

## Survei Volume Lalulintas Dengan Internet Of Thing Yolo-V5

Darmadi<sup>1,\*</sup>, dan Pratikso, Mudiyono Rachmat<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa S3 Universitas Islam Sultan Agung, Semarang

<sup>2</sup> Dosen Program Doktor Universitas Islam Sultan Agung, Semarang

\*) Corresponding author: prodiftsp2023@gmail.com

### Abstract

*The Internet of Things has become wellknown coinciding the vision of a massively instrumented world of intelligent inputs (analog, digital, video, audio) and outputs communicating using Internet data communications concepts and technologies. There is a broad range of benefit IoT applications for health care, traffic control, vehicle safety, energy, agriculture, and manufacturing. This article aims to take advantage of advances in information technology to calculate the volume of vehicles on the highway which is usually done manually by placing people as recorders of the amount of existing traffic count. The method used in this research is by recording a video of traffic movements with a handphone camera which is stored in an mp4 format video frame. Calculations are carried out in the office after getting recorded video and using a program prepared by the author using python, opencv and yoloV5 software facilities. Traffic volume is counted when passing a counter box and the traffic volume data is saved in excel format. Video recorded was carried out by taking a video at the location of the Transyogi road at the Ciputra pedestrian bridge, Cibubur, West Java. The results of the accuracy obtained by using the YOLO is very good for detecting vehicle volume which has a measurement accuracy for motorcycle of 91.9%, cars 98.6%, bus s 86.7 % and trucks 86.6%..*

### Abstrak

*Internet Of Thing adalah pemanfaatan internet sangat menyebar luas di berbagai bidang kesehatan, pengaturan lalulintas, keselamatan berkendara, energi dan industri.. Penulisan artikel ini bertujuan untuk memanfaatkan kemajuan teknologi informasi untuk menghitung volume kendaraan di jalan raya yang biasanya dilakukan secara manual dengan menempatkan orang sebagai pencatat jumlah lalulintas yang ada. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan cara merekam video pergerakan lalulintas dengan kamera *handphone* yang disimpan dalam *frame* berformat mp4. Penghitungan dilakukan di kantor dengan menggunakan bantuan program yang dibuat menggunakan fasilitas perangkat lunak python, opencv dan yoloV5. Penghitungan volume lalulintas dilakukan dengan memasang kotak penghitung dan volume lalulintas dicatat dalam format excel. Pengumpulan data dilakukan dengan pengambilan video pada lokasi jalan Transyogi-Cibubur di pos jembatan penyeberangan Mall Ciputra, Cibubur, Jawa Barat. Dengan memanfaatkan video hasil rekaman arus lalu lintas menggunakan dataset gambar yang dihasilkan oleh video hasil rekaman diperoleh untuk empat kategori objek yaitu motor, mobil, bus dan truk. Hasil dari penelitian ini diperoleh kenyataan bahwa dengan metode YOLOv8 dapat mengenali objek dari video rekaman dengan baik. Hasil ketelitian yang diperoleh dengan menggunakan YOLO untuk deteksi volume kendaraan yang mempunyai akurasi pengukuran sepeda motor 91,9 %, mobil penumpang 98,6% , bus 86,7% dan 86,6%.*

**Kata kunci:** *IoT, lalulintas, yolov5, python, jalan tol, opencv*

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komputasi saat ini sangat berkembang begitu cepat dengan digaungkannya Era Industri 4.0. Hal ini mengubah tatanan dalam berkehidupan masyarakat di seluruh dunia terutama dalam berkomunikasi dan menyelesaikan pekerjaan dengan cepat, akurat dan terdigitalisasi. Pemanfaatan kemajuan teknologi juga berdampak dalam pengarsipan dokumen-dokumen penting yang telah berubah dari arsip kertas menjadi arsip digital apalagi dengan banyaknya fasilitas gratis media penyimpanan atau adanya harddisk lokal komputer, harddisk komputer server, dan harddisk jaringan online seperti *Google-Drive*, *Mediafire*, *OneDrive*, *Datacomm Cloud Service*, dan lain-lain.

Perkembangan teknologi ini juga berkembang pesat penggunaannya dalam bidang *Artificial Intelligence (AI)*[1][2][3], *Machine Learning (ML)* [4] dan *Computer Vision (CV)*[5], yang mendorong pengembangan kecerdasan manusia buatan yang dapat merespons dengan bicara kepada respondennya. Bahkan perkembangan merambah di dunia industri perakitan komputer, perakitan mobil, perakitan televisi sehingga berpengaruh dalam sumberdaya manusia, serta dalam dunia industri perhotelan ada beberapa yang telah menggunakan manusia robot sebagai pelayanan hotel. Pada masa yang akan datang perkembangan akan merambah ke dunia industri otomotif terutama dalam hal kendaraan tanpa sopir (*Autonomous vehicle*) [6][7] yang dengan giat dikembangkan akhir-akhir ini walaupun pada generasi kendaraan yang lama sudah ada terutama mobil-mobil mewah tetapi hanya terbatas pada kontrol jarak kendaraan belum sampai pada tahap pengendalian penuh kendaraan tanpa sopir[8].

Pemanfaatan kemajuan teknologi juga dipakai pada tahap efisiensi pekerjaan di bidang teknik sipil, misalnya *Intelligent Transport System (ITS)* yang sedang dikembangkan oleh Departemen Perhubungan Republik Indonesia. Sistem transportasi ITS ini adalah integrasi antara sistem informasi dan teknologi komunikasi dengan infrastruktur transportasi, kendaraan dan pengguna jalan. ITS adalah pengendalian suatu sistem informasi yang menggunakan teknologi pemrosesan data untuk memperbaiki pergerakan barang dan orang, meningkatkan keamanan, mengurangi kemacetan, manajemen kecelakaan, sistem tanggap darurat, serta sistem pemeliharaan jalan. Secara sederhana, ITS mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan mendistribusikan data pergerakan barang dan orang[9].

Perhitungan volume lalu lintas[10] dilakukan pada mulanya dengan metode perhitungan manual yaitu dengan menempatkan orang untuk menghitung secara langsung di jalan raya dengan peralatan alat counter (gambar 1). Pada perkembangan selanjutnya dengan memasang tabung pipa ukur dengan prinsip perubahan tekanan udara karena diinjak kendaraan yang dipasang memanjang jalan (gambar 2), selanjutnya menjadi lebih baik dengan memasang loop dengan memanfaatkan perubahan gelombang elektromagnetik sebagai penghitung jumlah kendaraan dan berat kendaraan (gambar 3) dan pada masa-masa yang akan datang tentu akan berkembang dengan memanfaatkan kemajuan teknologi yaitu hanya dengan merekam gambar video kendaraan dan dilakukan penghitungan di kantor (gambar 4)



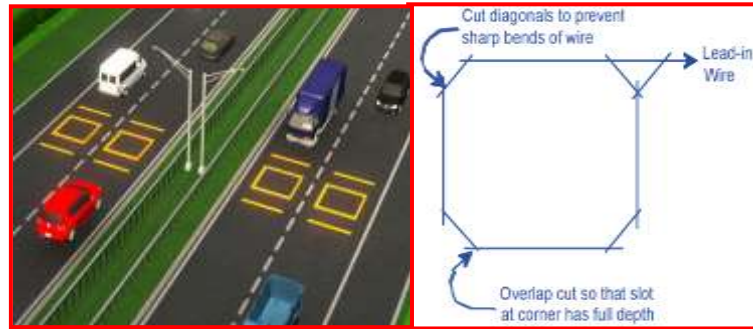
Gambar 1. Petugas Survai mencatat jumlah kendaraan di lapangan (konvensional)

North Road (barat)			Smith Street (utara)			North Road (timur)		
Mobil penumpang	Kendaraan barang berat	Kendaraan Umum	Mobil Penumpang	Kendaraan barang berat	Kendaraan Umum	Mobil Penumpang	Kendaraan Barang Berat	Kendaraan Umum
### ##	+++	///	### ##	###	###	### ##	+++	###
### //			### ##	###	###	### ##	##	###
			### ##	###		### ##	###	
			### ##			###		
			///					

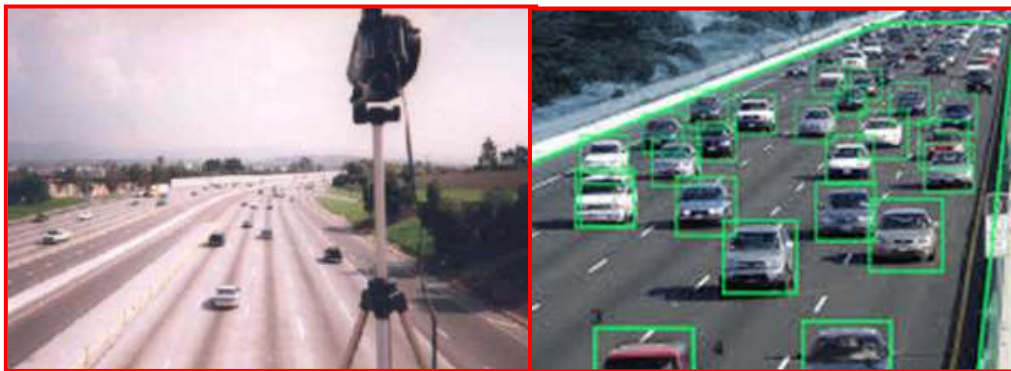
Gambar 2. Hasil Pencatatan Petugas Survai dari lapangan (konvensional)



Gambar 3. Metode dengan memasang kabel pipa udara



Gambar 4. Metode dengan memasang loop

Gambar 5. Metode dengan pengambilan video rekaman dan diolah dengan bantuan *software*

Dengan adanya perkembangan *artificial intelligent* dan *machine learning*, yang diantaranya adalah *teknik deep learning, pytorch, deepsort, tensorflow, YOLO (You Only Look One)* dan lain-lain maka akan menjadikan perhitungan volume lalu lintas secara digital menjadi lebih mudah dan menjadi lebih akurat. YOLO merupakan teknologi *computer vision* untuk mendeteksi objek yang sangat penting untuk berbagai aplikasi pada akhir-akhir ini. YOLO merupakan model yang dalam mengidentifikasi objek dengan cepat dan paling tepat serta tidak berbayar. Kapasitas model dalam mendeteksi pada YOLO versi terakhir telah ditingkatkan baik dalam memberikan ketelitian deteksi dan meningkatnya kecepatan dalam mendeteksi serta kemampuan deteksi resolusi gambar yang lebih tinggi dibanding versi YOLO v5 ke bawah. Saat ini program YOLO banyak digunakan dalam industri robotika, pengembangan alat pengawasan, pengembangan mobil self-driving, dan masih banyak lagi yang lainnya.

YOLO bekerja meniru kerja otak manusia atau kecerdasan buatan (*Artificial Intelligent*)[11] yaitu dengan melakukan deteksi dengan metode jaringan saraf tiruan atau *Convolution Neural Network (CNN)*[12]. Oleh karena itu YOLO menggunakan data yang digunakan untuk pengenalan atau pelatihan (*trained*) [13][14], [15], proses selanjutnya dengan menggunakan data tambahan sebagai data untuk proses validasi, yang akan menghasilkan klasifikasi obyek yang saat ini telah mencapai deteksi 80 obyek. YOLOv5 adalah merupakan program yang banyak disenangi pada level *vision AI*, yang dikembangkan oleh Ultralytics sebagai *open-source*. Karena prosesnya sederhana maka di masa yang akan datang kemungkinan akan menjadi metode *vision AI* yang selalu digunakan dalam bidang pembelajaran kuliah, pengembangan industri otomotif dan lain-lain.

Telah banyak penelitian yang menggunakan YOLO baik dalam versi asli maupun dalam bentuk dimodifikasi menjadi disesuaikan dengan kondisi penelitiannya [15]–[19].

Tabel 1. Penelitian yang menggunakan YOLO

Tahun	YOLO-V2	YOLO-V3	YOLO-V4	YOLO-V5	Total
2016	0	0	0	0	0
2017	5	0	0	0	5
2018	47	19	0	0	66
2019	48	210	0	0	258
2020	36	496	81	13	626

Sumber : *Review of Yolo Algoritme* [20]

Yolo-V5 telah mengembangkan pendteksian obyek dengan total kelompok adalah 80 (delapan puluh) klasifikasi obyek yang diperoleh dari pengenalan dan validasi menggunakan data *Microsoft Common Objects in Context (COCO) tahun 2015*[14]. YOLO adalah algoritma deteksi objek *real-time* canggih yang dibuat oleh Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, dan Ali Farhadi[21] pada tahun 2015 dan telah dilatih sebelumnya pada dataset COCO. Ini menggunakan jaringan saraf tunggal untuk memproses seluruh gambar. Gambar dibagi menjadi beberapa kotak-kotak dan algoritma untuk memprediksi probabilitas dan kotak pembatas ( *bounding box* ) untuk setiap kotak. Pada penelitian ini akan dikaji tentang pemanfaatan YOLO-V5 , untuk mendeteksi obyek terutama kendaraan yang hanya dideteksi dalam 5 (lima) kelompok kendaraan yaitu sepeda motor, mobil, bus dan truk

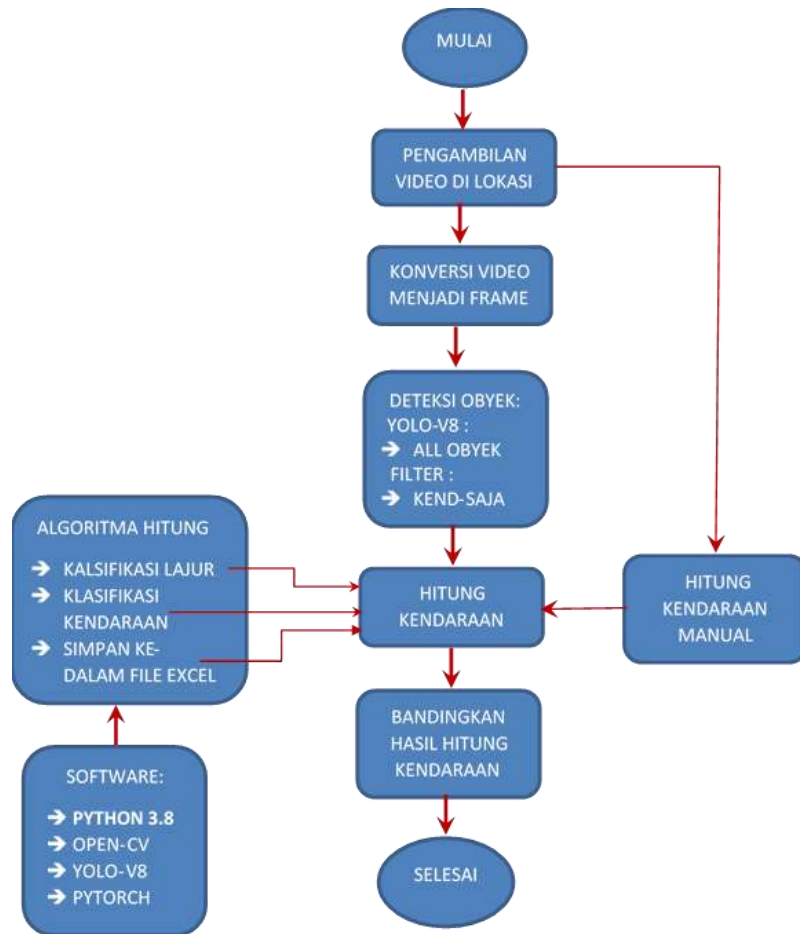
Tabel 2. Perbedaan jenis Yolo-V5

Model	size (pixels)	mAP <sup>val</sup> 0.5:0.95	mAP <sup>val</sup> 0.5	Speed CPU b1 (ms)	Speed V100 b1 (ms)	Speed V100 b32 (ms)
YOLOv5n	640	28.0	45.7	45	6.3	0.6
YOLOv5s	640	37.4	56.8	98	6.4	0.9
YOLOv5m	640	45.4	64.1	224	8.2	1.7
YOLOv5l	640	49.0	67.3	430	10.1	2.7
YOLOv5x	640	50.7	68.9	766	12.1	4.8

Penelitian ini merupakan proses pemanfaatan perangkat lunak YOLO-V5 dalam bidang transportasi terutama untuk menghitung volume lalu lintas di jalan raya. Penghitungan dilakukan dengan menggunakan bantuan algoritma perangkat lunak python[22][23] , opencv [23], numpy[24], pytorch[25][26], dan openxl. Hasil penghitungan akan disimpan dalam file excel dengan memanfaatkan fungsi dari openxl[27]. Fokus penelitian ini dibandingkan penelitian-penelitian yang sudah ada mempunyai perbedaan dalam penentuan volume yang dipisahkan dalam satu lajur jalan dan penyimpanan data hasil penghitungan ke dalam format Microsoft-excel.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian disajikan dalam diagram pada gambar 6.



Gambar 6. Proses Penelitian Penghitungan Volume Lalulintas

Penelitian dimulai dengan pengumpulan data primer yaitu pengambilan data video di lapangan menggunakan alat kamera telepon genggam beresolusi 1200x620 dan *memory card* untuk menyimpan hasil rekaman dengan kapasitas 128 gygabit. Penempatan lokasi kamera dan peralatan yang digunakan dapat dilihat gambar 6, gambar7.



Gambar 6. Lokasi penelitian



Gambar 7. Peralatan (a) Kamera Telepon Genggam dan (b) *memory card*

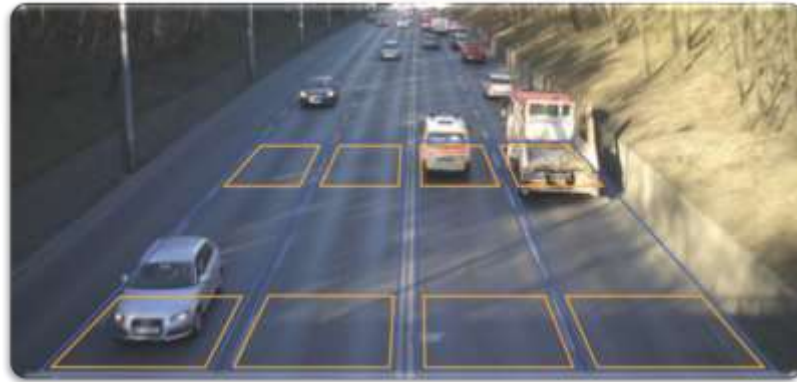
Agar survei yang sesungguhnya dapat berjalan baik dan dapat dilakukan secara tepat guna (efisien) dan berdaya guna (efektif) maka perlu dilakukan survei pendahuluan yang akan memberikan petunjuk awal mengenai: **cukup atau tidaknya kerangka sampel, tepat atau tidaknya metode survei yang direrapkan, perkiraan waktu dan biaya survei, jam yang tepat untuk survei**[28][29].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei pengambilan video kondisi lalu lintas di jalan Transyogi, Cibubur, Jawa Barat [30] menggunakan peralatan kamera telepon genggam diperoleh data video dengan durasi 1 (satu) jam. Data video yang diperoleh yaitu data lalu lintas pada jam sibuk pagi selama satu jam dengan rentang waktu dari jam 07.00 sampai dengan jam 08.00 pagi hari Waktu Indonesia Barat. Video tersebut kemudian dibaca dengan perangkat lunak yang dibuat dengan :

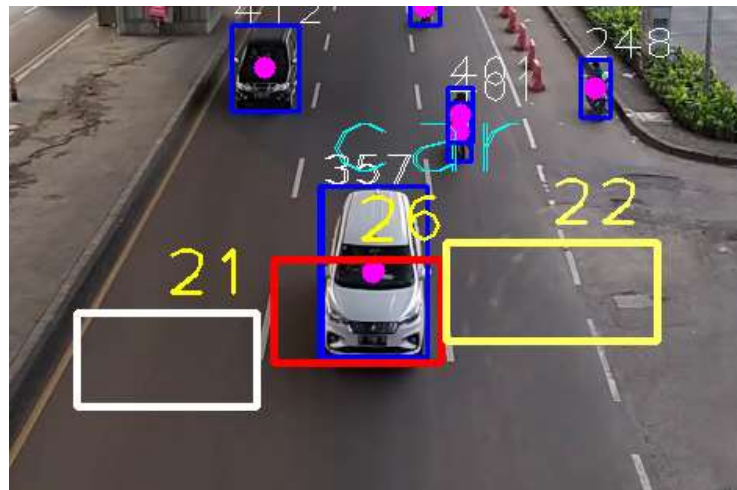
- Python 3.8 interpreter*, yang merupakan bahasa pemrograman yang banyak digunakan dalam pengembangan perangkat lunak, pengolahan data, dan *machine learning (ML)*.
- Open Source Computer Vision Library (Opencv)*, yang berfungsi untuk membaca frame video dan mengolah data frame videonya
- Numerical Python (NUMPY)*, digunakan untuk memudahkan dalam melakukan perhitungan misalnya matriks, aljabar, statistik, dan sebagainya.
- YOLO-V5*, untuk mendeteksi obyek dalam frame video
- Pytorch*, berfungsi mengkomunikasikan deteksi obyek dengan YOLO
- Openxl*, berfungsi untuk menyimpan data ke dalam file excel.

Langkah awal sebelum dilanjutkan melakukan penghitungan jumlah kendaraan yang melalui sebuah lajur jalan adalah memberi tanda berupa kotak pada awal frame, yang akan digunakan untuk menandai lajur berupa kendaraan tersebut lewat, seperti disajikan dalam gambar5.



Gambar 5. Tahapan metode penelitian

Proses selanjutnya adalah menjalankan video sampai waktu yang diperlukan dan perangkat lunak yang dibuat akan mendeteksi volume lalu lintas pada setiap lajur dan menyimpan di file excel dengan klasifikasi sepeda motor, mobil, bus dan truk, seperti disajikan dalam gambar 6.



Gambar 6. Tampilan penhitungan volume lalu lintas

Hasil penghitungan volume lalu lintas dalam format excel dan terbagi menjadi volume lalu lintas pada setiap lajurnya dan juga dalam klasifikasinya, dapat dilihat pada gambar 7.

No.	ID-Kend	LAJUR	Waktu	Jenis-Kend	No.	ID-Kend	LAJUR	Waktu	Jenis-Kend
1	36	1	08:00:21.898808	motorcycle	1	8	2	08:00:04.565987	traffic light
2	114	1	08:00:30.408929	motorcycle	2	14	2	08:00:04.924962	motorcycle
3	120	1	08:00:31.314563	motorcycle	3	32	2	08:00:12.394295	motorcycle
4	117	1	08:00:36.991900	motorcycle	4	62	2	08:00:13.742303	motorcycle
5	10	1	08:00:42.771813	car	5	65	2	08:00:14.079823	motorcycle
6	123	1	08:00:52.375817	car	6	30	2	08:00:20.113000	motorcycle
7	164	1	08:00:52.376814	car	7	126	2	08:00:34.098628	motorcycle
8	170	1	08:00:53.535566	motorcycle	8	130	2	08:00:36.537333	car
9	107	1	08:00:54.088130	motorcycle	9	15	2	08:00:39.030640	motorcycle
10	173	1	08:00:54.658097	car	10	95	2	08:00:40.633822	motorcycle
11	236	1	08:01:23.160995	car	11	149	2	08:00:46.581435	motorcycle
12	247	1	08:01:23.844083	motorcycle	12	85	2	08:00:47.182795	car
13	261	1	08:01:28.066685	car	13	152	2	08:00:47.737338	bus
14	262	1	08:01:28.757150	motorcycle	14	123	2	08:00:49.511864	motorcycle
15	145	1	08:01:37.687653	motorcycle	15	163	2	08:00:51.208132	motorcycle
16	365	1	08:02:06.926857	motorcycle	16	165	2	08:00:51.779444	motorcycle
17	367	1	08:02:07.735462	motorcycle	17	175	2	08:00:55.822917	car
18	404	1	08:02:33.935649	car	18	177	2	08:00:57.011842	motorcycle



Penghitungan secara manual juga dilakukan untuk membandingkan seberapa tingkat ketelitian yang diperoleh antara penghitungan dengan perangkat lunak dan secara manual. Dalam Tabel 2 disajikan hasil perhitungan volume lalu lintas kendaraan di jalan Transyogi, Cibubur pada kerangka waktu jam 07.00-09.00 WIB.

Tabel2. Perbandingan hasil penghitungan volume Lalu lintas

Time Slice	HITUNG SECARA MANUAL				Time Slice	HITUNG DENGAN YOLOV5			
Menit	MOTOR	MP	BUS	TRUK	Menit	MOTOR	CAR	BUS	TRUK
07.00 - 07.15	407	277	71	75	07.00 - 07.15	376	276	60	65
07.15 - 07.30	342	225	51	50	07.15 - 07.30	310	221	46	42
07.30 - 07.45	395	280	58	82	07.30 - 07.45	363	281	52	74
07.45 - 08.00	277	278	74	67	07.45 - 08.00	252	275	64	58
08.00 - 08.15	118	198	48	52	08.00 - 08.15	104	196	41	44
08.15 - 08.30	113	187	48	63	08.15 - 08.30	107	187	40	57
08.30 - 08.45	194	193	45	60	08.30 - 08.45	176	190	39	51
08.45 - 09.00	325	225	49	65	08.45 - 09.00	308	210	43	54
TOTAL	2171	1863	444	514		1996	1836	385	445
<b>% AKURASI PERBANDINGAN</b>						91,9%	98,6%	86,7%	86,6%

Hasil ketelitian yang diperoleh dengan menggunakan YOLO versi nano (yolov5nu.pt) menunjukkan bahwa penggunaan perangkat lunak sangat baik untuk deteksi volume kendaraan yang mempunyai akurasi pengukuran untuk kendaraan sepeda motor 91,9 %, mobil penumpang 98,6% , kendaraan bus 86,7% dan kendaraan truk 86,6%.

## KESIMPULAN

Kemajuan Teknologi *Machine Learning* sangat membantu dalam berbagai bidang otomatisasi yang mempermudah dan mempercepat penyelesaian suatu pekerjaan yang sifatnya berulang. Penelitian ini menunjukkan manfaat yang sangat baik penggunaan YOLO-V5 dalam mendeteksi obyek berupa kendaraan yang lewat di suatu segmen jalan raya.

Hasil ketelitian yang diperoleh dengan menggunakan YOLO versi nano (yolov5nu.pt) menunjukkan bahwa penggunaan perangkat lunak sangat baik untuk deteksi volume kendaraan yang mempunyai akurasi pengukuran untuk kendaraan sepeda motor 91,9 %, mobil penumpang 98,6% , kendaraan bus 86,7% dan kendaraan truk 86,6%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Dosen program Doktor Universitas Islam Sultan Agung terutama Prof. Ir. H. Pratikso, MST, Ph.D dan Ir. Rachmat Mudiyo, MT, PhD atas arahan dan ilmu yang diberikan kepada penulis sehingga terselesaikan tulisan ini..

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] U. Rembold and R. Dillmann, “Artificial Intelligence in Robotics,” *IFAC Proc. Vol.*, vol. 18, no. 16, pp. 1–10, 1985, doi: 10.1016/s1474-6670(17)59927-9.
- [2] R. Dillmann and M. Huck, “Intelligent Simulation of Robot Application,” *IFAC Proc. Vol.*, vol. 18, no. 16, pp. 547–555, 1985, doi: 10.1016/s1474-6670(17)60021-1.
- [3] M. F. R. Lee and Y. C. Chen, “Artificial Intelligence Based Object Detection and Tracking for a Small Underwater Robot,” *Processes*, vol. 11, no. 2, 2023, doi: 10.3390/pr11020312.
- [4] E. Ismail, B. Ayoub, K. Azeddine, and O. Hassan, “Machine learning in the service of a clean city,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 198, pp. 530–535, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.12.281.
- [5] K. K., S. V., V. D., and B. K., “Deep Learning for Moving Object Detection and Tracking,” 2021, pp. 136–163. doi: 10.4018/978-1-7998-7511-6.ch009.
- [6] M. ZAKIA, “Sistem Deteksi Objek Menggunakan Metode You Only Look Once (Yolo) Detection Pada Autonomous Vehicle,” pp. 7–8, 2021.
- [7] A. Jafaripournimchahi, Y. Cai, H. Wang, L. Sun, and J. Weng, “Integrated-Hybrid Framework for Connected and Autonomous Vehicles Microscopic Traffic Flow Modelling,” *J. Adv. Transp.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/2253697.
- [8] A. Jafaripournimchahi, W. Hu, and L. Sun, “An Asymmetric-Anticipation Car-following Model in the Era of Autonomous-Connected and Human-Driving Vehicles,” *J. Adv. Transp.*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/8865814.
- [9] departemen perhubungan, “INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM DIHARAPKAN MENJADI SOLUSI TRANSPORTASI INDONESIA,” <https://baketrans.dephub.go.id/berita/intelligent-transport-system-diharapkan-menjadi-solusi-transportasi-indonesia>, 2020.
- [10] Darmadi, “Studi Kelayakan Underpass Cangkok, Kota Magelang, Jawa Tengah,” *J. Tek. Sipil-Arsitektur*, vol. 20, no. 2, pp. 69–78, 2021, doi: 10.54564/jtsa.v20i2.88.
- [11] A. Haq Nalband, S. Basavaraj Channi, S. S. Reddy, S. A. S, P. A. Totad, and A. N. Haq, “AI Powered YOLO based traffic management system through application advancement,” 2021. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/352645443>
- [12] S. Indolia, A. K. Goswami, S. P. Mishra, and P. Asopa, “Conceptual Understanding of Convolutional Neural Network- A Deep Learning Approach,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 132, pp. 679–688, 2018, doi: 10.1016/j.procs.2018.05.069.
- [13] glenn-jocher, “Ultralytic-yolov5,” 2022. <https://github.com/ultralytics/yolov5> (accessed May 27, 2023).
- [14] T. Y. Lin *et al.*, “Microsoft COCO: Common objects in context,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 8693 LNCS, no. PART 5, pp. 740–755, 2014, doi: 10.1007/978-3-319-10602-1\_48.

- [15] Mardiana, M. A. Muhammad, and Y. Mulyani, "Library Attendance System using YOLOv5 Faces Recognition," *Proc. - ICCTEIE 2021 2021 Int. Conf. Converging Technol. Electr. Inf. Eng. Converging Technol. Sustain. Soc.*, pp. 68–72, 2021, doi: 10.1109/ICCTEIE54047.2021.9650628.
- [16] G. Wen *et al.*, "YOLOv5s-CA: A Modified YOLOv5s Network with Coordinate Attention for Underwater Target Detection," *Sensors (Basel)*, vol. 23, no. 7, pp. 1–14, 2023, doi: 10.3390/s23073367.
- [17] Z. N. DUMAN, M. B. ÇULCU, and O. KATAR, "YOLOv5-based Vehicle Objects Detection Using UAV Images," *Turkish J. Forecast.*, Aug. 2022, doi: 10.34110/forecasting.1145381.
- [18] A. Bochkovskiy, C.-Y. Wang, and H.-Y. M. Liao, "YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection," Apr. 2020, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2004.10934>
- [19] M. M. R. Abuelgasim Saadeldin\*, "Video-Based Vehicle Counting and Analysis using YOLOv5 and DeepSORT with Deployment on Jetson Nano".
- [20] P. Jiang, D. Ergu, F. Liu, Y. Cai, and B. Ma, "A Review of Yolo Algorithm Developments," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 199, pp. 1066–1073, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2022.01.135.
- [21] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You only look once: Unified, real-time object detection," *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, vol. 2016-Decem, pp. 779–788, 2016, doi: 10.1109/CVPR.2016.91.
- [22] M. Y. U. Khalid, "Python Tips," 2019.
- [23] DQLab, "Belajar python online gratis." <https://dqlab.id/ebook-python-gratis-dqlab>
- [24] C. R. Harris *et al.*, "Array programming with NumPy," *Nature*, vol. 585, no. 7825, pp. 357–362, 2020, doi: 10.1038/s41586-020-2649-2.
- [25] A. Paszke *et al.*, "PyTorch: An imperative style, high-performance deep learning library," *Adv. Neural Inf. Process. Syst.*, vol. 32, no. NeurIPS, 2019.
- [26] X. Gao, F. Ramezanghorbani, O. Isayev, J. S. Smith, and A. E. Roitberg, "TorchANI: A Free and Open Source PyTorch-Based Deep Learning Implementation of the ANI Neural Network Potentials," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 60, no. 7, pp. 3408–3415, 2020, doi: 10.1021/acs.jcim.0c00451.
- [27] E. Gazoni, "openpyxl Documentation," pp. 1–273, 2015.
- [28] D. H. Nur and H. Pandu, "Analisis Penanganan Simpang 4 Kranggan, Cibubur, Jawa Barat," *J. Tek. Sipil-Arsitektur*, vol. 19, no. 2, pp. 122–127, 2020.
- [29] I. Darmadi, "Studi Pemilihan Jalan Lingkar Luar Utara Yogyakarta".
- [30] Darmadi and A. I. Tjahjani, "Analisis Dampak Lalu Lintas On-Off RAMP Jatikarya terhadap Jalan Transyogi, Cibubur," *Tek. Sipil - Arsit.*, vol. 18, no. 2, pp. 1–11, 2019.