



Segmentasi Objek Pada Gambar *Thermal* Menggunakan *Deep Learning* (Pre-Trained *Resnet 101*)

(*Thermal Image-Based Object Segmentation Using Deep Learning (Pre-Trained Resnet 101)*)

Taufiq Hidayat Harahap¹, Arief Suryadi Satyawati², Ike Yuni Wulandari³, Heni Puspita⁴

Teknik Elektro, Universitas Nurtanio Bandung

E-mail: taufiq120898@gmail.com,

arief.suryadi@akane.waseda.jp, ikeyunipp@gmail.com, henipuspita043@gmail.com

Abstract— Currently, the car is one of the means of transportation that is widely used by many people and it has become a necessity to have a car to help users move more easily. Car technology continues to be developed by experts, including steering aid systems and safety for car users, such as automatic reading of objects and road boundaries that can be useful for both things. This system was built using the Fully Convolutional Network (FCN) method with Residual Neural Network (ResNet) architecture, and also Image Processing as signal processing with image input, and with a thermal Flir camera as vehicle input data. The data generated by this thermal camera is labeled first and then trained so that it can segment objects correctly according to their classification. In this study, the extraction accuracy of the training generated by the autonomous vehicle feature can reach 96.27% for ResNet 101 with a resolution of 640x480 pixels. As for suggestions for development to be even better in terms of segmentation, namely by using more training data than is used now and shooting locations for datasets in different places from the current research.

Keywords— Autonomous vehicle, image processing and Jetson AGX Xavier.

Abstrak— Saat ini, mobil merupakan salah satu alat transportasi yang banyak digunakan oleh banyak orang dan sudah menjadi kebutuhan untuk memiliki mobil guna membantu penggunaanya bergerak dengan lebih mudah. Teknologi mobil pun terus dikembangkan oleh para ahli, di antaranya sistem bantu kemudi dan keselamatan bagi pengguna mobil, misalnya pembacaan objek dan batas jalan secara otomatis yang dapat bermanfaat untuk kedua hal tersebut. Sistem ini dibangun menggunakan metode *Fully Convolutional Network* (FCN) dengan arsitektur *Residual Neural Network* (ResNet), dan juga *Image Processing* sebagai pemrosesan sinyal dengan input berupa gambar, dan dengan kamera thermal flir sebagai data input kendaraan. Data tersebut yang dihasilkan oleh kamera thermal ini dilabelin terlebih dahulu kemudian ditraining sehingga dapat mensegmentasi objek dengan benar sesuai klasifikasinya, Dalam penelitian ini, akurasi ekstraksi training yang dihasilkan oleh fitur *autonomous vehicle* dapat mencapai 96.27% untuk ResNet 101 dengan resolusi yang dipakai 640x480 pixel. Adapun saran untuk pengembangan agar lebih bagus lagi dalam hal mensegmentasi yaitu dengan menggunakan data training lebih banyak dari yang digunakan sekarang dan lokasi pengambilan gambar untuk *dataset* di tempat yang berbeda dari penelitian saat ini.

Kata Kunci— Autonomous vehicle, image processing dan Jetson AGX Xavier.

I. PENDAHULUAN

Pada era modern sekarang ini mobil merupakan salah satu teknologi yang berfungsi sebagai alat transportasi yang banyak digunakan oleh orang dan sudah menjadi keperluan untuk memiliki sebuah mobil, yang berguna untuk mempermudah orang berpergian ke suatu tujuan tertentu. Teknologi mobil sampai saat ini terus dikembangkan oleh para ahli, di antaranya sistem bantu kemudi dan keselamatan bagi pengguna mobil, misalnya pembacaan objek dan batas jalan secara otomatis. Teknologi tersebut tidak hanya bermanfaat untuk kendaraan saat ini namun juga untuk kendaraan listrik yang akan datang atau kendaraan listrik jenis otonom yang akan menjadi penerus model kendaraan bagi masyarakat umum selanjutnya.

Teknologi deteksi objek pada dasarnya telah banyak dikembangkan orang, namun implementasinya masih sangat terbatas. Salah satu bentuk sederhana yang mendekati adalah teknik penyajian informasi visual daerah belakang kendaraan untuk keperluan parkir pada beberapa kendaraan saat ini. Jika teknik ini terus dikembangkan hingga dapat mengenali objek sekitar dengan baik maka akan dapat bermanfaat untuk memberi informasi bagi pengemudi jika saat berkendara jaraknya terlalu dekat atau melampaui jarak aman saat berkendara. Pada puncaknya, teknologi pengenalan objek bahkan dapat bermanfaat untuk jenis kendaraan masa depan seperti kendaraan listrik otonom. Informasi yang didapatkan dari teknologi ini dapat menuntun sistem kemudi lebih baik dalam menyusuri ruas jalan yang benar, dan bahkan dapat menciptakan sistem keselamatan bagi kendaraan tersebut, karena sistemnya akan membantu sistem otonom untuk melakukan pengereman dan juga manufer secara otomatis yang aman.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka pada penelitian ini akan mengusulkan rancang bangun system deteksi objek untuk aplikasi kendaraan listrik otonom sederhana. Kendaraan tersebut dimaksudkan untuk dapat beroperasi pada daerah umum terbatas seperti di lingkungan kampus dan sekitarnya. Adapun teknologi yang digunakan untuk mengembangkan sistem ini yaitu dengan menggunakan kamera FLIR ADK yang dimana dengan kamera ini kita dapat melihat atau mengambil data di tempat yang minim cahaya dan hasil gambar dari kameratersebut digunakan sebagai *dataset* untuk disegmentasikan sesuai klasifikasinya. Perangkat kamera *thermal* yang digunakan dibantu dengan mini computer *Artificial Intelligence* (AI) yang bernama *Jetson AGX Xavier* sebagai pemrosesan data.

II. LANDASAN TEORI

Segmentasi semantik merupakan tahapan penting dalam proses pengenalan pola, Segmentasisemantik adalah suatu teknik pengolahan citra yang bertujuan untuk memisahkan antara objek dengan *background*. Setelah objek berhasil tersegmentasi maka kita dapat melakukan proses ekstraksi citra yang dimana ekstraksi ciri merupakan ciri dari suatu objek dimana ciri tersebut digunakan untuk membedakan antara objek satu dengan objek lainnya, Terdapat dua jenis teknik proses segmentasi, yaitu teknik segmentasi dengan membagi *image* menjadi beberapa bagian untuk mengetahui batasannya (*dividing image space*) dan teknik segmentasi dengan cara memberi index warna pada tiap piksel yang menunjukkan keanggotaan dalam suatusegmentasi (*clustering feature space*)[1].

AI atau kecerdasan buatan adalah bagian dari ilmu komputer. Program ini menggunakan bahasa yang sama dengan sistem konvensional, tetapi dengan logika yang berbeda. Pada beberapa kasus, sistem kecerdasan dioperasikan dengan suatu logika yang simpel, namun pada kasus lain seperti pada jaringan syaraf tiruan, mesin ini mencoba meniru jaringan syaraf manusia dimana informasi akan dialirkan dari satu sel ke sel lain dan digabungkan dengan data lain untuk mencapai sebuah solusi [2]. Sedangkan, *Machine Learning* (ML) merupakan salah satu bagian dari kecerdasan buatan yang membuat mesin dapat melakukan inferensi terhadap data yang diberikan. Inferensi dilakukan dengan cara membuat model menggunakan pendekatan

matematis. *Machine learning* memungkinkan mesin dapat memprediksi masa depan dengan mempelajari konfigurasi parameter dan data-data yang diberikan.

Kinerja *machine learning* diukur dari optimalnya nilai suatu fungsi seperti minimalnya nilai *loss* dan *error*. *Loss* adalah ukuran seberapa dekat atau berbeda model yang dihasilkan dengan data asli, sedangkan *error* merupakan salah satu cara untuk menghitung *loss*. Nilai dari *loss* dan *error* tergantung dari parameter pembelajaran yang digunakannya. Kekurangan dari ML adalah membutuhkan data yang banyak untuk proses pembelajarannya[3].

Deep learning (DL) adalah bagian dari metodologi ML yang menggunakan jaringan syaraf tiruan. Machine learning hanya berfokus pada cara komputer belajar tanpa terprogram secara spesifik, berbeda dengan deep learning harus menggunakan program yang lebih spesifik [4]. Sementara itu, *Image processing* merupakan suatu bentuk pengolahan atau pemrosesan sinyal dengan *input* berupa gambar dan ditransformasikan menjadi gambar lain sebagai keluarannya dengan teknik tertentu. *Image processing* dilakukan untuk memberikan informasi terhadap komputer atau manusia sebagai data baru yang dapat diolah menjadi suatu fungsi atau model yang terbaru[5].

ResNet atau *Residual Network* merupakan jaringan residual yang memiliki jaringan yang dalam. Jaringan terdalam dari resnet berjumlah 152 lapisan. Jaringan ini 8 kali lebih dalam dari jaringan VGG. Pada tahun 2015, Jaringan ini berhasil memenangkan juara pertama pada kompetisi ILSVRC (*ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge*) dan COCO dalam hal klasifikasi, deteksi dan segmentasi gambar pada dataset COCO dan *ImageNet*. Arsitektur ini dibangun untuk mengatasi permasalahan pada pelatihan *Deep learning*, karena pelatihan deep learning pada umumnya memakan cukup banyak waktu dan terbatas pada jumlah lapisan tertentu. Solusi permasalahan yang diusulkan oleh ResNet adalah dengan menerapkan *skip connection* atau *shortcut*. Kelebihan model ResNet dibandingkan dengan model arsitektur yang lain adalah kinerja dari model ini tidak menurun walaupun arsitekturnya semakin dalam [6].

III. METODE PENULISAN/MODEL YANG DIUSULKAN

A. Metodologi Penelitian

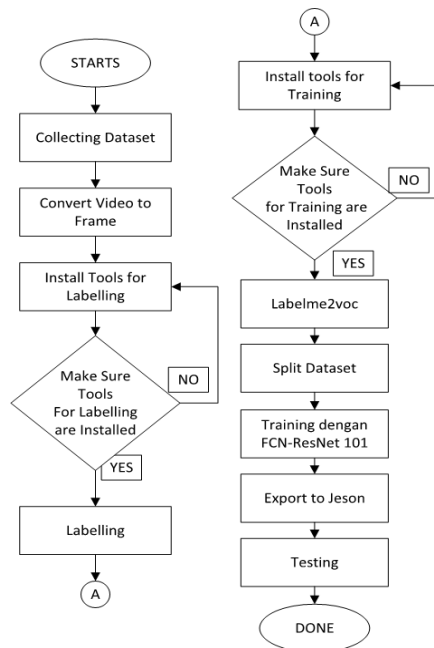
Metodologi penelitian ini dilakukan secara sistematis dari mulai tahapan studi literatur hingga pembuatan laporan penelitian. Secara lebih detail tahapan, metoda dan hasil pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

No	Tahapan	Metoda	Hasil
1	Studi literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Survei internet 2. Studi buku 	Pemahaman: <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengenai teknologi <i>Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, Convolutional Neural Network (CNN), Fully Convolutional Network (FCN), Residual Network (ResNet)</i> 2. <i>Hardware</i> dan <i>Software</i> yang digunakan 3. Pemrograman dengan bahasa <i>Python</i> pada PC dan NVIDIA Jetson AGX Xavier
2	Desain perangkat lunak pendeteksian objek dengan teknik segmentasi semantik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan <i>software</i> pemrograman <i>Python</i> 2. Penggunaan model <i>software</i> ResNet 101 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desain dan modifikasi <i>software</i> aplikasi segmentasi objek menggunakan <i>Fully Convolutional Network</i> ResNet101 2. Dataset pendeteksi terdiri dari 10

No	Tahapan	Metoda	Hasil
		untuk segmentasi semantik	klasifikasi yaitu. <i>a. Background</i> <i>b. Sky</i> <i>c. Building</i> <i>d. Pole</i> <i>e. Road</i> <i>f. Pavement</i> <i>g. Tree</i> <i>h. Car</i> <i>i. Pedestrian</i> <i>j. Motorcycle</i>
3	Realisasi perangkat lunak pada PC dan Jetson AGX Xavier	Melatih model arsitektur FCN ResNet101 menggunakan <i>dataset</i> yang dibuat	Realisasi perangkat lunak aplikasi segmentasi semantic objek menggunakan <i>Fully ConvolutionalNetwork</i> ResNet 101
4	Pengukuran kinerja <i>software</i> teknologi Deteksi objek	Pengukuran skala laboratorium dan lapangan.	Kinerja <i>software</i> aplikasi pendeteksian objek menggunakan sensor kamera <i>thermal</i> berbasis DL pada Jetson AGX xavier.

2. Flowchart

Penulisan *flowchart* atau alur diagram penelitian harus sesuai dengan kaidah penulisan. *Flowchart* penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

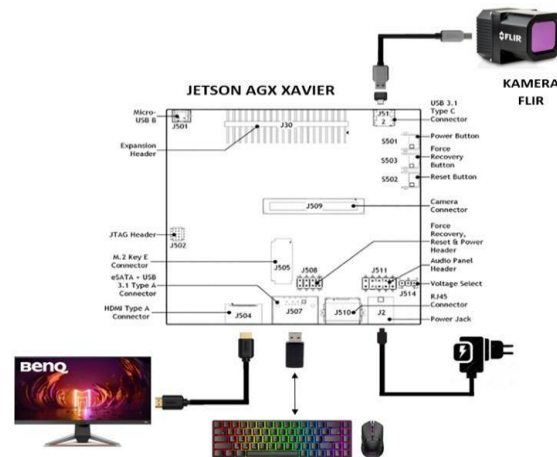


Gambar 1. Flowchart

IV. HASIL/IMPLEMENTASI MODEL DAN PEMBAHASAN

Bagian keempat ini dapat berupa Implementasi Model dan Pembahasan, Hasil dan Analisis, ataupun Hasil dan Pembahasan. Selanjutnya, dibagi ke dalam sub bab yang sesuai dengan nama bagian keempat tersebut. Misalnya:

A. Desain model



Pada Gambar di atas dapat dilihat desain Gambar Hardware yang digunakan pada pembuatan rancang bangun segmentasi objek berbasis gambar thermal menggunakan *deep learning* (*pre-trained resnet 101*), Adapun hardware yang digunakan pada pembuatan rancang bangun segmnetasi objek ini yaitu Kamera *thermal*, Monitor, Jetson AGX Xavier, *Mouse*, serta *Keyboard*.

B. Pembahasan

Pada tahap ini penulis melakukan uji fungsi untuk mengetahui apakah sistem deteksi tersebut dapat digunakan dengan baik, cukup atau kurang baik untuk mengetahui batasan dari sistem segmentasi tersebut, Terdapat dua pengujian dari software aplikasi segmentasi objek berbasis gambar thermal yang dilakukan yaitu pengujian siang dan malam hari.

1. Pengujian Siang Hari

Pada pengujian pertama, penelitian diujikan pada saat siang hari. Sistem segmentasi objek berbasis Gambar *thermal* menggunakan *Deep learning Resnet 101* untuk mensegmentasi objek disekitar ruas jalan dan lingkungan universitas Nurtanio Bandung. Pengujian yang dilakukan berdasarkan nilai keakuratan serta ketepatan saat mensegmentasi objek *dataset* yang telah di *training* dengan jumlah *frame* sebanyak 32770 kemudian diuji secara *offline* pada siang hari. Pada tabel di bawah ini dapat dilihat objek yang tertangkap oleh kamera *thermal*, warna serta informasi juga akan dijelaskan pada tabel di bawah ini.



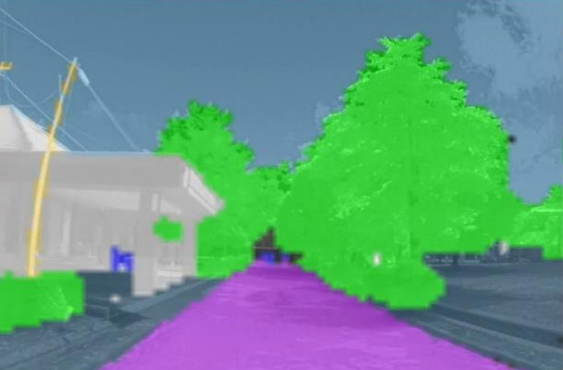
Tabel 2 Klasifikasi objek yang dideteksi

No	Objek	Warna <i>Testing Gambar</i>	Warna <i>Ground Truth</i>
1	<i>Background</i>	Hitam	Hitam
2	<i>Sky</i>	Biru Muda	Merah
3	<i>Building</i>	Abu-abu	Hijau
4	<i>Pole</i>	Kuning	Kuning
5	<i>Road</i>	Unggu	Biru Tua
6	<i>Pavement</i>	Biru Tua	Unggu
7	<i>Tree</i>	Hijau	Biru Muda
8	<i>Motorcycle</i>	Biru Tua	Merah
9	<i>Car</i>	Merah	Abu-abu
10	<i>Pedestrian</i>	Coklat	Coklat

Seperti yang terlihat pada tabel diatas memperlihatkan objek, warna pada masing masing program pengujian dan *Ground truth*, setiap objek dari hasil training dengan model arsitektur

ResNet 101. Hasil pendeteksian yang di lakukan pada siang hari dapat dilihat pada Tabel gambar di bawah ini.


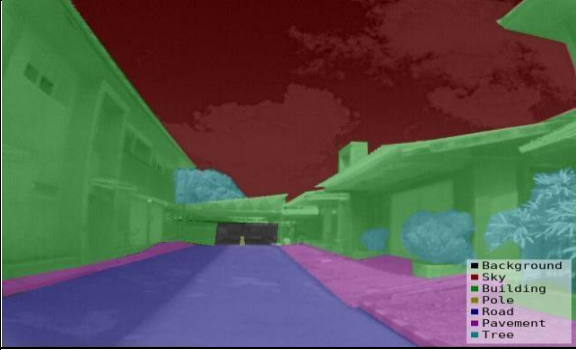

Tabel 3 Hasil Pengujian Siang Hari

No	Model	Hasil Offline
1	<i>Ground Thermal</i>	
2	<i>Ground Truth</i>	
3	<i>Prediction Segmentation</i>	

Hasil pengujian di atas menunjukkan perbandingan hasil antara *realtime* dan *offline* pendeteksian objek berbasis Gambar *thermal*. Selain itu, dapat dilihat juga hasil dari *ground thermal*, *ground truth* serta *prediction segmentation*. *Ground thermal* merupakan gambar yang didapatkan dari kamera *thermal*, *ground truth* merupakan gambar hasil yang didapatkan dari pengujian *online* saat melakukan *training dataset* yang telah dilabelin, sedangkan *prediction segmentation* adalah gambar yang hasilnya didapatkan saat pengujian secara *realtime* yang dimana pengujian ini dilakukan secara langsung saat *dataset* telah ditraining kemudian data tersebut dimasukkan kedalam jetson sehingga hasilnya dapat dilihat pada tabel diatas. Pada pengujian diatas dapat dikatakan dalam kategori baik karena hasilnya objek yang dideteksi sesuai klasifikasi nya terdeteksi dengan baik tanpa ada objek yang tidak terdeteksi serta objek yang dideteksi tersebut bentuknya mengikuti bentuk objek aslinya.

2. Pengujian Malam Hari

Pada pengujian kedua tugas akhir ini yaitu pengujian saat malam hari sistem segmentasi objek berbasis gambar thermal menggunakan DL Resnet 101 untuk mensegmentasi objek disekitar ruas jalan dan lingkungan universitas Nurtanio Bandung. Pengujian yang dilakukan berdasarkan nilai keakuratan serta ketepatan saat mensegmentasi objek *dataset* yang telah di *training* dengan jumlah *frame* 32770 kemudian diuji secara *offline* pada siang hari. Hasil pengujian malam hari dapat dilihat pada tabel Gambar di bawah ini.

No	Model	Hasil Offline
1	<i>Ground Thermal</i>	
2	<i>Ground Truth</i>	
3	<i>Prediction Segmentation</i>	

Hasil pengujian di atas menunjukkan perbandingan hasil antara *realtime* dan *offline* pendeteksian objek berbasis Gambar *thermal*, dan dapat dilihat pada tabel di atas hasil dari *ground thermal*, *ground truth* serta *prediction segmentation*. *Ground thermal* merupakan gambar yang didapatkan dari kamera *thermal*, *ground truth* merupakan gambar hasil yang didapatkan dari pengujian *online* saat melakukan *training dataset* yang telah dilabelin, sedangkan *prediction segmentation* adalah gambar yang hasilnya didapatkan saat

pengujian secara *realtime* yang dimana pengujian ini dilakukan secara langsung saat *dataset* telah ditraining kemudian data tersebut dimasukkan kedalam jetson sehingga hasilnya dapat dilihat pada tabel diatas. Pada pengujian diatas dapat dikatakan dalam kategori sempurna karena hasilnya objek yang dideteksi sesuai klasifikasi nya terdeteksi dengan baik tanpa ada objek yang tidak terdeteksi serta objek yang dideteksi tersebut bentuknya mengikuti bentuk objek aslinya tanpa ada kekurangan.

V. KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa segmentasi objek pada gambar thermal telah berhasil dibuat dan berfungsi dengan baik yang dapat melakukan segmentasi baik siang hari maupun malam hari, penjelasan sebagai berikut:

1. Pendeteksi objek secara segmentasi telah berhasil dibuat untuk mendeteksi beberapa objek yang telah diklasifikasikan, di mana objek gambar tersebut dilabelling terlebih dahulu pada labelme kemudian ditraining sehingga dapat mensegmentasi objek.
2. Hasil *training* dengan menggunakan 700 *dataset* gambar yang diambil dengan menggunakan kamera *thermal* menghasilkan, nilai mean IoU sebesar 77.03% pada model FCN ResNet 101 serta akurasi pada model ResNet 101 96.27%, serta menghabiskan waktu untuk *training* 4 Hari dengan model FCN ResNet 101.
3. Hasil kinerja sistem pendeteksi objek secara segmentasi yang di ujikan pada 700 *frame* gambar *thermal* secara *offline* menghasilkan 425 *frame* kategori baik, 148 *frame* kategori cukup dan 127 *frame* kategori kurang baik.

Untuk pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan sistem segmentasi objek dengan model *network* FCN ResNet 101 untuk mengsegmentasi objek sekitar ruas jalan di lingkungan Universitas Nurtanio ini dapat dikembangkan dengan menggunakan lebih banyak *dataset* (5000 gambar atau lebih) agar dapat meningkatkan nilai *Intersection over Union* pada setiap objek yang ada. Dan dari segi tampilan halaman utama website dapat ditambahkan gambar mata 360 yang ada kacamatanya dan juga website yang telah di buat dapat ditingkatkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur variasi jenis huruf, tampilan admin juga fitur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pihak pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini hingga makalah ini dapat di publikasikan pada Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia 2022, diantaranya kepada:

1. LPDP (Lembaga Pengelola Dana Pendidikan) sebagai sponsor penelitian.
2. BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional) sebagai penyedia prasarana penelitian.
3. Universitas Nurtanio sebagai penyedia prasarana penelitian.
4. AAU (Akademi Angkatan Udara) sebagai penyelenggarakonferensi dan prosiding.

Serta rekan rekan –rekan peneliti lainnya Perhatikan kaidah penulisan Referensi berikut ini..

REFERENSI

- [1] Segmentasi semantik untuk klasifikasi citra.” <https://arifiany.medium.com/segmentasi-semantik-untuk-klasifikasi-citra-a004b3906250> (diakses tanggal 30 september 2022)
- [2] Apa itu Machine Learning?” <https://www.dicoding.com/blog/machine-learning-adalah/> (diakses tanggal 30 september 2022).
- [3] Sadly Syamsudin, Guritnaningsih, Dewi Maulina. 2019. *Literatur Riview Artificial Intellegence* Deteksi Hasil ctscan Paru-paru Pasien Terjangkit Covid 19. Diakses pada

- 01 September 2022.
- [4] Gonzales, R.C., dan Woods, R.E. 2022. *Digital Image Processing*. Prentice hall New Jersey. Diakses pada pada tanggal 01 september
- [5] “Residual Networks (Resnet) mengenai apa itu resnet dan penjelesan menganai resnet101 <https://www.geeksforgeeks.org/residual-networks-resnet-deep-learning/> (diakses tanggal 01September 2022)
- [6] Visual Studio Code <https://www.codepolitan.com/visual-studio-code-list-ekstensi-pendukung-css>. Diakses pada 16 Juli 2022.
- [7] Tjahjono, Dedy Abdullah, Ari Manik. 2018. Kelalaian Manusia (*Human Error*) Dalam Kecelakaan Lalu Lintas, Diakses pada 12 Agustus 2022.
- [8] Vladimir Puzyrev. 2018. *Deep Learning Electromagnetic Inversion with ConvolutionalNeural Networks*. Curtin University.
- [9] Murphy, K.P. 2012. *Machine Learning: a probabilistic perspective*. MIT press