             return True
8     else:
9         return False
```

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada penelitian ini dipaparkan Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque.

4.1 Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan dengan Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

4.2 Evaluasi Pengujian

Dari pengujian yang Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Tabel 4.1: Hasil Pengukuran Energi dan Kecepatan

Energi	Jarak Tempuh	Kecepatan
10 J	1000 M	200 M/s
20 J	2000 M	400 M/s
30 J	4000 M	800 M/s
40 J	8000 M	1600 M/s

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing sem-

per elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed grvida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. sebagai berikut:

1. Pembuatan Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus.
2. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa.
3. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut pada Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. antara lain:

1. Memperbaiki Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus.
2. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa.
3. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Roket luar angkasa discovery, 2021. URL <https://airandspace.si.edu/explore-and-learn/topics/discovery/about.cfm>.
- [2] Isaac Newton. Axioms or laws of motion. *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, 1687.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BIOGRAFI PENULIS



Elon Reeve Musk, lahir pada Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]