

**SISTEM DETEKSI LAJU DAN PLAT NOMOR KENDARAAN BERBASIS
VIDEO REKAMAN MENGGUNAKAN *YOLOV5*, *DEEPSORT*
DAN *HYPERLPR***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro
Program Studi Teknik Elektro



Disusun oleh:

Muhammad Azhar Baiquni

E.5051.1801065

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2023**

**SISTEM DETEKSI LAJU DAN PLAT NOMOR KENDARAAN BERBASIS
VIDEO REKAMAN MENGGUNAKAN *YOLOV5*, *DEEPSORT*
DAN *HYPERLPR***

Oleh:

Muhammad Azhar Baiquni

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektro

© Muhamad Azhar Baiquni
Universitas Pendidikan Indonesia

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difotocopy, atau cara lain tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

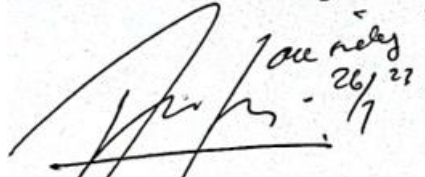
MUHAMMAD AZHAR BAIQUNI

E.5051.1801065

**SISTEM DETEKSI LAJU DAN PLAT NOMOR KENDARAAN BERBASIS
VIDEO REKAMAN MENGGUNAKAN YOLOV5, DEEPSORT
DAN HYPERLPR**

Disetujui dan disahkan oleh:

Dosen Pembimbing I



Agus Heri Setya Budi, M.T

NIP. 19760527 200112 1 002

Dosen Pembimbing II

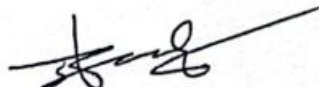


Prof. Dr. Hj. Budi Mulyanti, M.Si.

NIP. 19630109 199402 2 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph.D

NIP. 19770908 200312 1 002

PERNYATAAN

*Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul " **Sistem Deteksi Laju dan Plat Nomor Kendaraan Berbasis Video Rekaman Menggunakan YOLOv5, DeepSORT dan HyperLPR**" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.*

Bandung, Desember 2022

Yang menyatakan,

Muhammad Azhar Baiquni

NIM. 1801065

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur ke hadirat Allah SWT, atas berkat rahmat dan kuasa-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Sistem Deteksi Laju dan Plat Nomor Kendaraan Berbasis Video Rekaman Menggunakan YOLOv5-DeepSORT dan HyperLPR**”. Skripsi ini disusun sebagai bagian dari persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Program Studi S1 Teknik Elektro. Penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan karena penulis menerima banyak bantuan serta dukungan selama proses penyusunan skripsi. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua serta keluarga penulis yang selalu mendoakan serta memberikan dukungan dalam pelaksanaan hingga penyusunan skripsi.
2. Bapak Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Ibu Ir. Hj. Arjuni Budi Pantjawati, M.T. selaku Ketua KBK Telekomunikasi, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Bapak Dr. Maman Somantri, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
5. Bapak Agus Heri Setya Budi, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
6. Ibu Prof. Dr. Hj. Budi Mulyanti, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
7. Adi Ahmad Fauzan, Muhamamd Agung Gumelar, Mohammad Syifa'ul Janan dan Nasywa Imanuddin selaku teman yang telah membantu, mendukung, dan berbagi banyak ilmu.
8. Teman-teman kelas Teknik Elektro 2 2018 dan semua pihak yang telah membantu penulis yang namanya tidak bisa disebutkan semuanya di sini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sifat sempurna dikarenakan keterbatasan ilmu yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, saran serta kritik dari para pembaca skripsi ini sangatlah diharapkan serta akan penulis terima dengan senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Bandung, Desember 2022

Penulis

ABSTRAK

Salah satu penyebab terjadinya kecelakaan adalah kurangnya kewaspadaan pengemudi dan pelanggaran laju kendaraan melampaui batas maksimal. Untuk mengurangi tindak pelanggaran tersebut diperlukan pengawasan lalu lintas pada area jalan terutama di area yang rawan terjadi kecelakaan. Dalam penelitian ini dikembangkan sistem deteksi laju dan plat nomor kendaraan berbasis video rekaman menggunakan *YOLOv5-DeepSORT* dan *HyperLPR* untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dalam sistem ini digunakan *YOLOv5* dan *DeepSORT* untuk mendeteksi dan melacak pergerakan kendaraan sehingga diperoleh perpindahan jarak kendaraan yang digunakan sebagai acuan deteksi laju kendaraan. Adapun *HyperLPR* digunakan untuk mendeteksi plat nomor dari kendaraan tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen dengan melakukan perekaman video pada ruas jalan tol Cipali yang digunakan sebagai input dari program deteksi laju dan plat nomor kendaraan. Hasil pengujian deteksi objek kendaraan menggunakan *YOLOv5* diperoleh nilai evaluasi metric *precision* sebesar 100%. Dan pengujian deteksi laju kendaraan diperoleh nilai rata-rata presentase eror sebesar 7,6% terhadap nilai sebenarnya. Adapun dari deteksi plat nomor kendaraan diperoleh hasil akurasi karakter secara keseluruhan sebesar 91,82 %. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi laju dan plat nomor kendaraan yang dikembangkan memiliki akurasi yang sangat baik dan dapat dipertimbangkan untuk digunakan dengan memperhatikan beberapa kriteria implementasi yang telah ditentukan.

Kata Kunci: Laju kendaraan, plat nomor kendaraan, *YOLOv5*, *DeepSORT*, *HyperLPR*

ABSTRACT

One of the contributing factors to accidents is the inadequate vigilance of drivers and violations of the designated vehicle speed limit. To mitigate these infractions, it becomes imperative to establish vigilant traffic monitoring measures, particularly in accident-prone zones. Addressing these concerns, the research introduces a comprehensive system for detecting speed violations and capturing vehicle license plate information, particularly through video-based surveillance. The framework leverages a combined utilization of YOLOv5-DeepSORT and HyperLPR technologies. YOLOv5 and DeepSORT synergize to identify and track vehicular motion, enabling the calculation of distance displacement as a basis for accurate speed assessment. HyperLPR, on the other hand, facilitates precise license plate identification. The study employs an experimental approach, capturing video footage along a section of the Cipali toll road, subsequently processed by the speed detection and license plate recognition algorithms. The evaluation of the vehicle detection module employing YOLOv5 demonstrates a flawless precision metric score of 100%. Furthermore, the speed detection component yields an average error percentage of 7.6% in relation to actual values. The vehicle license plate recognition showcases an overall character accuracy rate of 91.82%. Collectively, these outcomes affirm the exceptional accuracy of the developed speed detection and license plate recognition system, warranting its potential consideration for deployment, subject to predefined implementation criteria.

Keywords: Vehicle speed, vehicle license plate, YOLOv5, DeepSORT HyperLPR

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Batasan masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat penelitian	3
1.6 Struktur Penulisan Skripsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Rekayasa lalu lintas	5
2.1.1 Transportasi Jalan Raya	5
<i>zzz</i>	
2.1.3 Kecelakaan Lalu Lintas	6
2.1.4 Jalan Raya Berbayar	8
2.1.5 Plat Nomor Kendaraan.....	8
2.2 Pengolahan Citra Digital	9
2.2.1 Citra Digital dan Konsep Piksel.....	9
2.2.2 Citra Berbasis Visi Komputer.....	10
2.2.3 <i>Library Open Source</i> OpenCV	11
2.2.1 Video Dalam Pengolahan Citra Digital	11
2.2.2 Citra Biner.....	12
2.2.3 Citra Warna.....	13
2.2.4 Citra <i>Grayscale</i>	13
2.2.5 Objek Deteksi Dalam Bentuk Visual.....	14

2.3 Pengolahan Citra Berbasis <i>Deep Learning</i>	16
2.3.1 Convolutional Neural Network (CNN).....	17
2.3.2 <i>Library Open Source YOLO</i>	19
2.3.3 Algoritma Pelacakan <i>DeepSORT</i>	21
2.3.4 <i>Library Open Source PyTorch</i>	23
2.3.5 <i>Library Open Source HyperLPR</i>	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Desain Penelitian	25
3.1.1 Perumusan Masalah	26
3.1.2 Studi Literatur	26
3.1.3 Analisis Kebutuhan Sistem.....	26
3.1.4 Pengambilan Data	27
3.1.5 Pengembangan Sistem	27
3.1.6 Pengujian Sistem.....	27
3.1.7 Penarikan Kesimpulan	27
3.2 Desain <i>Prototyping</i>	28
3.3 Rancangan Pengembangan Sistem	30
3.4 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak.....	32
3.4.1 Kebutuhan Perangkat Keras.....	33
3.4.2 Kebutuhan perangkat lunak	33
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Rancangan Pengembangan Sistem	34
4.1.1 Perancangan Sistem	34
4.1.2 Pengujian Sistem.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Plat nomor kendaraan.....	9
Gambar 2. 2 Citra dan piksel penyusunnya	10
Gambar 2. 3 Pengenalan gambar melalui visi komputer	11
Gambar 2. 4 Tampilan video dalam bentuk frame per second (FPS)	12
Gambar 2. 5 Penerapan citra biner pada gambar	13
Gambar 2. 6 Penerapan citra RGB pada gambar	13
Gambar 2. 7 Penerapan citra grayscale pada gambar	14
Gambar 2. 8 Objek deteksi 20 tahun terakhir	14
Gambar 2. 9 Kerangka kerja objek deteksi secara umum.....	15
Gambar 2. 10 Representasi deep network dalam pengklasifikasian digit.....	16
Gambar 2. 11 Urutan layers CNN.....	17
Gambar 2. 12 Arsitektur CNN	19
Gambar 2. 13 Hasil deteksi objek menggunakan YOLOv5.....	20
Gambar 2. 14 Struktur jaringan YOLOv5.....	21
Gambar 2. 15 Alur kerja DeepSORT	22
Gambar 2. 16 Hasil tracking menggunakan DeepSORT.....	23
Gambar 2. 17 Hasil deteksi plat nomor kendaraan menggunakan HyperLP	24
Gambar 3. 1 Diagram alur metode penelitian	25
Gambar 4. 6 Program inialisasi dan konfigurasi variabel pada DeepSORT	37
Gambar 4. 7 Program load model pada menggunakan <i>PyTorch</i> model	37
Gambar 4. 8 Program menerapkan NMS (Non Maximize Supression).....	38
Gambar 4. 9 Program mengkonversi nilai input kedalam bentuk DeepSORT	39
Gambar 4. 10 Program mengkonversi format data dari deteksi objek menjadi format tensor	40
Gambar 4. 11 Program perhitungan untuk mendapatkan nilai estimasi laju kendaraan	41
Gambar 4. 12 Program menampilkan hasil estimasi laju kendaraan	42
Gambar 4. 13 program untuk menggambar dan menampilkan hasil estimasi kecepatan pada frame	43
Gambar 4. 14 Diagram alur deteksi plat nomor kendaraan	44

Gambar 4. 15 Program deteksi plat nomor kendaraan menggunakan HyperLPR	45
Gambar 4. 16 Hasil deteksi kendaraan.....	46
Gambar 4. 17 Hasil deteksi kendaraan.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 1 Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian	33
Tabel 3. 2 Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian.....	33
Tabel 4. 1 Pengujian perbandingan laju hasil deteksi dengan laju sebenarnya dengan input video pertama	48
Tabel 4. 2 Pengujian perbandingan laju hasil deteksi dengan laju sebenarnya dengan input video ke-2	49
Tabel 4. 3 Pengujian perbandingan laju hasil deteksi dengan laju sebenarnya dengan input video ke-3	50
Tabel 4. 4 Pengujian perbandingan laju hasil deteksi dengan laju sebenarnya dengan input video pertama ke-4	51
Tabel 4. 5 Pengujian perbandingan laju hasil deteksi dengan laju sebenarnya dengan input video ke-5	52
Tabel 4. 6 Hasil dari masing-masing deteksi laju kendaraan.....	53
Tabel 4. 7 Pengujian deteksi plat nomor kendaraan	55
Tabel 4. 8 uraian hasil deteksi plat nomor kendaraan	58

DAFTAR PUSTAKA

- Andriansyah. (2016). *Manajemen transportasi dalam kajian dan teori* (Dr. Eva Mardhiat (ed.)). 2015 Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Prof. Dr. Moestopo Beragama.
- Budianto, A., Adji, T. B., & Hartanto, R. (2015). Deteksi nomor kendaraan dengan metode connected component dan SVM. *Jurnal Teknologi Informasi Magister Darmajaya*, 1(01), 106–117.
- Budianto, A., Ariyuana, R., & Maryono, D. (2019). Perbandingan k-nearest Neighbor (KNN) dan support vector machine (SVM) dalam pengenalan karakter plat kendaraan bermotor. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Dan Kejuruan*, 11(1), 27. <https://doi.org/10.20961/jiptek.v11i1.18018>
- Damayanti, E. (2013). *Pengolahan citra digital i*.
- Dinata, R. A., Candradewi, I., Si, S., Cs, M., Bambang, D., & Prastowo, N. (2022). Sistem pengawasan physical distancing di tempat umum menggunakan kamera berbasis deep learning. *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems (IJEIS)*, 12, No.1(x), 1–5. <https://doi.org/10.22146/ijeis.70886>
- Diwanti, H., Sumaryo, I. S., & Setianingsih, C. (2019). Real time smart CCTV untuk mendeteksi plat nomor kendaraan menggunakan optical character recognition real time smart CCTV to detect vehicle license plate using optical character recognition. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 3045–3052.
- Gomes, S. L., Rebouças, E. de S., Neto, E. C., Papa, J. P., Albuquerque, V. H. C. d., Rebouças Filho, P. P., & Tavares, J. M. R. S. (2017). Embedded real-time speed limit sign recognition using image processing and machine learning techniques. *Neural Computing and Applications*, 28, 573–584. <https://doi.org/10.1007/s00521-016-2388-3>
- Gou, C., Wang, K., Yao, Y., & Li, Z. (2016). Vehicle license plate recognition based on extremal regions and restricted boltzmann machines. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(4), 1096–1107. <https://doi.org/10.1109/TITS.2015.2496545>
- Gu, Z., Su, Y., Liu, C., Lyu, Y., Jian, Y., Li, H., Cao, Z., & Wang, L. (2020). Adversarial attacks on license plate recognition systems. *Computers, Materials and Continua*, 65(2), 1437–1452. <https://doi.org/10.32604/cmc.2020.011834>
- Kadir, A., & Susanto, A. (2012). *Pengolahan citra teori dan aplikasi*.
- Kim, P. (2017). MATLAB deep learning. In *Springer Science+Business Media New York*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2845-6>
- Li, Z., Tian, X., Liu, X., Liu, Y., & Shi, X. (2022). Applied sciences a two-stage

- industrial defect detection framework based on. *Applied Sciences*.
<https://doi.org/10.3390>
- Lu, S., Wang, B., Wang, H., Chen, L., Linjian, M., & Zhang, X. (2019). A real-time object detection algorithm for video. *Computers and Electrical Engineering*, 77, 398–408.
<https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2019.05.009>
- Maulana, I., Purwanto, E., & Anggriat, A. (2021). Analisis komparasi kecelakaan lalu lintas di jalan Tol Cikopo – Palimanan sebelum dan pada saat pandemi covid-19. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 23(2), 184–192.
<https://doi.org/10.25104/jptd.v23i2.1920>
- McAndrew, A. (2004). An introduction to digital Image processing with matlab, notes for SCM2511 image processing 1. In *School of Computer Science and Mathematics Victoria University of Technology* (Vol. 2, Issue 2).
https://edurev.gumlet.io/files/6260_775d8d8a-e094-4ba1-882c-9ada31d9559b.pdf
- Moolayil, J. (2019). Learn Keras for Deep Neural Networks: A Fast-Track Approach to Modern Deep Learning with Python. In *Learn Keras for Deep Neural Networks*. <https://doi.org/10.1007>
- Parico, A. I. B., & Ahamed, T. (2021). Real time pear fruit detection and counting using YOLOv4 models and DeepSORT. *Sensors*, 1–32.
<https://doi.org/10.3390>
- Pattanayak, S. (2017). Pro deep learning with tensorflow. In *Springer Science+Business Media New York*. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3096-1_2
- Punn, N. S., Sonbhadra, S. K., Agarwal, S., & Rai, G. (2020). *Monitoring COVID-19 social distancing with person detection and tracking via fine-tuned YOLO v3 and Deepsort techniques*. 1–10.
<http://arxiv.org/abs/2005.01385>
- Qian, Y., Ma, D., Wang, B., Pan, J., Wang, J., Gu, Z., Chen, J., Zhou, W., & Lei, J. (2020). Spot evasion attacks: Adversarial examples for license plate recognition systems with convolutional neural networks. *Computers and Security*, 95, 101826. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2020.101826>
- Raharjo, N. D. (2022). *Dasar perencanaan geometrik jalan raya* (Dhega Febiharsa (ed.)). Cerdas Ulter Kreatif.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016-Decem*, 779–788. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.91>
- Sachan, A., & Sinhal, K. (2017). *No Title*. Cv-Tricks.Com. <https://cv-tricks.com/object-detection/faster-r-cnn-yolo-ssd/>
- Sadewo, S. S., Sumiharto, R., & Candradew, I. (2015). Sistem pengukur

- kecepatan kendaraan berbasis pengolahan video. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 5(2), 177–186.
<https://doi.org/10.22146>
- Solichin, A., & Rahman, Z. (2015). Aplikasi identifikasi nomor kendaraan berbasis android dengan metode learning vector quantization. *Jurnal TICOM*, 3(3), 216–222.
- Stevens, E., Antiga, L., & Viehmann, T. (2020). Deep learning with PyTorch. In *Machine Learning and Deep Learning in Real-Time Applications*.
<https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3095-5.ch003>
- Tsani, N. H., Dirgantoro, B., & Prasasti, A. L. (2017). Impelementasi deteksi kecepatan kendaraan menggunakan kamera webcam dengan metode frame difference the implementation of vehicle speed detection using webcam with frame difference method. *E-Proceeding of Engineering*, 4(2), 2373–2381.
- Undang-Undang No.15. (2005). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia PP No. 15 Tahun 2005 tentang Jalan Tol. *Deputi Sekretaris Kabinet Bidang Hukum Dan Perundang-Undangan*, 1–23.
<https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/49351/pp-no-15-tahun-2005>
- Undang-Undang No.22. (2009). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. 2(1), 1–8.
- Vakili, E., Shoaran, M., & Sarmadi, M. R. (2020). Single-camera vehicle speed measurement using the geometry of the imaging system. *Multimedia Tools and Applications*, 79(27–28), 19307–19327. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-08761-5>
- Wani, M. A., Bhat, F. A., Afzal, S., & Khan, A. I. (2019). *Advances in deep learning* (Vol. 57). <https://doi.org/10.1007/978-981-13-6794-6>
- Wijaya, T. A., & Prayudi, Y. (2010). Implementasi visi komputer dan segmentasi citra. *Snati 2010, 2010(Snati)*, 1–5.
<http://journal.uui.ac.id/index.php/Snati/article/view/1949/1724>
- Yu, H., Wang, X., Shao, Y., Qin, F., Chen, B., & Gong, S. (2022). Research on license plate location and recognition in complex environment. *Journal of Real-Time Image Processing*, 19(4), 823–837.
<https://doi.org/10.1007/s11554-022-01225-z>
- Zelinsky, A. (2009). Learning OpenCV. In *IEEE Robotics & Automation Magazine* (Vol. 16, Issue 3). <https://doi.org/10.1109/mra.2009.933612>
- Zhao, Z. Q., Zheng, P., Xu, S. T., & Wu, X. (2019). Object detection with deep learning: A Review. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 30(11), 3212–3232. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2018.2876865>
- Zhu, H., Wei, H., Li, B., Yuan, X., & Kehtarnavaz, N. (2020). A review of video object detection: Datasets, metrics and methods. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(21), 1–24. <https://doi.org/10.3390/app10217834>
- Zou, Z., Chen, K., Shi, Z., Guo, Y., & Ye, J. (2023). Object detection in 20 uears:

A survey. *Proceedings of the IEEE*, 1–22.
<https://doi.org/10.1109/JPROC.2023.3238524>

Zulfikri, M., Yudhaningtyas, E., & Rahmadwati, R. (2019). Sistem penegakan speed bump berdasarkan kecepatan kendaraan yang diklasifikasikan haar cascade classifier. *Techno.Com*, 18(2), 97–109.
<https://doi.org/10.33633/tc.v18i2.2074>

