

**ANALISIS DETEKSI OBJEK PADA CCTV SUMBER AREN
MENGUNAKAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
(CNN) BERBASIS YOLOv3**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana di Program
Studi Pendidikan Sistem dan Teknologi Informasi Universitas Pendidikan
Indonesia Kampus Purwakarta



Oleh
Zamna Gea Syafila
2009620

**PROGRAM STUDI S1
PENDIDIKAN SISTEM DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
KAMPUS PURWAKARTA
2024**

**ANALISIS DETEKSI OBJEK PADA CCTV SUMBER AREN
MENGUNAKAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
(CNN) BERBASIS YOLOv3**

Oleh

Zamna Gea Syafila

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Sistem dan Teknologi Informasi Kampus Daerah Purwakarta

© **Zamna Gea Syafila** 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

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

LEMBAR PENGESAHAN

ZAMNNA GEA SYAFILA

**ANALISIS DETEKSI OBJEK PADA CCTV SUMBER AREN
MENGUNAKAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
(CNN) BERBASIS YOLOv3**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I:



Ir. Nur Wachid Abdulmajid, M.Pd., IPM., ASEAN Eng.

NIP. 920171219910625101

Pembimbing II:



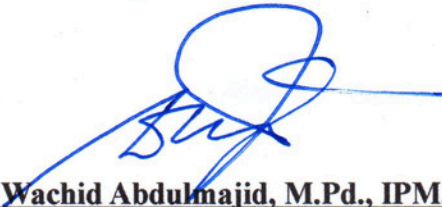
Dr. H. Suprih Widodo, S.Si., M.T.

NIP. 19801217005021007

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Sistem dan Teknologi Informasi

Kampus Daerah Purwakarta



Ir. Nur Wachid Abdulmajid, M.Pd., IPM., ASEAN Eng.

NIP. 920171219910625101

LEMBAR PERNYATAAN

HALAMAN PERNYATAAN TENTANG KEASLIAN SKRIPSI DAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zamna Gea Syafila

NIM : 2009620

Program Studi : Pendidikan Sistem dan Teknologi Informasi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Analisis Deteksi Objek pada CCTV CV Sumber Aren Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan Pengembangan Berbasis Arsitektur YOLOv3**”. ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar hasil karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau mengutip dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko dan sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Purwakarta, Agustus 2024

Pembuat Pernyataan



Zamna Gea Syafila

NIM. 2009620

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala nikmat, kesehatan, rahmat, karunia, serta mukjizat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Peningkatan Keamanan Implementasi Deteksi Objek dengan Algoritma Convolutional Neural Network Pada Sistem Pemantauan CCTV CV Sumber Aren."

Skripsi ini membahas penelitian mengenai Analisis Deteksi Objek pada CCTV CV Sumber Aren Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan Pengembangan Berbasis Arsitektur YOLOv3. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi pengenalan objek melalui CCTV menggunakan algoritma Convolutional Neural Network. Meskipun belum diimplementasikan secara langsung di CV Sumber Aren, penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah dan solusi potensial yang dapat diterapkan di masa depan untuk meningkatkan efektivitas dan akurasi dalam pengawasan keamanan di CV Sumber Aren atau tempat lainnya.

Penulis telah berusaha sebaik mungkin dengan segala kemampuan yang dimiliki untuk menyelesaikan skripsi ini dan mendapatkan hasil yang optimal. Namun, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis sangat menghargai kritik dan saran yang bersifat konstruktif demi perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak, khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca. Akhir kata, penulis berharap agar Allah SWT senantiasa membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu.

Purwakarta, Agustus 2024

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam menyusun skripsi ini, penulis tidak luput dari berbagai kesulitan dan hambatan, namun atas bantuan dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. Bapak Ir. Nuur Wachid Abdulmajid, M.Pd., IPM., ASEAN Eng., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Sistem dan Teknologi Informasi UPI Kampus Daerah Purwakarta dan Dosen Pembimbing I. Beliau telah menyediakan waktu, tenaga, dan pemikirannya untuk membantu, membimbing, serta memberikan masukan dan motivasi kepada penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.
2. Dr. H. Suprih Widodo, S.Si., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah memberikan bimbingan dan arahan yang sangat berharga selama proses penulisan skripsi ini.
3. Rizki Hikmawan, S.Pd, M.Pd, selaku Dosen Penguji I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk menguji penulis dalam ujian skripsi ini.
4. Dian Permata Sari, S.Kom, M.kom, selaku Dosen Penguji II yang juga telah bersedia menguji penulis dalam ujian skripsi ini.
5. Ahmad Fauzi, S.Si., M.T., selaku Dosen Penguji III yang juga telah bersedia menguji penulis dalam ujian skripsi ini.
6. Seluruh Dosen Kampus Purwakarta dan Civitas akademik yang telah memberikan pengetahuan, arahan, dan membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Sistem dan Teknologi Informasi UPI Kampus Daerah Purwakarta yang telah memberikan ilmu, arahan, dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
8. Bapak (Teguh Syahrizal), Ibu (Yayi Widianingsih), Kakak (Tesyia Widia), dan terutama Adik saya (Zahra Dea Syafila) yang telah memberikan doa, cinta, kasih, dukungan dan motivasi terbaik untuk menyelesaikan Skripsi ini.

9. Teman dekat saya Bintang Ramadhan Waldi yang telah membantu, memberikan arahan, dukungan, dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman seperjuangan, rekan-rekan mahasiswa/i jurusan PSTI, khususnya Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan, bantuan dan kerjasamanya selama proses penyusunan Skripsi ini.
11. Dan juga kepada semua pihak yang telah terlibat, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bantuan dan dukungan selama proses penyusunan Skripsi ini.

**ANALISIS DETEKSI OBJEK PADA CCTV SUMBER AREN
MENGUNAKAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
(CNN) BERBASIS YOLOv3**

ZAMNNA GEA SYAFILA

NIM: 2009620

ABSTRAK

Keamanan adalah aspek krusial dalam menjaga ketertiban dan kenyamanan, dengan sistem CCTV menjadi salah satu metode utama untuk pemantauan konstan. Meskipun CCTV dapat merekam dan memberikan informasi visual, efektivitasnya sering terkendala oleh volume data video yang besar, memerlukan pemantauan manual yang intensif, rentan terhadap human error dan kelelahan. Penelitian ini berfokus pada CV Sumber Aren, sebuah usaha kecil yang menggunakan CCTV untuk memantau lokasi produksi. CV Sumber Aren menghadapi kendala dalam pemantauan manual akibat kurangnya tenaga kerja untuk pengawasan 24 jam. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengusulkan penggunaan algoritma YOLOv3 berbasis Convolutional Neural Networks (CNN) sebagai solusi untuk meningkatkan deteksi objek dalam sistem pengawasan. CNN dikenal memiliki kemampuan tinggi dalam menganalisis data visual dua dimensi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi aplikasi YOLOv3 dalam meningkatkan pemantauan CCTV dengan fokus pada deteksi manusia, motor, dan mobil. Hasilnya diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi pengenalan objek pada CCTV.

Kata kunci: *Convolutional Neural Network, YOLOv3, Object Detection, CCTV, pengawasan*

**ANALYSIS OF OBJECT DETECTION ON CCTV AT SUMBER AREN
USING YOLOv3-BASED CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
(CNN)**

ZAMNNA GEA SYAFILA

NIM: 2009620

ABSTRACT

Security is a crucial aspect in maintaining order and comfort, with CCTV systems being one of the main methods for constant surveillance. Although CCTV can record and provide visual information, its effectiveness is often hampered by the large volume of video data, requiring intensive manual monitoring, and is prone to human error and fatigue. This study focuses on CV Sumber Aren, a small business that uses CCTV to monitor its production site. CV Sumber Aren faces challenges in manual monitoring due to the lack of manpower for 24-hour surveillance. To address this issue, this research proposes the use of the YOLOv3 algorithm based on Convolutional Neural Networks (CNN) as a solution to enhance object detection in the surveillance system. CNN is known for its high capability in analyzing two-dimensional visual data. This study aims to evaluate the application of YOLOv3 in improving CCTV monitoring, with a focus on detecting humans, motorcycles, and cars. The results are expected to make a significant contribution to the development of object recognition technology in CCTV systems.

Keywords: Convolutional Neural Network, YOLOv3, Object Detection, CCTV, Surveillance

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah dan Identifikasi Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. CCTV.....	5
2.2. Neural Network	6
2.2.1. <i>Artificial Intelligence (AI)</i>	6
2.2.2. <i>Computer Vision</i>	6
2.2.3. <i>Machine Learning</i>	7
2.2.4. <i>Deep Learning</i>	8
2.2.5. <i>Neural Network</i>	8
2.2.6. Komponen Neural Network	9
2.2.7. Activation Function	10
2.2.8. <i>FeedForward Propagation</i>	13
2.2.9. <i>Backpropagation</i>	14
2.2.10. <i>Optimizer</i>	15
2.3. Convolutional Neural Network	16

2.3.1.	<i>Convolution Layer</i>	17
2.3.2.	Operasi <i>Pooling Layer</i>	19
2.3.3.	<i>Fully-Connected Layer</i>	19
2.3.4.	Data Augmentation	20
2.3.5.	Dropout Regularization	20
2.4.	YOLOv3	20
2.4.1.	<i>Residual Block</i>	20
2.4.2.	<i>Arsitektur DarkNet-53</i>	22
2.4.3.	<i>Arsitektur YOLOv3</i>	23
2.4.4.	<i>Loss Fuction YOLOv3</i>	25
2.5.	Library Python	27
2.6.	Penelitian Terdahulu	27
BAB III		30
METODE PENELITIAN		30
3.1.	Jenis Penelitian	30
3.2.	Desain Penelitian	30
3.3.	Desain Sistem	31
3.4.	Prosedur Penelitian	33
3.5.	Populasi dan sampel	35
3.6.	Teknik pengumpulan data	35
3.7.	Teknik Analisis Data	36
3.7.1.	Metrik Evaluasi	36
3.8.	Lingkungan Komputasi	39
BAB IV		40
TEMUAN DAN PEMBAHASAN		40
4.1.	Temuan	40
4.1.1	Studi Literatur	40
4.1.2.	<i>Problem Scoping</i>	41
4.1.3.	<i>Data Understanding</i>	44
4.1.4.	<i>Data Preprocessing</i>	48
4.1.5.	<i>Modeling</i>	50
4.1.6.	<i>Evaluation</i>	52
4.1.7.	<i>Deployment</i>	58
4.2.	Pembahasan	59

4.2.1. Implementasi Model	59
4.2.2. Performa Model	62
BAB V	65
SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	65
5.1. Simpulan.....	65
5.2. Implikasi.....	66
5.3. Rekomendasi.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68
LAMPIRAN.....	71
RIWAYAT HIDUP.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi neuron dan struktur matematisnya	9
Gambar 2.2 Model komputasi untuk mengembangkan deep neural network	9
Gambar 2.3. Beberapa Fungsi Aktivasi	11
Gambar 2.4 Contoh Filter 2 Dimensi.....	17
Gambar 2.5 Operasi Konvolusi (Khan dkk., 2018)	18
Gambar 2.6 Operasi Konvolusi dengan stride 2 (Khan dkk., 2018).....	18
Gambar 2.7. Operasi pada pooling layer(Khan dkk., 2018)	19
Gambar 2.8 Arsitektur Darknet53.....	22
Gambar 2.9 Architecture of YOLOv3. Residual blok dan FPN (Chun dkk., 2020)	24
Gambar 2.10 Bounding boxes with dimension priors and location prediction (Redmon & Farhadi, 2018).....	25
Gambar 3.1 CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining).....	30
Gambar 3.2 Desain Penelitian.....	31
Gambar 3.3. Prosedur Penelitian.....	33
Gambar 3.4 format label YOLO	35
Gambar 3.5 Intersection Over Union (Padilla dkk., 2021)	36
Gambar 4.1 Dataset CCTV Sumber Aren	45
Gambar 4.2 Bounding Box IOU Distribution Train Dataset.....	45
Gambar 4.3 Bounding Box IOU Distribution Test Dataset	46
Gambar 4.4 Bounding box aspect ratio distribution for train dataset	46
Gambar 4.5 Bounding box aspect ratio distribution for test dataset	46
Gambar 4.6 Heatmap distribusi bounding box pada train dataset untuk kelas manusia ...	47
Gambar 4.7 Heatmap distribusi bounding box pada train dataset untuk kelas motor.....	47
Gambar 4.8 Heatmap distribusi bounding box pada train dataset untuk kelas mobil.....	47
Gambar 4.9 Potongan deteksi video	58
Gambar 4.10 Identifikasi waktu objek dalam video	58

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel Pertanyaan dan Jawabna Wawancara	41
Tabel 4.2 Metode 4W.....	44
Tabel 4.3 Anchor Box	48
Tabel 4.4 Fungsi Augmentasi Data	49
Tabel 4.5 Hyperparameter Tiap Model	51
Tabel 4.6 Perbandingan evaluasi matriks (1)	53
Tabel 4.7 Perbandingan evaluasi matriks (2)	53
Tabel 4.8 Perbandingan evaluasi matriks (3)	53
Tabel 4.9 Perbandingan evaluasi matriks (4)	54
Tabel 4.10 Perbandingan evaluasi matriks (5)	54
Tabel 4.11 Perbandingan evaluasi matriks (5)	55
Tabel 4.12 Deteksi Gambar pada tiap Model.....	56
Tabel 4.13 Tabel Performa Training.....	62
Tabel 4.14 Tabel Performa Model Nilai Loss pada tahap Training.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Contoh Dataset	71
Lampiran 2. Source Code Model Arsitektur YOLOv3	72
Lampiran 3. Hyperparameter Tuning	74
Lampiran 4 Source Code Model Training.....	75

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman Hakim, M., Rohana, T., Sulistya Kusumaningrum, D., & Karawang, P. (2020). Perekaman Otomatis Berdasarkan Deteksi Objek Manusia Pada CCTV Menggunakan Metode You Only Look Once V3 (YOLOv3). *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2020)*.
- Agustien, L., Rahman, T., & Hujairi, A. W. (2021). Real-time Deteksi Masker Berbasis Deep Learning menggunakan Algoritma CNN YOLOv3. Dalam *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan (J-TIT)* (Vol. 8, Nomor 2). <https://doi.org/10/25047/jtit.v8i2.246>
- Artificial Neural Network | Belajar Machine Learning untuk Pemula | Dicoding Indonesia.* (t.t.). Diambil 17 Februari 2024, dari <https://www.dicoding.com/academies/184/tutorials/8502?from=8497>
- Bochkovskiy, A., Wang, C.-Y., & Liao, H.-Y. M. (2020). *YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection*. <http://arxiv.org/abs/2004.10934>
- Bressert, Eli. (2012). *SciPy and NumPy* (R. Roumeliotis & M. Blanchette, Ed.; Edisi pertama). O'Reilly Media, Inc.
- Caroll, R. (2021, Juli 14). *Computer Vision - IBM Blog*. <https://www.ibm.com/blog/computer-vision/>
- Celine, J., & Sheeja Agustin, A. (2019). Face Recognition in CCTV Systems. *Proceedings of the 2nd International Conference on Smart Systems and Inventive Technology, ICSSIT 2019*, 111–116. <https://doi.org/10.1109/ICSSIT46314.2019.8987961>
- Chun, L. Z., Dian, L., Zhi, J. Y., Jing, W., & Zhang, C. (2020). YOLOv3: Face detection in complex environments. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 13(1), 1153–1160. <https://doi.org/10.2991/ijcis.d.200805.002>
- Damjanovski, V. (2014). *CCTV: From Light to Pixels* (Edisi ketiga). Elsevier.
- Farwati, M., Talitha Salsabila, I., Raihanun Navira, K., Sutabri, T., & Bina Darma Palembang, U. (2023). ANALISA PENGARUH TEKNOLOGI ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI. *JURSIMA*, 11(1), 39–45. <https://doi.org/10.47024/JS.V11I1.563>
- Gevorkyan, M. N., Demidova, A. V., Demidova, T. S., & Sobolev, A. A. (2019). Review and comparative analysis of machine learning libraries for machine learning. Dalam *Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science* (Vol. 27, Nomor 4, hlm. 305–315). Peoples' Friendship University of Russia. <https://doi.org/10.22363/2658-4670-2019-27-4-305-315>

- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning* (Edisi pertama). MIT Press.
- Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, *31*, 685–695. <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2>
- Jiang, X., Gao, T., Zhu, Z., & Zhao, Y. (2021). Real-time face mask detection method based on yolov3. *Electronics (Switzerland)*, *10*(7). <https://doi.org/10.3390/electronics10070837>
- Khan, S., Rahmani, H., Shah, S. A. A., & Bennamoun, M. (2018). *A Guide to Convolutional Neural Networks for Computer Vision* (G. Medioni & S. Dickinson, Ed.). Morgan & Claypool. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-01821-3>
- Kingma, D. P., & Lei Ba, J. (2015). Adam: A Method for Stochastic Optimization. *International Conference on Learning Representations (ICLR)*.
- Murugan, P. (2017). *Feed Forward and Backward Run in Deep Convolution Neural Network*. <http://arxiv.org/abs/1711.03278>
- Narejo, S., Pandey, B., Esenarro Vargas, D., Rodriguez, C., & Anjum, M. R. (2021). Weapon Detection Using YOLO V3 for Smart Surveillance System. *Mathematical Problems in Engineering*, *2021*. <https://doi.org/10.1155/2021/9975700>
- Niakšu, O. (2015). CRISP Data Mining Methodology Extension for Medical Domain. Dalam *Baltic J. Modern Computing* (Vol. 3, Nomor 2).
- Nugroho, P. A., Fenriana, I., & Arijanto, R. (2020). IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) PADA EKSPRESI MANUSIA. *ALGOR*, *2*(1), 12–20. <https://jurnal.buddhidharma.ac.id/index.php/algor/article/view/441>
- O' Mahony, N., Campbell, S., Carvalho, A., Harapanahalli, S., Velasco Hernandez, G., Krpalkova, L., Riordan, D., & Walsh, J. (2019). Deep Learning vs. Traditional Computer Vision. *Advances in Computer Vision, Proceedings of the 2019 Computer Vision Conference (CVC)*.
- Padilla, R., Passos, W. L., Dias, T. L. B., Netto, S. L., & Da Silva, E. A. B. (2021). A comparative analysis of object detection metrics with a companion open-source toolkit. *Electronics*, *10*(3), 1–28. <https://doi.org/10.3390/electronics10030279>
- Padilla, R., Sergio L. Netto, & Erduardo A. B. da Silva. (2020). A Survey on Performance Metrics for Object-Detection Algorithms. *IEEE Access*.

- Pohl, J. (2015). Artificial Superintelligence: Extinction or Nirvana? *Proceedings of InterSymp-2015, IIAS, 27th International Conference on Systems Research, Informatics, and Cybernetics*. https://digitalcommons.calpoly.edu/arch_fac/82
- Rahardjo, H. M., & Si, M. (2017). *Studi Kasus dalam Penelitian Kualitatif: Konsep dan Prosedurnya* [Teaching Resources]. Universitas Islam Negeri Malang .
- Ratminingsih, N. M. (2010). *Penelitian Eksperimental Dalam Pembelajaran Bahasa Kedua*.
- Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). *YOLOv3: An Incremental Improvement*. <http://arxiv.org/abs/1804.02767>
- Riyadi, A. S., Wardhani, I. P., Wulandari, M. S., & Widayati, S. (2022). Perbandingan Metode ResNet, YoloV3, dan TinyYoloV3 pada Deteksi Citra dengan Pemrograman Python. *PETIR*, 15(1), 135–144. <https://doi.org/10.33322/PETIR.V15I1.1302>
- Sharma, S., Sharma, S., & Anidhya Athaiya. (2020). ACTIVATION FUNCTIONS IN NEURAL NETWORKS. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*.
- Singh, V., Singh, S., & Gupta, P. (2020). Real-Time Anomaly Recognition Through CCTV Using Neural Network. *Procedia Computer Science*, 173, 254–263. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.06.030>
- Stevens, E., Antiga, L., & Viehmann, T. (2020). *Deep Learning with PyTorch*. Manning Publications Co.
- Susanto, L. A. (2023). Pemilihan Hyperparameter Pada AlexNet untuk Klasifikasi Citra Penyakit Kedelai. *INDEXIA: Informatic and Computational Intelligent Journal*, 5(2), 113–122.
- Targ, S., Almeida, D., & Lyman, K. (2016). *Resnet in Resnet: Generalizing Residual Architectures*. <http://arxiv.org/abs/1603.08029>
- Yin, Y. (2017). *Statistical Machine Learning*. Department of Statistics, Columbia University.