

**PENGUNAAN *DEEP LEARNING* UNTUK KLASIFIKASI KENDARAAN
BERBASIS CITRA DALAM KAWASAN TERTIB LALU LINTAS
DI KABUPATEN SUMEDANG**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Pendidikan Sistem dan Teknologi Informasi



Oleh
Rival Ramadhan
NIM 1805181

**PROGRAM STUDI
PENDIDIKAN SISTEM DAN TEKNOLOGI INFORMASI
KAMPUS UPI DI PURWAKARTA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2022

**PENGGUNAAN *DEEP LEARNING* UNTUK KLASIFIKASI KENDARAAN
BERBASIS CITRA DALAM KAWASAN TERTIB LALU LINTAS
DI KABUPATEN SUMEDANG**

Oleh
Rival Ramadhan

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi
Pendidikan Sistem dan Teknologi Informasi

© **Rival Ramadhan** 2022

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2022

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, di *fotocopy*, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

Rival Ramadhan, 2022

**PENGGUNAAN *DEEP LEARNING* UNTUK KLASIFIKASI KENDARAAN BERBASIS CITRA DALAM
KAWASAN TERTIB LALU LINTAS DI KABUPATEN SUMEDANG**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

HALAMAN PENGESAHAN

RIVAL RAMADHAN

**PENGUNAAN *DEEP LEARNING* UNTUK KLASIFIKASI KENDARAAN
BERBASIS CITRA DALAM KAWASAN TERTIB LALU LINTAS DI
KABUPATEN SUMEDANG**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

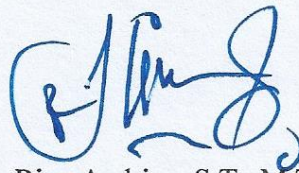
Pembimbing I



Ahmad Fauzi, S.Si., M.T.

NIPT. 920171219820915101

Pembimbing II

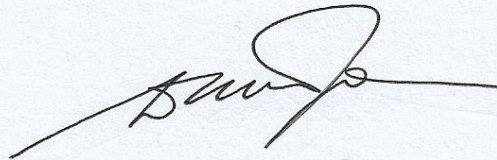


Rian Andrian, S.T., M.T.

NIPT. 920200119881125101

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Sistem dan Teknologi Informasi



Nuur Wachid Abdulmajid, S.Pd., M.Pd.

NIPT. 920171219910625101

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul *PENGGUNAAN DEEP LEARNING UNTUK KLASIFIKASI KENDARAAN BERBASIS CITRA DALAM KAWASAN TERTIB LALU LINTAS DI KABUPATEN SUMEDANG* ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan tersebut, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Purwakarta, Agustus 2022

yang membuat pernyataan,



Rival Ramadhan

NIM. 1805181

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji serta syukur penulis ucapkan kepada Allah *Azza Wajjala*, sebab atas karunia, hidayah, inayah, serta kemurahan hati-Nya skripsi yang berjudul “Penggunaan *Deep learning* Untuk Klasifikasi Kendaraan Berbasis Citra Dalam Kawasan Tertib Lalu Lintas di Kabupaten Sumedang” sebagai syarat guna memperoleh gelar sarjana pendidikan dalam program studi Pendidikan Sistem dan Teknologi Informasi (PSTI) S1 Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Purwakarta telah terselesaikan dengan baik.

Pada bidang *deep learning*, ada berbagai metode atau algoritma yang dapat digunakan untuk mendeteksi suatu objek salah satunya adalah YOLOv5. Saat ini, penggunaan *deep learning* di Indonesia belum dimanfaatkan dengan baik terutama dibidang pengawasan terhadap lalu lintas. Oleh karena itu penulis ingin menerapkan *deep learning* ini dengan menggunakan metode YOLOv5 dalam melakukan pendeteksian terhadap kendaraan yang melintasi kawasan tertib lalu lintas di Kabupaten Sumedang. Selain ingin menerapkan *deep learning*, penulis juga ingin mengetahui bagaimana hasil pengujian dari model yang telah dibuat. Peneliti berharap penelitian ini dapat berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang *computer vision*.

Penulis beranggapan bahwa skripsi ini merupakan karya terbaik yang dapat penulis persembahkan. Tetapi penulis menyadari bahwa tidak tertutup kemungkinan di dalamnya terdapat kekurangan-kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya. *Aamiin Yaa Rabbal Aalamiin*.

Purwakarta, Agustus 2022

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan nikmatnya, rizki dan karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini dapat tersusun tanpa terlepas dari izin Allah SWT., bimbingan, bantuan dan peran serta dari berbagai pihak. Oleh sebab itu dalam kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang setinggi-tingginya yang disampaikan kepada:

1. Kedua Orang tua Penulis, Bapak Asep Eman Suhandi dan Ibu Ira Artiwi yang selalu memberi arahan, semangat dan motivasi kepada penulis dengan penuh kasih sayang. Juga adik penulis, Muhammad Fawwaz yang menemani dan memberi dukungan. Semoga menjadikan pahala yang berlipat ganda juga bernilai ibadah di mata Allah ta'ala, *Aamiin Yaa Rabbal Aalamiin*.
2. Bapak Taufik Ridwan, S.T., M.T. yang telah memberikan arahan serta saran yang sangat penting bagi penulis dalam pengembangan program.
3. Bapak Ahmad Fauzi, S.Si., M.T. dan Bapak Rian Andrian, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah menyempatkan waktu juga menjadi teladan bagi penulis untuk menjadi pribadi yang pantang menyerah dan terus memberikan yang terbaik sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Ibu Dian Permata Sari, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa sabar dalam memberikan bimbingan pada penulis.
5. Bapak Rizki Hikmawan, S.Pd., M.Pd. selaku dosen pembimbing lapangan selama kegiatan Program Pengenalan Lapangan Satuan Pendidikan (PPLSP) yang telah mengarahkan penulis agar dapat menyelesaikan kegiatan tersebut dengan baik.
6. Segenap dosen dan tenaga pendidik UPI Kampus Purwakarta yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama penulis berkuliah di UPI Kampus Purwakarta.
7. Aldi Yasin, Alma Mahayun Syawaludin, M. Irwan Ramadhan, M. Raihan Ijlal Hanan yang senantiasa kebersamai penulis, bertukar pikiran dan membantu dalam berbagai urusan.
8. Rifa Nurhanifa, Deden Eka Purwanto, Cahya Karisma dan Fadel Daulatullail yang kebersamai penulis serta tergabung dalam tim PKM-M (pengabdian

pada masyarakat) dan berhasil meraih pendanaan dari kemendikbud di tahun 2020.

9. Teman-teman kelas A PSTI 2018 yang kebersamai penulis saat masa-masa perkuliahan.
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, penulis ucapkan *Jazza Kumullahu Khoiro* untuk semuanya. Semoga Allah ta'ala membalas segala kebaikannya.

**PENGGUNAAN *DEEP LEARNING* UNTUK KLASIFIKASI KENDARAAN
BERBASIS CITRA DALAM KAWASAN TERTIB LALU LINTAS DI
KABUPATEN SUMEDANG**

**RIVAL RAMADHAN
NIM. 1805181**

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi oleh banyaknya pelanggar kawasan tertib lalu lintas. Dalam kawasan tertib lalu lintas di Kab. Sumedang, ada beberapa jenis kendaraan yang tidak diperbolehkan untuk memasuki kawasan tersebut. Adanya ATCS belum dimanfaatkan secara maksimal oleh Dinas Perhubungan terutama pada bidang *deep learning*. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penerapan program pengolahan citra untuk mendeteksi kendaraan menggunakan algoritma YOLOv5 melalui rekaman CCTV lalu lintas; melakukan pengujian terhadap hasil pengolahan citra kendaraan melalui rekaman CCTV lalu lintas; dan memberikan rekomendasi pengembangan sistem pendeteksian kendaraan pada kawasan tertib lalu lintas di Kab. Sumedang. Penelitian ini menerapkan *AI Project Cycle* dan algoritma YOLOv5 sebagai algoritma yang digunakan untuk mendeteksi kendaraan. *Dataset* didapat melalui *video* yang ada pada *website* ATCS Dinas Perhubungan Kab. Sumedang. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa arsitektur yang digunakan melalui hasil dari *training* serta validasi dalam model YOLOv5 berhasil mendeteksi dengan akurat; serta model ini dapat mendeteksi keempat jenis kendaraan dengan cukup baik dengan mendapatkan nilai mAP di semua kelas sebesar 91,6%.

Kata kunci: *Deep learning*, Deteksi Kendaraan, *AI Project Cycle*, YOLOv5

DEEP LEARNING FOR IMAGE-BASED VEHICLE CLASSIFICATION IN REGULAR TRAFFIC AREAS IN SUMEDANG REGENCY

**RIVAL RAMADHAN
ID NUMB. 1805181**

ABSTRACT

The background of this research is based on the number of violators in the traffic order area. In the traffic order area in Sumedang Regency, several types of vehicles are not allowed to enter the area. The existence of ATCS has not been fully utilized by the Department of Transportation, especially in the field of deep learning. This study aims to implement an image processing program to detect vehicles using the YOLOv5 algorithm through traffic CCTV recordings; conduct testing on the results of vehicle image processing through CCTV traffic recordings; and provide architectural recommendations for the development of vehicle detection systems in traffic orderly areas in Kab. Sumedang. This study applies the AI Project Cycle and uses YOLOv5 as the algorithm that will be used to detect vehicles. The dataset used was obtained through a video on the ATCS website of the Department of Transportation in Kab. Sumedang. Based on the results of the study, it was concluded that the architecture used through the results of training and validation in the YOLOv5 model managed to detect accurately; and this model can detect the four types of vehicles quite well by getting an average mAP value in all classes of 91.6%.

Keywords: Deep learning, Vehicle Detection, AI Project Cycle, YOLOv5

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1. Manfaat Teoritis	4
1.4.2. Manfaat Praktis.....	4
1.5. Struktur Organisasi Skripsi	4
BAB II.....	6
KAJIAN PUSTAKA	6
2.1. Kajian Teori.....	6
2.1.1. <i>Machine Learning</i>	6
2.1.2. <i>Deep learning</i>	6
2.1.3. <i>Object Detection</i>	6
2.1.4. Kendaraan.....	8
2.1.5. <i>You Only Look Once (YOLO)</i>	8
2.1.5. YOLOv5	9
2.1.6. <i>Metrics Evaluation</i>	10
2.1.6.1 <i>Confusion Matrix</i>	10
2.1.6.2 <i>Recall</i>	11

2.1.6.3 <i>Precision</i>	11
2.1.6.4 <i>Mean Average Precision (mAP)</i>	11
2.1.7. <i>Roboflow</i>	11
2.1.8. <i>Google Colaboratory</i>	12
2.2. Penelitian Terdahulu.....	12
2.2.1. Sistem Deteksi Plat Nomor Otomatis Menggunakan YOLO V3 Dengan <i>Framework Darknet</i>	12
2.2.2. <i>Fast Implementation of Real-time Fruit Detection in Apple Orchards Using Deep learning</i>	12
2.2.3. <i>YOLOv5 versus YOLOv3 for Apple Detection</i>	13
2.2.4. Klasifikasi Jenis Kendaraan Menggunakan Metode <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	13
2.2.5. Sistem Cerdas Pemantauan Arus Lalu Lintas Dengan DCN (<i>Deep Convolutional Network</i>)	13
2.3. Metode Penelitian.....	13
2.3.1. <i>AI Project Cycle</i>	13
2.3.1.1. <i>Problem Scoping</i>	14
2.3.1.2. <i>Data Acquisition</i>	14
2.3.1.3. <i>Data Exploration</i>	14
2.3.1.4. <i>Modeling</i>	15
2.3.1.5. <i>Evaluation</i>	15
2.3.1.6. <i>Deployment</i>	16
2.3.2. <i>Roadmap Penelitian</i>	16
BAB III.....	17
METODE PENELITIAN	17
3.1. Jenis Penelitian	17
3.2. Lokasi Penelitian, Populasi dan Sampel.....	17
3.2.1. Lokasi Penelitian	17
3.2.2. Populasi Penelitian	17
3.2.3. Sampel Penelitian	17
3.3. Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1. <i>Problem Scoping</i>	19

3.3.2. <i>Data Acquisition</i>	19
3.3.3. <i>Data Exploration</i>	20
3.3.4. <i>Modeling</i>	22
3.3.5. <i>Evaluation</i>	22
3.3.6. <i>Deployment</i>	22
BAB IV	24
HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Hasil	24
4.1.1. <i>Problem Scoping</i>	24
4.1.2. <i>Data Acquisition</i>	24
4.1.3. <i>Data Exploration</i>	25
4.1.4. <i>Modeling</i>	27
4.1.5. <i>Evaluation</i>	31
4.1.5.1. <i>Metrics Evaluation</i>	31
4.1.6. <i>Deployment</i>	32
4.1.6.1. <i>Pembuatan Website</i>	32
4.1.6.2. <i>Testing</i>	34
4.2. Pembahasan	35
4.2.1. Penerapan <i>Deep learning</i>	36
4.2.2. Pengujian	37
4.2.3. Rekomendasi Pengembangan Sistem Pengawasan Kawasan Tertib Lalu Lintas Di Kab. Sumedang	38
BAB V	40
SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	40
5.1. Simpulan	40
5.2. Implikasi	40
5.3. Rekomendasi	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN I	44
LAMPIRAN II	45
LAMPIRAN III	46
LAMPIRAN IV	56

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Hasil Pengujian Penelitian Terdahulu	2
Tabel 4.1. Hasil <i>Training</i>	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arsitektur YOLO.....	10
Gambar 2.2 <i>Problem Scoping</i>	14
Gambar 2.3. <i>Roadmap</i> Penelitian.....	16
Gambar 3.1. <i>AI Project Cycle</i>	17
Gambar 3.2. Alur Perancangan	18
Gambar 3.3. Contoh Data CCTV 1	19
Gambar 3.4. Contoh Data CCTV 2	20
Gambar 3.5. Data Dengan Kotak Pembatas (<i>Bounding Box</i>) 1.....	21
Gambar 3.6. Data Dengan Kotak Pembatas (<i>Bounding Box</i>) 2.....	21
Gambar 4.1. <i>Frame</i> dari <i>Video</i>	24
Gambar 4.2. Proses Anotasi dengan Format YOLOv5	25
Gambar 4.3 Hasil Anotasi pada <i>Roboflow</i>	26
Gambar 4.4. Test Split yang di-generate dari <i>Roboflow</i>	26
Gambar 4.5. Preprocessing yang di-generate dari <i>Roboflow</i>	27
Gambar 4.6. Augmentasi Data yang di-generate dari <i>Roboflow</i>	27
Gambar 4.7. Hasil <i>Training</i>	30
Gambar 4.8. Validasi Label.....	30
Gambar 4.9. Validasi Prediksi.....	30
Gambar 4.10. Deteksi <i>Video</i>	31
Gambar 4.11. <i>Website</i> Deteksi	34
Gambar 4.12. Hasil <i>testing</i>	35
Gambar 4.13. Penggunaan <i>Website</i> untuk Pendeteksian.....	37
Gambar 4.14. Grafik Hasil Pengujian	38
Gambar 4.15. Hasil Pengujian <i>Metrics Evaluation</i>	38
Gambar 4.16. Rekomendasi Arsitektur Pengembangan Sistem Pendeteksian.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I.....	44
Lampiran 1.1 <i>Dataset</i> yang Digunakan.....	44
LAMPIRAN II	45
Lampiran 2.1 <i>Repository</i> dan <i>Notebook</i>	45
LAMPIRAN III.....	46
Lampiran 3.1 Hasil <i>Training Dataset</i>	46
LAMPIRAN IV	56
Lampiran 4.1 SK Pembimbing Skripsi.....	56

DAFTAR PUSTAKA

- Chauhan, M. S., Singh, A., Khemka, M., Prateek, A., & Sen, R. (2019). Embedded CNN based vehicle classification and counting in non-laned road traffic. In *Proceedings of the Tenth International Conference on Information and Communication Technologies and Development* (pp. 1-11).
- De Silva, D., & Alahakoon, D. (2022). An artificial intelligence life cycle: From conception to production. *Patterns*, 100489.
- Fadlia, N., & Kosasih, R. (2020). Klasifikasi Jenis Kendaraan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Cnn). *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 24(3), 207-215.
- Hanafi, Y. U. (2020). Deteksi Penggunaan Helm Pada Pengendara Bermotor Berbasis *Deep learning* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Harahap, M., Elfrida, J., Agusman, P., Rafael, M., Abram, R., & Andrianto, K. (2019, November). Sistem Cerdas Pemantauan Arus Lalu Lintas Dengan DCN (Deep Convolutional Network). In *Seminar Nasional Aptikom (SEMNASTIK) 2019* (pp. 367-376).
- Hossin, M., & Sulaiman, M. N. (2015). A review on evaluation metrics for data classification evaluations. *International journal of data mining & knowledge management process*, 5(2), 1.
- Jalled, F., & Voronkov, I. (2016). Object detection using image processing. *arXiv preprint arXiv:1611.07791*.
- Kang, H., & Chen, C. (2020). Fast implementation of real-time fruit detection in apple orchards using *deep learning*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 168, 105108.
- Kuznetsova, A., Maleva, T., & Soloviev, V. (2021). YOLOv5 versus YOLOv3 for Apple Detection. *Cyber-Physical Systems: Modelling and Intelligent Control*, 349-358.
- Mohri, M., Rostamizadeh, A., & Talwalkar, A. (2012). *Foundations of Machine Learning (Adaptive Computation and Machine Learning)*. Cambridge: The MIT Press.
- Peraturan Bupati Sumedang nomor 147 Tahun 2019 Tentang Kawasan Tertib Lalu Lintas
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 779-788)

Syuhaila, F. Q. (2020). *Sistem Deteksi Plat Nomor Otomatis Menggunakan YOLO V3 Dengan Framework Darknet* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

Watkins, J., Spencer, K., & Hammer, D. (2014). Examining young students' problem scoping in engineering design. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 4(1), 5.