



Klasifikasi Objek Berbasis Gambar Thermal Menggunakan Deep Learning (Pre-Trained Resnet 50)

Object Classification Based On Thermal Images Using Deep Learning (Pre-Trained Resnet 50)

Agung Nugroho¹, Arief Suryadi Satyawan², Sri Desy Siswanti³

Teknik Elektro, Universitas Nurtanio Bandung

E-mail: agungnugroho2603@gmail.com, arief.suryadi@akane.waseda.jp,
desy0712unnur@gmail.com

Abstract— The development of technology in the field of transportation is currently something that is very enthusiastically welcomed by the Indonesian people in general. But along with the development of transportation technology that exists today is much different from the past, with a lot of sophistication and improving quality and safety that is more innovative. An Autonomous Car was created that can make it easier for drivers and maintain safety while driving. This system was built using the Neural Network control method, as well as Image Processing as the input signal in the form of images, and with the Flir camera as the vehicle data input. This of course has a very positive impact on human life today, of course humans will be more efficient in time, maintain safety on the trip, and can be more productive when driving. The method that is currently developing rapidly is automatic extraction using deep learning technology. The method used is Fully Convolutional Network (FCN) with Residual Neural Network (ResNet) architecture. The method currently used in the research is automatic extraction using deep learning technology to detect objects in the classification that has been made, with Residual Neural Network 50 (ResNet) architecture. In this study, the extraction accuracy for automatic vehicle function training reached 97.1% for ResNet 50 and 96.7% for ResNet 101 with a resolution of 640x512 pixels.

Keywords— Autonomous car, deep learning, image processing and Jetson AGX Xavier.

Abstrak— Perkembangan teknologi di bidang transportasi saat ini menjadi hal yang sangat disambut antusias oleh masyarakat Indonesia pada umumnya. Tetapi seiring dengan perkembangan teknologi transportasi yang ada saat ini sudah jauh berbeda dengan zaman dulu, dengan banyaknya kecanggihan serta meningkatkan kenyamanan dan keamanan yang lebih inovasi. Terciptalah *Autonomous Car* yang dapat memudahkan para pengendara serta menjaga keselamatan saat berkendara. Sistem ini dibangun menggunakan metode kontrol *Neural Network*, dan juga *Image Processing* sebagai pemrosesan sinyal dengan *input* berupa gambar, dan dengan kamera Flir sebagai data *input* kendaraan. Hal ini tentunya sangat berdampak positif pada kehidupan manusia hari ini, tentu manusia akan lebih efisien dalam waktu, menjaga keselamatan dalam perjalanan, dan dapat lebih produktif saat berkendara. Metode yang saat ini berkembang pesat adalah ekstraksi otomatis menggunakan teknologi *deep learning*. Metode yang digunakan adalah *Fully Convolutional Network* (FCN) dengan arsitektur *Residual Neural Network* (ResNet). Metode yang saat ini digunakan dalam penelitian adalah ekstraksi otomatis dengan menggunakan teknologi *deep learning* untuk melakukan deteksi objek pada klasifikasi yang sudah dibuat, dengan arsitektur *Residual Neural Network* 50 (ResNet). Pada penelitian ini, akurasi ekstraksi untuk pelatihan fungsi kendaraan otomatis mencapai 97.1% untuk ResNet 50 dan 96.7% untuk ResNet 101 dengan resolusi yang dipakai 640x512 pixel.

Kata Kunci— Autonomous car, deep learning, image processing and Jetson AGX Xavier.

I. PENDAHULUAN

Teknologi saat ini berkembang begitu pesat sehingga kita tidak dapat lagi memisahkan masyarakat dengan teknologi yang merupakan salah satu kebutuhan untuk menunjang aktivitas. Teknologi dapat mempermudah segala aktivitas yang meningkatkan perekonomian, bisnis, gizi, dan lainnya. Perkembangan ini dibuktikan dengan inovasi-inovasi yang dilakukan beberapa tahun terakhir, mulai dari teknologi sederhana hingga global. Perangkat teknologi informasi yang sangat cepat ini berdampak pada setiap aspek kehidupan masyarakat, mulai dari dunia pemerintahan, perdagangan, pertahanan, keamanan, pendidikan dan budaya, hingga kehidupan sehari-hari masyarakat yang tidak terpengaruh oleh peran teknologi. Penggunaan kendaraan berbahan bakar fosil (kendaraan berbahan bakar fosil) semakin meningkat, memenuhi jalan kota dan jalan tol. Minyak mentah, yang secara tradisional digunakan sebagai bahan bakar mobil, kini menjadi sumber energi tak terbarukan.

Mobil listrik merupakan sarana transportasi yang memenuhi kebutuhan mobilitas masyarakat dengan tetap ramah lingkungan karena tidak menimbulkan polusi atau emisi. Ada banyak efek negatif dari polusi atau emisi yang disebabkan oleh pembakaran mesin mobil konvensional. Ini termasuk dampak negatif pada kesehatan dan kesejahteraan manusia dan lingkungan. Pemerintah Indonesia sangat serius dalam mengkonversi kendaraan listrik. Pada saat ini, di negara-negara mulai berkembang berbagai jenis teknologi, salah satunya adalah kendaraan listrik tanpa campur tangan manusia atau yang biasa dikenal dengan kendaraan listrik otonom (KLO). Kendaraan ini dapat mengurangi kelalaian manusia dalam berkendara, selain itu memudahkan orang dewasa dan anak-anak untuk bepergian tanpa harus mengemudi. Oleh karena itu, kendaraan listrik otonom memerlukan sistem yang mampu mendeteksi dan membedakan objek menggunakan sensor kamera termal dengan metode segmentasi berbasis *Deep Learning* yang dilatih dengan dataset.

Berdasarkan penelitian (2021) berjudul "ResNet-50 untuk Klasifikasi Batik Indonesia dengan Data Augmentation". Berbagai metode digunakan untuk mengklasifikasi motif batik setiap daerah dengan menerapkan deep learning menggunakan metode convolutional neural network (CNN) dengan arsitektur ResNet untuk mengklasifikasikan gambar tie-dye. Kumpulan data gambar tie-dye asli 300 gambar dari 50 kelas. Proses ekspansi menciptakan 1200 gambar baru dengan jumlah kelas yang sama. Dalam skenario pengujian, rasio data latih terhadap data uji adalah 80:20 dan membandingkan keakuratan data asli dan data tambahan. Confusion matrix menunjukkan bahwa model memiliki performa akurasi terbaik sebesar 96% [1].

Sehingga metode yang digunakan dalam penelitian ini metode kuantitatif untuk mendapatkan sebuah akurasi *Confusion Matrix* dan IOU (Intersection Over Union) dan metode kualitatif untuk membandingkan kategori siang hari dan malam hari untuk mendeteksi objek seperti langit, bangunan, jalan, orang, pohon, motor, mobil, trotoar, dan tiang.

II. LANDASAN TEORI

Segmentasi semantik merupakan tahapan penting dalam proses pengenalan pola, Segmentasi semantik adalah suatu teknik pengolahan citra yang bertujuan untuk memisahkan antara objek dengan *background*. Setelah objek berhasil tersegmentasi maka kita dapat melakukan proses ekstraksi ciri 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 dan teknik segmentasi dengan cara memberi index warna pada tiap piksel yang menunjukkan keanggotaan dalam suatu segmentasi sehingga objek yang tertangkap oleh kamera *thermal* akan terindikasi oleh warna informasi sesuai denganklasifikasinya seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Data klasifikasi objek

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

A. *Deep learning*

Dikenal dengan istilah Pembelajaran Struktural Mendalam (*Deep Structured Learning*) merupakan salah satu jenis algoritma jaringan saraf tiruan yang menggunakan data yang memberikan informasi sebagai masukan dan memprosesnya menggunakan sejumlah lapisan tersembunyi (*hidden layer*) transformasi *non linier* dari data masukan untuk menghitung nilai luaran [4].

B. *Image processing*

Adalah suatu bentuk pengolahan yang menggunakan teknik tertentu untuk mengambil input berupa pemrosesan sinyal atau suatu gambar dan mengubahnya menjadi gambar lain sebagai keluaran. Pengolahan gambar dilakukan untuk memberikan informasi kepada komputer dan manusia sebagai data baru yang dapat diolah menjadi fungsi dan model modern. [5].

C. *ResNet*

Residual Network merupakan jaringan residual yang memiliki jaringan yang dalam ResNet memiliki beberapa macam jenis arsitektur yang dibedakan berdasarkan jumlah layer yang digunakan, mulai dari 18 layer, 34 layer, 50 layer, 101 layer, sampai 152 layer. 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].

D. *Intersection Over Union (IOU)*

Adalah nilai berdasarkan statistik kesamaan dan keragaman set sampel yang tujuannya untuk mengevaluasi area tumpang tindih (area yang beririsan) antara dua *bounding box*, yaitu *bounding box* hasil prediksi dan *bounding box ground truth* (kebenaran). Persamaan untuk mendapatkan nilai IOU hanyalah sebuah perbandingan dari area irisan dibagi dengan area gabungan. Dengan membagi kedua area tersebut, maka akan mendapatkan skor *Intersection Over Union (IOU)*. Setelah mendapatkan skor IOU, aturan yang ada untuk menilai apakah skor IOU yang kita dapat baik atau buruk adalah semakin beririsan atau semakin dekat jarak antara *bounding box* prediksi dengan *bounding box ground truth* [7].

E. *Coffusion Matrix*

Adalah salah satu metode evaluasi pada segmentasi semantik untuk mengetahui seberapa baik sistem yang dibuat dalam pengklasifikasian data. Pada *coffusion matrix*, dikenal empat istilah berupa *True Positive (TP)*, *True Negative (TN)*, *False Positive (FP)*, *False Negative (FN)*

untuk mempresentasikan hasil perbandingan klasifikasi sistem dengan klasifikasi sesungguhnya.

Menampilkan hasil akurasi dari setiap kelas label yang dihitung dengan menggunakan rumus akurasi. Rumus untuk mendapatkan akurasi adalah seperti persamaan.

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \times 100\%$$

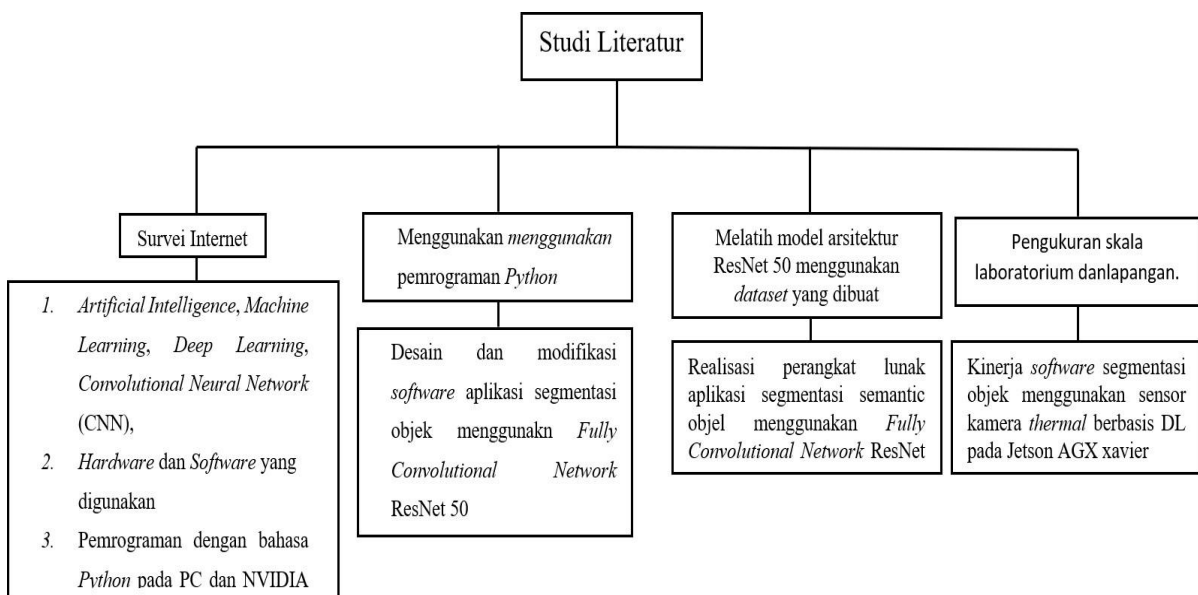
Keterangan :

- TP : Jumlah data positif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem
- TN : Jumlah data negatif yang terklasifikasi benar oleh sistem
- FP : Jumlah data positif namun terklasifikasi salah oleh sistem
- FN : Jumlah data negatif namun terklasifikasi salah oleh sistem

III. METODE YANG DIUSULKAN

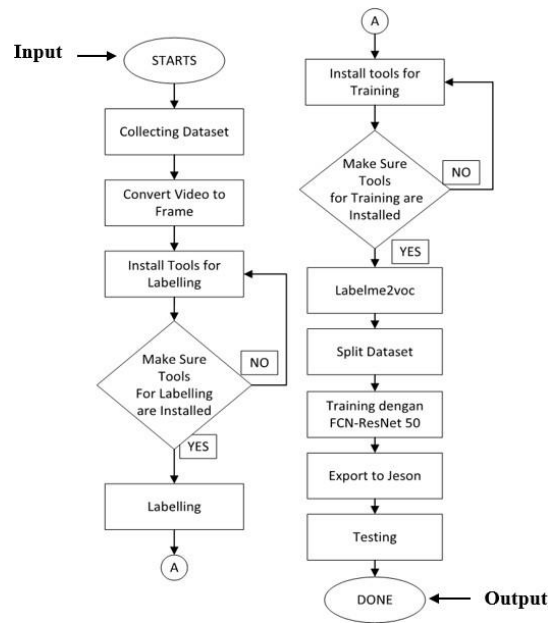
A. Metodologi Penelitian

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



Gambar 1. Metodologi Penelitian

B. Perancangan

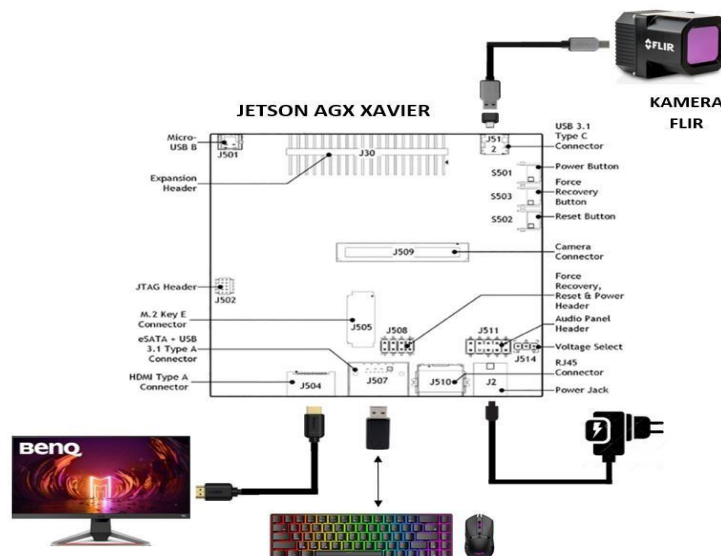


Gambar 2. Perancangan

IV. HASIL/MODEL

Bagian keempat ini menunjukkan bahwa kamera FLIR, monitor, mouse, dan keyboard terhubung melalui kabel data. Kamera mengirimkan data ke Jetson AGX Xavier. Pemrosesan data dilakukan di terminal menggunakan bahasa pemrograman Python, sehingga data yang diterima Jetson melalui kamera dapat diproses hingga segmentasi Objek Jetson AGX Xavier, membuat objek dapat dikenali.

A. Desain Model



Gambar 3. Ilustrasi Hardware

Pada Gambar diatas dapat dilihat desain Gambar Hardware yang digunakan pada pembuatan rancang bangun segmentasi objek berbasis gambar thermal menggunakan deep learning (pre-trained resnet 50).

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 Pagi Hari


Pada pengujian pertama tugas akhir ini yaitu pengujian saat siang hari sistem segmentasi objek berbasis Gambar thermal menggunakan Deep learning Resnet 50 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. Pada tabel dibawah ini dapat dilihat objek yang tertangkap oleh kamera thermal, warna serta informasi juga akan dijelaskan pada tabel 2 dibawah ini.

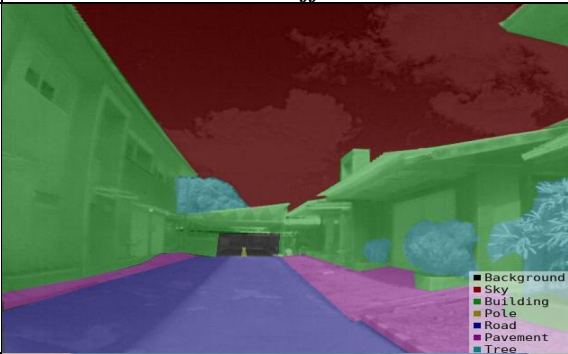

Tabel 2. Data klasifikasi objek pada resnet 50

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 50. Hasil pendeteksian yang di lakukan pada siang hari dapat dilihat pada Tabel 3 gambar dibawah ini.

Tabel 3. Hasil offline pagi hari

No	Model	Hasil <i>Offline</i>
1	<i>Ground Thermal</i>	



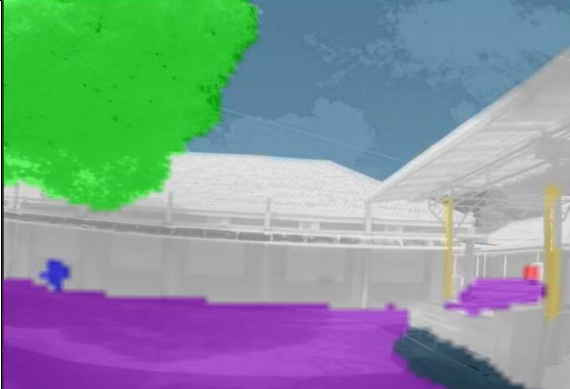
No	Model	Hasil <i>Offline</i>
2	<i>Ground Truth</i>	
3	<i>Prediction Segmentation</i>	

Hasil pengujian diatas menunjukkan perbandingan hasil *ground truth* dan *prediction secmantation*. *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 dilihat ada 7 classes pada kategori baik terdeteksi ada 6 classes yang terdeteksi dan kategori cukup ada 1 seperti pavemant.

2. Pengujian Malam Hari

Pada pengujian kedua tugas akhir ini yaitu pengujian saat malam hari sistem segmentasi objek berbasis Gambar *thermal* menggunakan *Deep learning Resnet 50* 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 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil offline malam hari

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

Hasil pengujian diatas menunjukkan perbandingan hasil *ground truth* dan *prediction segmentation*. Memperlihatkan perbedaan antara hasil deteksi objek secara Gambar *Thermal*, segmentasi semantik dari *ground truth* dengan hasil *prediction segmentation*. Diperoleh hasil bahwa segmentasi objek pada *prediction segmentation* terdapat penyatuan indikasi warna pada satu objek, seperti pada objek *Road* yang mengindikasikan warna objek *Pavement*. Oleh sebab itu, pendeteksian dikategorikan dengan kategori cukup karena adanya perbedaan hasil segmentasi objek pada *ground truth* dan *prediction segmentation*.

V. KESIMPULAN

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

1. Pendeteksian objek secara segmentasi telah berhasil dibuat untuk mendeteksi beberapa objek yang telah diklasifikasikan yang dimana objek gambar tersebut di labeling terlebih

dahulupada labelme kemudian di *training* sehingga dapat mensegmentasi objek.

2. Hasil *training* dengan menggunakan 1200 *dataset* gambar yang diambil dengan menggunakan kamera *thermal* menghasilkan, nilai mean IoU sebesar 79.5% pada model FCN ResNet 50 serta akurasi pada model ResNet 97.1%, serta menghabiskan waktu untuk *training* 5 Hari dengan model FCN ResNet 50.
3. Hasil kinerja sistem pendeteksi objek secara segmentasi yang di ujikan pada 32770 *frame* gambar *thermal* secara *offline* menghasilkan 19928 *frame* kategori baik, 7592 *frame* kategori cukup dan 5250 *frame* kategori kurang baik seperti trotoar, tiang, mobil.

Untuk pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan Sistem segmentasi objek dengan model *network* FCN ResNet 50 untuk mengsegmentasi objek sekitar ruas jalan di lingkungan Universitas Nurtanio ini dapat dikembangkan dengan menggunakan lebih banyak *dataset* (10000 gambar atau lebih) agar dapat meningkatkan nilai *Intersection over Union* pada setiap objek yang ada.

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.

AAU (Akademi Angkatan Udara) sebagai penyelenggara konferensi dan prosiding. Serta rekan-rekan –rekan peneliti lainnya. Perhatikan kaidah penulisan Referensi berikut ini.

REFERENSI

- [1] Dwi, M. N., Ledy, N., & Syamsul, R. (2020, Desember). Convolutional Neural Pada Klasifikasi Sidik Jari Menggunakan Resnet-50. *Vol. 1, No.2*.
- [2] Jabnoui, H., Arfaoui, I., Cherni, M. A., Bouchouicha, & Sayadi, M. (2022, Mei). ResNet-50 Based Fire And Smoke Images Classification.
- [3] Negara, B. S., Satria, E., Sanjaya, S., & Santoso, D. R. (2021, Juli). ResNet-50 for Classifying Indonesia Batik With Data Augmentation.
- [4] Putra, J. W. (2020, Agustus 17). *Pengenalan Konsep Pembelajaran Mesin dan Deep Learning*
- [5] Rezende, E., Ruppert, G., Carvalho, T., & Ramos, F. (2017, Desember). Malicious Software Classification Using Transfer Learning Of ResNet-50 Deep Neural Network.
- [6] Yogta, Yogta, A., Thayeb, R., Hermawati, Dwijayanti, S., & Suprpto, B. Y. (2019). Identifikasi Jalan Kampus Universitas Sriwijaya Berbasis Fully Convolutional . *Surya Energy*, 353-358.