

## KLASIFIKASI JENIS KENDARAAN PADA JALAN RAYA MENGGUNAKAN YOLOV7

Bayu Aditya Pratama<sup>1\*</sup>, Sayuti Rahman<sup>2</sup>, Arnes Sembiring<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Harapan Medan

<sup>2,3</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Medan Area

*email:* Bayuaditya2257@gmail.com<sup>1\*</sup>

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem klasifikasi menggunakan model deteksi objek You Only Look Once Version 7 (YOLOV7) untuk mengidentifikasi jenis kendaraan di jalan raya. Latar belakang penelitian ini terletak pada kondisi lalu lintas yang menjadi tantangan dalam pengawasan dan manajemen lalu lintas guna mengurangi kemacetan serta meningkatkan keamanan dan kenyamanan jalan raya. Dengan jumlah kendaraan yang terus meningkat, khususnya di perkotaan, diperlukan sistem yang mampu mengenali dan mengklasifikasikan kendaraan secara tepat dan efisien. Penelitian ini mencakup tahap pengumpulan data gambar kendaraan dari situasi lalu lintas nyata, serta proses pelabelan jenis kendaraan yang ada di jalan raya. Langkah selanjutnya adalah melatih model YOLOv7 menggunakan dataset yang telah diperoleh, agar mampu mengklasifikasikan jenis kendaraan seperti mobil, sepeda motor, truk, dan bus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa YOLOv7 mampu dengan efisien mengklasifikasikan jenis kendaraan di jalan raya dengan tingkat akurasi yang memuaskan. Dalam analisis video, sistem ini berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 86%, sementara untuk deteksi gambar mencapai 91%. Hasil ini menggambarkan potensi besar model ini dalam mendukung pengawasan lalu lintas secara *real-time* dengan tingkat keakuratan yang tinggi.

**Kata Kunci :** Kondisi Jalan Raya, Kecerdasan Buatan, Klasifikasi Kendaraan, You Only Look Once Version 7 (YOLOv7).

**Abstract:** This research aims to develop a classification system utilizing the You Only Look Once Version 7 (YOLOv7) object detection model to identify vehicle types on roadways. The backdrop of this study lies in the challenging traffic conditions that necessitate effective traffic monitoring and management to alleviate congestion and enhance road safety and comfort. With the ongoing rise in the number of vehicles, especially in urban areas, there's a need for a system capable of accurately and efficiently recognizing and classifying vehicles. This research encompasses the collection of vehicle image data from real traffic scenarios and the labeling process for the vehicle types present on roadways. The subsequent step involves training the YOLOv7 model using the acquired dataset to classify vehicle types such as cars, motorcycles, trucks, and buses. The research findings indicate that YOLOv7 proficiently classifies vehicle types on roadways with a satisfactory level of accuracy. In video analysis, the system achieved an accuracy rate of 86%, while for image detection, it reached 91%. These results portray the substantial potential of this model in supporting real-time traffic monitoring with a high level of accuracy.

**Keywords :** Highway Conditions, Artificial Intelligence, Vehicle classification, You Only Look Once Version 7 (YOLOv7).

### PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, berbanding lurus dengan tingkat mobilisasi yang semakin tinggi. Rata-rata masyarakat Indonesia bepergian menggunakan kendaraan pribadi maupun angkutan umum. Kendaraan dapat membantu aktivitas masyarakat untuk pergi ke tujuan tertentu, selain agar lebih cepat juga agar seseorang tidak mudah lelah dalam perjalanan. Namun semakin meningkatnya volume kendaraan dapat menimbulkan dampak negatif seperti kemacetan di jalan raya. Oleh karena itu, dikutip dari [www.binamarga.pu.go.id](http://www.binamarga.pu.go.id), Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat membuat kebijakan untuk memonitoring kendaraan di jalan raya, agar hanya kendaraan tertentu yang dapat melintas di suatu jalan tertentu, misalnya kendaraan besar seperti truk hanya dapat melintas di jalan raya yang cukup lebar saja, dan sepeda motor yang dilarang masuk ke jalan tol agar meminimalisir kecelakaan dan tingkat kemacetan.

Dalam melakukan monitoring kendaraan tersebut dibutuhkan suatu sistem komputer berupa *artificial intelligence* (AI) untuk pelaksanaannya. *Artificial intelligence* memiliki beberapa model pengembangan dan salah satu contohnya adalah

Convolutional Neural Network (CNN). CNN akan bekerja sebagai pendeteksian objek pada suatu sistem komputer. Pada CNN terdapat juga berbagai modul library yang akan memudahkan dalam menjalankan program deteksi objek. Salah satunya adalah You Only Look Once (YOLO).

Pada penelitian sebelumnya yang diteliti oleh Nur Fadlia, dan Rifki Kosasih, telah membahas mengenai “Klasifikasi Jenis Kendaraan Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN)” [1]. Dalam penelitian tersebut, mendapatkan tingkat akurasi sebesar 94,4% pada tahap pelatihan dan 73,3% pada tahap pengujian. Begitu juga pada penelitian yang berjudul “Deteksi dan Klasifikasi Kendaraan menggunakan Algoritma Backpropagation dan Sobel” yang ditulis oleh Rama Adistya dan M. Aziz Muslim [2], menunjukkan rata-rata persentase akurasi sebesar 82,92%. Dan pada jurnal yang berjudul “*Weak and Occluded Vehicle Detection in Complex Infrared Environment Based on Improved YOLOv4*” yang ditulis oleh Shuangjiang Du, Pin Zhang, Baofu Zhang, Dan Honghui Xu [3], memiliki persentasi *F1 Score* tertinggi sebesar 87,98%. Untuk meningkatkan akurasi, maka dari itu penulis ingin melakukan penelitian tentang

“Klasifikasi Jenis Kendaraan Pada Jalan Raya Menggunakan YOLOv7” untuk diharapkan mendapatkan kecepatan dan tingkat akurasi yang lebih baik.

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian sebelumnya yang diteliti oleh Nur Fadlia, dan Rifki Kosasih, telah membahas mengenai “Klasifikasi Jenis Kendaraan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)”. Dalam penelitian tersebut, mendapatkan tingkat akurasi sebesar 94,4% pada tahap pelatihan dan 73,3% pada tahap pengujian. Begitu juga pada penelitian yang berjudul “Deteksi dan Klasifikasi Kendaraan menggunakan Algoritma Backpropagation dan Sobel” yang ditulis oleh Rama Adistya dan M. Aziz Muslim, menunjukkan rata-rata persentase akurasi sebesar 82.92%. Untuk meningkatkan akurasi, maka dari itu penulis ingin melakukan penelitian tentang “Klasifikasi Jenis Kendaraan Pada Jalan Raya Menggunakan YOLOv7” untuk diharapkan mendapatkan kecepatan dan tingkat akurasi yang lebih baik.

#### Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) adalah salah satu model pengembangan dari *neural network* yang biasa digunakan dalam pendeteksian citra objek. CNN merupakan model tersukses dalam bidang pengolahan gambar [4] [5]. CNN berfokus pada input yang akan terdiri dari gambar. Dengan memfokuskan arsitektur untuk diatur dengan cara yang paling sesuai [6]. CNN telah menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam berbagai tugas pemrosesan gambar [7], seperti klasifikasi gambar [8], pengenalan objek, dan segmentasi gambar [9]. Pada arsitektur CNN, memiliki dua komponen utama yaitu Feature Learning dan Clasification. Pada arsitektur CNN, memiliki dua komponen utama yaitu Feature Learning dan Clasification, Feature Learning memiliki fungsi untuk mentranslasikan input menjadi sebuah fitur berdasarkan ciri ciri dari input tersebut [10]. Sedangkan pada *Clasification* memiliki fungsi untuk mengekstrak citra yang telah di klasifikasi sebelumnya. CNN akan mengkalkulasikan terhadap beberapa citra input menuju *hidden layer*, kemudian *hidden layer* akan mengelola hasil citra *input* dan meneruskan hasil pengelolaan tersebut menuju *output* [11].

#### Computer Vision

Visi komputer atau *computer vision* berkaitan dengan persepsi visual [8]. *Computer vision* merupakan ilmu yang mempelajari mengenai bagaimana suatu objek dalam kehidupan nyata dapat dikenali atau dideteksi oleh sistem komputer [12] [7]. Pada sistem penglihatan manusia menggunakan mata

sebagai sensor yang berfungsi menangkap citra dan otak untuk memproses citra [13].

#### Deep Learning

*Artificial Intelligence* (AI) terbagi menjadi beberapa cabang, salah satunya adalah *deep learning* [14]. *Deep learning* merupakan salah satu metode learning hasil pengembangan dari *artificial intelligence* yang memanfaatkan *artificial neural network multi layer* [15] dengan menggunakan data yang sangat besar [16]. *Deep learning* merupakan bagian dari visi komputer [17] [11].

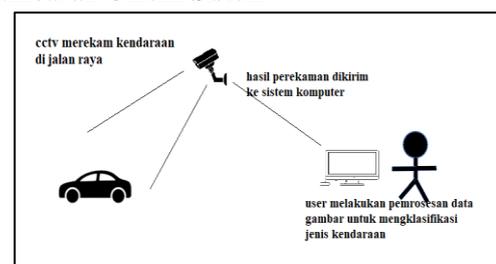
#### YOLO

*You Only Look Once* (YOLO) merupakan algoritma yang digunakan untuk melakukan pendeteksian objek [18], dimana suatu objek tertentu akan diklasifikasikan citranya sesuai dengan fitur yang telah ditentukan. Salah satu keuntungan utama YOLO adalah kecepatannya [19] [20]. YOLO telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti mobil otonom, sistem pengawasan, dan robotika [19]. YOLO pertama kali diperkenalkan pada tahun 2016 dan merupakan awal dari kemajuan penelitian deteksi objek [21] karena keahliannya mendeteksi objek secara *real-time* dengan akurasi yang lebih baik.

YOLOv7 adalah sebuah sistem deteksi objek yang memiliki arsitektur yang cukup kompleks [22] [23]. YOLOv7 merupakan model deteksi yang tercepat dan paling akurat untuk visi komputer [24].

### METODE

#### Gambaran Umum Sistem



Gambar 1. Gambaran Sistem

Gambar diatas merupakan simulai untuk sistem pendeteksian nantinya, pada awalnya *user* akan meng *input* gambar atau video yang telah direkam oleh kamera cctv pada jalan raya, kemudian *user* akan melakukan perintah pada sistem deteksi untuk melakukan proses pendeteksian untuk mendeteksi jenis kendaraan pada jalan raya.

#### Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data melalui *google image*, penulis menggunakan bantuan program pengunduhan otomatis menggunakan pemrograman bahasa *Python* untuk memudahkan proses pengumpulan gambar. Masing masing kelas dibagi

1000 citra untuk setiap kelasnya, yaitu *bike*, *car*, *bus*, dan *truck*.

```
from simple_image_download import
simple_image_download as simp
response = simp.simple_image_download
keywords = ["car", "bike", "truck", "bus"]
for kw in keywords:
    response().download(kw, 1000)
```

**Pembagian Kelas**

Pembagian *class* dilakukan agar program yang dijalankan nantinya dapat mengetahui jumlah *class* yang akan dieksekusi. Berikut merupakan kode program yang diperlukan.

```
train: data/dataset/images/train
val: data/dataset/images/val
test: data/dataset/images/test
# number of classes
nc: 4
# class names
names: [ 'car', 'bike', 'bus', 'truck' ]
```

dimana, nc: 4 merupakan jumlah *class names* yang tersedia.

**Training**

Proses *training* adalah proses proses pembelajaran citra dengan metode CNN untuk mendapatkan model citra latih yang nantinya akan disimpan pada database yang tersedia. Pada kasus ini proses *training* dilakukan sebanyak 20 kali perulangan agar diharapkan nantinya mendapatkan hasil akurasi yang terbaik sesuai yang diharapkan.

**Tampilan Interface**

Pada tampilan *interface*, menggunakan CLI (*Command Line Interfaces*) dengan perintah untuk mengeksekusi program yaitu :  
python detection.py --weights yolov7-vehicle.onnx -  
--source data\images\330.jpg

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Evaluasi Tingkat Akurasi**

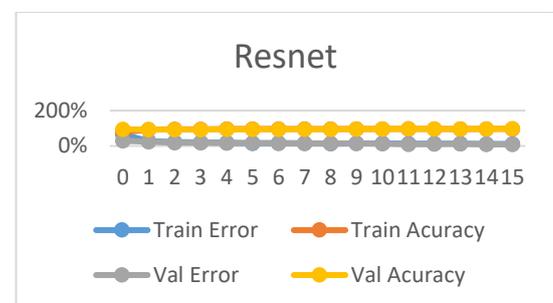
Akurasi merupakan hal terpenting dalam klasifikasi objek [25]. Pada hasil training yang telah dilakukan dengan menguji beberapa arsitektur yang tersedia, terdapat perbedaan tingkat akurasi pada masing masing arsitektur tersebut. Maka dari itu, berikut adalah perbandingan dari masing masing arsitektur.

*a. Resnet*

Pada arsitektur *Resnet* terdapat tingkat akurasi dengan tingkat validasi terbaiknya yaitu 98% dengan waktu training sekitar 1 jam.

**Tabel 1. Hasil training dengan arsitektur resnet**

Epoch	Train error	Train accuracy	Val error	Val accuracy
0	0.6527	0.7765	0.2916	0.9350
1	0.2758	0.9293	0.2379	0.9250
2	0.2186	0.9419	0.1894	0.9300
3	0.1953	0.9474	0.1821	0.9300
4	0.1759	0.9509	0.1749	0.9350
5	0.1558	0.9609	0.1652	0.9400
6	0.1581	0.9541	0.1476	0.9500
7	0.1497	0.9559	0.1461	0.9450
8	0.1385	0.9630	0.1441	0.9500
9	0.1415	0.9589	0.1494	0.9550
10	0.1398	0.9606	0.1240	0.9650
11	0.1286	0.9604	0.0970	0.9700
12	0.1278	0.9626	0.1200	0.9550
13	0.1232	0.9631	0.1225	0.9550
14	0.1212	0.9641	0.0894	0.9650
15	0.1152	0.9681	0.0912	0.9800



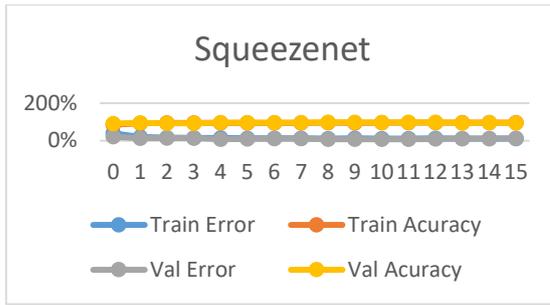
**Gambar 2. Grafik Resnet**

*b. Squeezenet*

Arsitektur Squeezenet memiliki Best Val yang hampir sama dengan Resnet, yaitu sebesar 98%, namun squeezenet sedikit lebih besar. Jika didesimalkan, resnet sebesar 0.9800 dan squeezenet sebesar 0.9825. Pada penelitian ini squeezenet membutuhkan waktu yang sedikit lebih lama dari resnet yaitu sekitar 1 jam 30 menit.

**Tabel 2. Hasil training dengan arsitektur squeezenet**

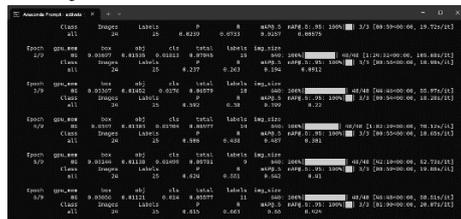
Epoch	Train error	Train accuracy	Val error	Val accuracy
0	0.3935	0.8531	0.2162	0.9200
1	0.2028	0.9269	0.1241	0.9500
2	0.1686	0.9410	0.1540	0.9325
3	0.1521	0.9453	0.1542	0.9350
4	0.1506	0.9456	0.0853	0.9575
5	0.1380	0.9518	0.0957	0.9700
6	0.1323	0.9526	0.1092	0.9650
7	0.1362	0.9526	0.1092	0.9600
8	0.1213	0.9581	0.0856	0.9825
9	0.1294	0.9517	0.0856	0.9775
10	0.1170	0.9604	0.0848	0.9650
11	0.1187	0.9578	0.0762	0.9775
12	0.1250	0.9557	0.0999	0.9725
13	0.1161	0.9593	0.1152	0.9500
14	0.1166	0.9584	0.1075	0.9675
15	0.1145	0.9604	0.1286	0.9525



Gambar 3. Grafik Squeezenet

c. ELAN

ELAN membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu sekitar 6 jam. Pada penggunaan arsitektur ELAN, memiliki tingkat convolusi yang jauh lebih tinggi dibandingkan menggunakan arsitektur resnet dan squeezenet. Maka dari itu disangat dianjurkan untuk melakukan training yang akan menggunakan ELAN, dapat menggunakan perangkat komputer yang memiliki spesifikasi yang baik. Namun dengan keterbatasan perangkat pada penelitian ini, proses training tetap dapat dilakukan namun, tingkat akurasi dan kecepatannya menjadi menurun. Pada hasil training tersebut menunjukkan nilai akurasi rata-rata berjumlah sekitar 50%.

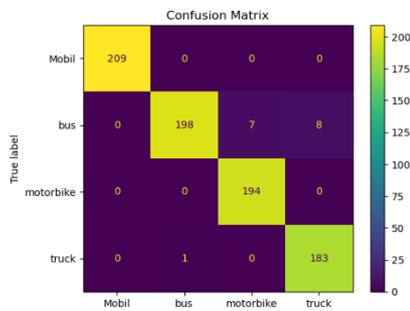


Gambar 4. Hasil Training Dengan Arsitektur ELAN

Confusion Matrix

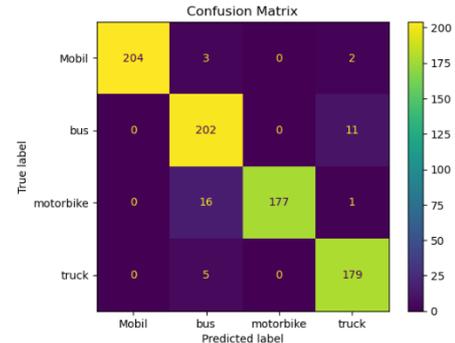
Confusion matrix berfungsi sebagai alat pengukur sejauh mana model klasifikasi benar-benar memprediksi kelas target. Berikut adalah perbandingan hasil Confusion matrix menggunakan beberapa arsitektur pada penelitian ini.

d. Resnet



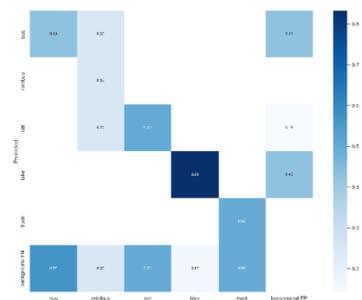
Gambar 5. Confusion Matrix Resnet

e. Squeezenet



Gambar 6. Confusion Matrix Squeezenet

f. ELAN



Gambar 7. Confusion Matrix ELAN

Pada confusion matrix resnet menampilkan hasil yang baik dengan tingkat true positive yang tinggi, terutama pada mobil yang memiliki true positive terbanyak.

Peforma Hasil Klasifikasi

Setelah melakukan beberapa proses training dengan arsitektur yang berbeda beda, maka peneliti menyimpulkan untuk menggunakan arsitektur resnet karena dinilai lebih ringan dan memiliki akurasi yang cukup baik. Maka dari itu, pada tahap ini akan dilakukan analisa peforma klasifikas kendaraan berdasarkan tiap jenis kendaraan masing masing.

Hasil Deteksi Video

Pada hasil deteksi melalui video, menunjukkan hasil akurasi yang beragam tergantung pada model dan jarak objek dengan kamera. Untuk kendaraan truck memiliki akurasi sebesar 55% untuk jarak jauh dan 74% ketika dalam kondisi dekat dengan kamera, begitujuga dengan kendaraan lainnya, untuk car sebesar 53% hingga 85%, bike sebesar 42% hingga 81% dan terakhir bus sebesar 54% hingga 86%.

Hasil Deteksi Gambar

Berikut merupakan hasil dari pendeteksian objek secara realtime menggunakan Gambar.

1. Deteksi bus

Pada deteksi bus, rata-rata akurasi sebesar 91%.



Gambar 8. Bus

## 2. Deteksi *Bike*

Akurasi dalam deteksi *bike* rata-rata sebesar 70%



Gambar 9. *Bike*

## 3. Deteksi *car*

Pada objek *car*, memiliki akurasi rata-rata sebesar 91%.



Gambar 10. *Car*

## 4. Deteksi *truck*

Pada objek *truck*, memiliki akurasi rata-rata sebesar 74%.



Gambar 11. *Truck*

Dari hasil deteksi menggunakan gambar diatas, terdapat beberapa variasi jumlah akurasi yang dapat berubah sesuai dengan kondisi ukuran objek dan kondisi objek pada jalan raya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan penelitian mengenai deteksi objek kendaraan menggunakan YOLOv7, maka dapat disimpulkan bahwa Sistem klasifikasi kendaraan yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik pada perangkat dengan spesifikasi rendah dengan menggunakan CLI (Command Line Interface). Untuk mendapatkan hasil deteksi yang lebih akurat, YOLOv7 memerlukan dataset training yang besar dan beragam. Pengumpulan dataset yang cukup besar dan diversifikasi bisa menjadi tugas yang rumit dan memakan waktu. Tingkat akurasi pada video masih kurang baik, Jika ada objek yang memiliki ukuran yang bervariasi dalam satu gambar, deteksi mungkin menjadi kurang akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] N. Fadlia and R. Kosasih, "Klasifikasi Jenis Kendaraan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Cnn)," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 24, no. 3, pp. 207–215, 2020.  
[2] R. Adisty and M. A. Muslim, "Deteksi dan

klasifikasi kendaraan menggunakan algoritma backpropagation dan sobel," *J. Mech. Eng. Mechatronics*, vol. 1, no. 02, 2016.  
[3] S. Du, P. Zhang, B. Zhang, and H. Xu, "Weak and Occluded Vehicle Detection in Complex Infrared Environment Based on Improved YOLOv4," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 25671–25680, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3057723.  
[4] R. Xin, J. Zhang, and Y. Shao, "Complex network classification with convolutional neural network," *Tsinghua Sci. Technol.*, vol. 25, no. 4, pp. 447–457, 2020, doi: 10.26599/TST.2019.9010055.  
[5] Alfandi Firmando, "Penerapan Deep Learning menggunakan CNN dengan arsitektur EfficientNet untuk klasifikasi Alzheimer," 2021, [Online]. Available: <http://repository.uin-suska.ac.id/57861>  
[6] A. Saxena, "An Introduction to Convolutional Neural Networks," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 10, no. 12, pp. 943–947, 2022, doi: 10.22214/ijraset.2022.47789.  
[7] F. Hafifah, S. Rahman, and S. Asih, "Klasifikasi Jenis Kendaraan Pada Jalan Raya Menggunakan Metode Convolutional Neural Networks (CNN)," *TIN Terap. Inform. Nusant.*, vol. 2, no. 5, pp. 292–301, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.seminar-id.com/index.php/tin>  
[8] P. Hidayatullah, *Buku Sakti Deep Learning (Computer Vision Menggunakan YOLO Untuk Pemula)*. Stunning Vision AI Academy, 2021.  
[9] D. Jha, M. A. Riegler, D. Johansen, P. Halvorsen, and H. D. Johansen, "DoubleU-Net: A Deep Convolutional Neural Network for Medical Image Segmentation," in *2020 IEEE 33rd International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)*, 2020, pp. 558–564. doi: 10.1109/CBMS49503.2020.00111.  
[10] D. Yolanda, K. Gunadi, and E. Setyati, "Pengenalan Alfabet Bahasa Isyarat Tangan Secara Real-Time dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network dan Recurrent Neural Network," *J. Infra*, vol. 8, no. 1, pp. 203–208, 2020, [Online]. Available: <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-informatika/article/view/9791>  
[11] S. Rahman, M. Ramli, F. Arnia, A. Sembiring, and R. Muharar, "Convolutional Neural Network Customization for Parking Occupancy Detection," in *2020 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICELTICs)*, 2020, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICELTICs50595.2020.9315509.  
[12] L. Deng and D. Yu, "Deep learning: Methods and applications," *Found. Trends Signal Process.*, vol. 7, no. 3–4, pp. 197–387, 2013, doi: 10.1561/20000000039.  
[13] M. Elgendy, *Deep learning for vision systems*. Simon and Schuster, 2020.  
[14] K. Azmi and S. Defit, "Implementasi Convolutional Neural Network ( CNN ) Untuk Klasifikasi Batik Tanah Liat Sumatera Barat," vol. 16, no. 1, pp. 2580–2582, 2023.  
[15] P. A. Nugroho, I. Fenriana, R. Arijanto, and M. Kom, "Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network ( CNN ) Pada Ekspresi Manusia," vol. 1, no. Vol. 2 No. 1 (2020): Data And System, 2020.  
[16] N. Ravi, J. Reizenstein, D. Novotny, and T.

- Gordon, “Accelerating 3D Deep Learning with PyTorch3D,” *arXiv Prepr. arXiv2007.08501*, 2020.
- [17] A. Esteva *et al.*, “A guide to deep learning in healthcare,” *Nat. Med.*, vol. 25, no. January, 2019, doi: 10.1038/s41591-018-0316-z.
- [18] M. S. Hidayatulloh, “Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode YOIO ( You Only Look Once ),” 2021.
- [19] 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, 2022.
- [20] C. Wang, A. Bochkovskiy, and H. M. Liao, “YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors,” no. July, 2022, doi: 10.48550/arXiv.2207.02696.
- [21] C.-Y. Wang, A. Bochkovskiy, and H.-Y. M. Liao, “YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors,” pp. 7464–7475, 2022, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2207.02696>
- [22] N. D. T. Yung, W. K. Wong, F. H. Juwono, and Z. A. Sim, “Safety Helmet Detection Using Deep Learning: Implementation and Comparative Study Using YOLOv5, YOLOv6, and YOLOv7,” in *2022 International Conference on Green Energy, Computing and Sustainable Technology (GECOST)*, 2022, pp. 164–170. doi: 10.1109/GECOST55694.2022.10010490.
- [23] D. Wu *et al.*, “Detection of Camellia oleifera Fruit in Complex Scenes by Using YOLOv7 and Data Augmentation,” 2022.
- [24] C.-Y. Wang, H.-Y. M. Liao, and I.-H. Yeh, “Designing Network Design Strategies Through Gradient Path Analysis,” 2022, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2211.04800>
- [25] S. Rahman and H. Dafitri, “Pengembangan Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Ketersediaan Ruang Parkir,” vol. 2, no. 1, pp. 2–7, 2022.