

PEMBUATAN APLIKASI PENGENALAN WAJAH UNTUK SISTEM PRESENSI KELAS MENGGUNAKAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Muhammad Alifian Fajar Pratama, Joko Siswanto*, Vincentius Riandaru Prasetyo

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya, Raya Kalirungkut, Surabaya 60293

*Corresponding author: joko_siswanto@staff.ubaya.ac.id

Abstract—Attendance is a method used by an agency to record workers who work in an agency or students who are in an educational agency. During the pandemic, the University of Surabaya changed the attendance system it used, the system first used before the pandemic was paper, during the pandemic the University of Surabaya changed the attendance system to use a website. On this website, students only need to select courses that are currently in progress and carry out the attendance process. In 2022 the Indonesian government will allow universities and schools to carry out face-to-face learning processes. The University of Surabaya is also making a transition from online to face-to-face learning, however the attendance system used is still a website, this causes students to have fictitious attendance or make attendance but students do not attend class. Based on these problems, this research created an application that can help the university to prevent students from making fictitious attendance by using face recognition in the attendance process using the Convolutional Neural Network or CNN method. The process of creating a CNN model will use a pre-trained model, namely GoogleNet, which has 1 layer added and the Hyperparameter Tuning process will be used to get the best CNN model by looking for optimal Hyperparameter values based on the predetermined Hyperparameter values and types. One of the results of the CNN model making trial was that the best model was obtained with an accuracy rate of 97%.

Keywords: convolutional neural network, face recognition, attendance

Abstrak—Presensi merupakan sebuah metode yang digunakan oleh sebuah instansi untuk mencatat para pekerja yang bekerja di sebuah instansi tersebut atau para mahasiswa/i atau siswa/i yang berada di sebuah instansi pendidikan. Pada masa pandemi Universitas Surabaya mengubah sistem presensi yang digunakan, sistem yang pertama kali digunakan sebelum pandemi berupa kertas, saat pandemi Universitas Surabaya mengubah sistem presensi menggunakan website. Pada website ini mahasiswa hanya perlu memilih mata kuliah yang sedang berlangsung dan melakukan proses presensi. Pada tahun 2022 pemerintah Indonesia memperbolehkan Universitas serta Sekolah untuk melakukan proses pembelajaran secara tatap muka. Universitas Surabaya juga melakukan transisi dari pembelajaran online menjadi tatap muka, akan tetapi sistem presensi yang digunakan masih berupa website, hal ini menyebabkan mahasiswa presensi fiktif atau melakukan presensi namun mahasiswa tidak mengikuti kelas. Berdasarkan permasalahan tersebut pada penelitian ini dibuat sebuah aplikasi yang dapat membantu pihak universitas untuk mencegah mahasiswa melakukan presensi fiktif dengan digunakannya pengenalan wajah atau *face recognition* dalam proses presensi menggunakan metode *Convolutional Neural Network* atau CNN. Proses pembuatan model CNN akan digunakan model *pre-trained* yaitu *GoogleNet* yang ditambahkan 1 layer dan akan digunakan proses *Hyperparameter Tuning* untuk mendapatkan model CNN terbaik dengan mencari nilai *Hyperparameter* yang optimal berdasarkan nilai dan jenis *Hyperparameter* yang telah ditentukan. Salah satu hasil uji coba pembuatan model CNN didapatkan model terbaik dengan tingkat akurasi 97%.

Kata kunci: convolutional neural network, face recognition, presensi

Pendahuluan

Pada Desember 2019 ditemukan sebuah penyakit pernafasan baru yang disebabkan oleh coronavirus 2 (Sars-CoV-2), virus ini ditemukan di kota Wuhan, Ibukota Provinsi Hubei, China (Sumarni, 2020). Pada tanggal 11 Maret 2020, *World Health Organization* (WHO) menetapkan bahwa *Coronavirus Disease* (COVID-19) sebagai pandemi secara global (jdih.maritim.go.id,2020). Dengan masuknya virus corona ke Indonesia, pemerintah memberikan perintah untuk memberhentikan aktivitas masyarakat indonesia untuk menghindari penyebaran virus corona di Indonesia, dengan adanya pembatasan aktivitas ini terjadi berbagai macam perubahan di Indonesia baik secara ekonomi maupun sosial, dan salah satu perubahan yang terjadi adalah khususnya di bidang pendidikan adalah adanya belajar dari rumah (*Learn From Home*).

Pada masa pandemi Covid-19, perkuliahan secara daring menggunakan berbagai macam aplikasi seperti *zoom*, *google meet*, dan *discord* menjadi pilihan bagi para dosen untuk melakukan proses perkuliahan (Widiyono, 2020). Pada masa pandemi ini kehadiran mahasiswa dalam perkuliahan dihitung pada saat dilakukan sesi *zoom* atau *google meet*. Universitas

Surabaya menggunakan website untuk melakukan presensi mahasiswa pada saat pandemi, namun pada saat tahun ajaran 2022 - 2023 Universitas Surabaya melakukan pembelajaran tatap muka, akan tetapi sistem presensi yang digunakan masih menggunakan website untuk melakukan presensi, hal ini dapat menimbulkan kecurangan seperti presensi fiktif dimana mahasiswa tetap melakukan presensi tanpa pernah mengikuti kelas.

Salah satu solusi dari masalah tersebut adalah kembali digunakannya presensi menggunakan kertas seperti pada saat sebelum adanya pandemi Covid-19, akan tetapi hal ini dapat memicu masalah lama yaitu titip presensi, titip presensi dilakukan ketika mahasiswa melakukan presensi atas nama temannya yang tidak mengikuti sesi perkuliahan, dengan adanya sistem presensi berbasis wajah, mahasiswa tidak dapat melakukan titip presensi.

Selain masalah titip presensi pada sistem presensi kertas, sistem ini mengharuskan universitas untuk menggunakan kertas untuk melakukan presensi dan hal ini akan menyebabkan penumpukan kertas. Penumpukan kertas presensi ini tentu akan menyebabkan masalah bagi universitas karena universitas harus memiliki tempat untuk menyimpan kertas presensi universitas juga harus menyiapkan dana untuk kertas presensi setiap hari.

Pembuatan sistem pendeteksi wajah untuk presensi bukanlah sesuatu yang baru. Hartiwi, et.al., (2020) pernah membuat sistem presensi pengenalan wajah menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network*. Program yang dibuat menggunakan *dataset* citra wajah mahasiswa Universitas Dinamika Bangsa Jambi sebanyak 200 citra, arsitektur yang digunakan pada penelitian tersebut merupakan arsitektur dasar CNN dan menggunakan *max pooling* pada *pooling layer*. Pada penelitian ini dihasilkan akurasi sebesar 91,86%, namun pada penelitian ini model CNN hanya dapat mengenali apakah ada wajah pada citra yang menjadi *input* pada model.

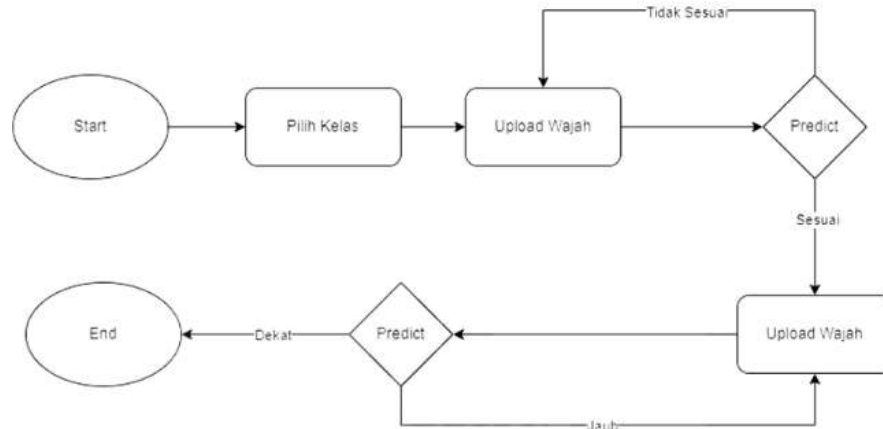
Terdapat penelitian lain yang dilakukan oleh Satwikayana et al., (2021), pada penelitian ini menggunakan aplikasi *zoom* untuk melakukan proses presensi mahasiswa secara otomatis menggunakan algoritma CNN. *Dataset* yang digunakan berupa citra wajah mahasiswa sebanyak 10 mahasiswa dengan masing-masing citra mahasiswa berjumlah 13 - 36 citra, model yang dihasilkan memiliki akurasi sebanyak 92%.

Penelitian sejenis dilakukan oleh Prasetya, et. al., (2021) membuat sistem yang dapat mendeteksi apakah seseorang mengenakan masker atau tidak, *dataset* yang digunakan berjumlah 1376 citra dan akurasi yang didapatkan pada model ini adalah sebesar 95%. Pada penelitian ini juga dibahas mengenai perbedaan jumlah *layer* konvolusi pada arsitektur CNN dapat mempengaruhi tingkat akurasi dari model.

Convolutional Neural Network merupakan salah satu dari metode *Neural Network*, (Gonzales & Woods, n.d., p. 964) telah membuktikan dalam bukunya yang berjudul "*Digital Image Processing Fourth Edition*" bahwa algoritma *Convolutional Neural Network* merupakan algoritma yang cocok untuk melakukan klasifikasi citra. Hal ini membuktikan bahwa algoritma CNN merupakan algoritma yang tepat dalam melakukan klasifikasi citra *digital*. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan solusi melakukan presensi wajah.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini terdapat 4 tahapan utama yang dilakukan yaitu pengumpulan dataset wajah mahasiswa, persiapan dataset, pembuatan model *Convolutional Neural Network*, *Training*, *Testing*, Evaluasi, dan yang terakhir adalah implementasi model CNN untuk melakukan presensi kelas dengan menggunakan klasifikasi wajah mahasiswa. Alur dari proses yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur dari Proses Presensi.

Pengumpulan Dataset

Pada tahap pengumpulan data akan dilakukan dengan cara meminta bantuan kepada 30 responden untuk diambil wajahnya, proses pengambilan gambar wajah akan dilakukan beberapa kali dan akan diminta untuk menggunakan beberapa aksesoris wajah seperti kacamata dan masker, selama proses pengambilan gambar mahasiswa akan diminta untuk mengarahkan wajah ke atas, bawah, kanan, dan kiri. Total dari dataset setiap responden 10 citra, 5 citra menggunakan masker dan 5 citra tanpa menggunakan masker dan akan dilakukan proses augmentasi data sehingga data akhir yang diperoleh berjumlah 50 citra menggunakan masker dan 50 citra tanpa menggunakan masker sehingga seluruh total dari jumlah citra yang digunakan adalah 3000 citra.



Gambar 2. Data Wajah Menggunakan Masker.



Gambar 3. Data Wajah tanpa Menggunakan Masker.

Persiapan Dataset

Tahap selanjutnya adalah tahap pemrosesan data, citra yang telah disimpan akan dilakukan proses *image preprocessing* sebelum dataset dapat digunakan untuk membuat model CNN. Citra yang telah diterima akan disimpan sesuai dengan nomor induk mahasiswa setiap responden, citra juga akan dipisahkan berdasarkan apakah citra yang disimpan menggunakan masker atau tidak. Beberapa metode *image preprocessing* yang dilakukan pada citra adalah, deteksi wajah, *grayscale*, *resize*, dan *augmentation*. Untuk proses augmentasi data opsi yang diberikan pada citra adalah rotasi sebanyak 40 derajat.

Pembuatan Model *Convolutional Neural Network*

Setelah dataset siap dan telah dilakukan *image preprocessing*, tahap selanjutnya

adalah membuat model *convolutional neural network*. Model *convolutional neural network* yang akan digunakan adalah *GoogLeNet* atau *InceptionV1*. Pembuatan model tidak akan dilakukan dari awal dan hanya akan ditambahkan 1 *layer Fully-Connected* dan akan digunakan *Keras Hyperparameter Tuning*. *Keras Hyperparameter Tuning* digunakan untuk menentukan nilai *hyperparameter* yang akan digunakan untuk membuat *fully-connected layer*, *hyperparameter* yang akan digunakan adalah jumlah dari *node hidden layer* dan jenis dari fungsi aktivasi yang akan digunakan.

Pada pembuatan model terdapat 10 variasi model yang akan dihasilkan dari proses *Hyperparameter tuning*. Pada proses *Hyperparameter Tuning* akan secara otomatis menghasilkan 10 variasi model berdasarkan nilai-nilai yang telah diberikan. Detail jenis *Hyperparameter* yang akan digunakan pada proses pembuatan model CNN dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1

Detail Hyperparameter yang Digunakan pada Pembuatan Model CNN

No	Jenis Layer	Jumlah Layer	Jenis Hyperparameter	Nilai Hyperparameter
1	Hidden Layer	1	Jumlah Node	Min_val = 32. Max_val = 512
			Fungsi Aktivasi	Relu, Sigmoid, Tanh
2	Output Layer	1	Fungsi Aktivasi	Softmax

Training

Proses *training* dilakukan pada setiap variasi model yang dihasilkan oleh *Hyperparameter Tuning*. Proses *training* akan menggunakan 60% dari jumlah dataset setiap kelas. Proses *Training* dilakukan untuk mencari variasi model dengan nilai akurasi yang paling tinggi. Proses *Training* menggunakan 60% data dari dataset yang digunakan dengan 10 epoch. *Optimizer* yang digunakan pada model adalah “adam”, dengan *loss function* yang digunakan adalah “*categorical_crossentropy*”, dan metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur kemampuan model adalah “*accuracy*”, “*loss*”, “*precision*”, dan “*f1-score*”.

Testing

Proses *Testing* dilakukan kepada semua variasi model yang dihasilkan pada proses *Training*. Proses *Testing* akan menggunakan 40% atau sejumlah 1200 dari total dataset yang digunakan. Model yang menghasilkan nilai akurasi *training* dan akurasi validasi yang terbaik yang akan digunakan.

Evaluasi

Evaluasi dilakukan terhadap semua variasi model yang dihasilkan pada proses *Hyperparameter Tuning*. Model terbaik dengan jumlah akurasi tertinggi yang didapatkan pada proses *Testing* akan dilakukan evaluasi kembali dengan menunjukkan nilai dari *Confusion Matrix*. *Confusion Matrix* digunakan untuk menunjukkan nilai *True Positive (TP)*, *True Negative (TN)*, *False Positive (FP)*, dan *False Negative (FN)*. Pada evaluasi model tidak ditampilkan *confusion matrix* karena jumlah kelas yang digunakan ada 30. Setelah didapatkan nilai-nilai tersebut akan dicari nilai performa model yaitu *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. Nilai *accuracy* dapat dicari dengan cara membagi hasil penjumlahan antara TP dan TN dengan seluruh total data seperti pada persamaan 1.

$$\frac{TP}{TP + FP} = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (1)$$

Untuk mencari nilai precision dapat dihitung dengan cara membagi nilai TP dengan penjumlahan antara TP dan FP seperti pada persamaan 2.

$$\frac{TP}{TP + FP} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

Untuk mencari nilai dari recall dapat dihitung dengan cara membagi nilai TP dengan penjumlahan antara nilai TP dan FN seperti pada persamaan 3.

$$\frac{TP}{TP + FN} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

Adapun untuk mencari nilai f1-score, dapat dihitung dengan cara 2 dikali dengan pembagian antara perkalian nilai precision dan recall dan penjumlahan antara nilai precision dan recall seperti pada persamaan 4.

$$F1 - score = 2 * \frac{precision * recall}{precision + recall} \quad (4)$$

Implementasi Model Convolutional Neural Network

Proses terakhir yang dilakukan adalah mengimplementasikan model terbaik yang didapat pada aplikasi untuk digunakan dalam proses presensi menggunakan klasifikasi wajah. Pengguna yang dapat menggunakan aplikasi adalah pengguna yang telah terdaftar pada aplikasi, pengguna akan terlebih dulu melakukan proses *login* pada aplikasi dan akan memilih kelas yang hendak dilakukan presensi, akan dimunculkan modal yang akan mengakses kamera pengguna dan akan dilakukan proses klasifikasi ketika pengguna menekan tombol “presensi”, hasil dari klasifikasi adalah nama kelas yaitu nomor induk mahasiswa atau nrp dari mahasiswa yang telah login, apabila hasil dari klasifikasi benar maka akan dilakukan proses pencatatan presensi pada kelas tersebut. Adapun halaman dari unggah citra dapat dilihat pada Gambar



Gambar 4. Halaman presensi unggah citra

Hasil dan Pembahasan

Terdapat beberapa hasil dari proses yang telah dijelaskan pada penelitian ini yaitu,

hasil *training* setiap variasi model pada pembuatan model, hasil *testing* variasi model, hasil evaluasi model terbaik yang didapatkan, dan hasil akhir pada penelitian ini yaitu hasil implementasi model CNN pada aplikasi yang telah dibuat untuk dilakukan proses presensi kelas menggunakan klasifikasi wajah. Adapun pada hasil *training* diperoleh model terbaik yang dipilih berdasarkan nilai akurasi *training* dan akurasi validasi tertinggi yaitu pada model 5, setelah didapatkan model terbaik, model tersebut akan dilatih ulang untuk meningkatkan akurasi model tersebut. Detail hasil *training* dapat dilihat pada tabel 2 dan data hasil evaluasi dari model 5 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2
Hasil Training Pada Pembuatan Model CNN

Nama Model	Training Accuracy (%)	Validation Accuracy (%)
Model 1	95	94
Model 2	95	93
Model 3	96	95
Model 4	96	95
Model 5	96	96
Model 6	95	94
Model 7	95	95
Model 8	95	93
Model 9	90	87
Model 10	95	94

Tabel 3
Hasil Evaluasi Model Terbaik

Nama Model	Validation Accuracy (%)	Loss (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score(%)
Model 5	97	7	98	97	97

Hasil implementasi dari model CNN yang telah didapat berupa hasil presensi. Ketika sistem berhasil memprediksi wajah mahasiswa dengan benar maka sistem akan mencatat kehadiran atau presensi mahasiswa pada kelas tersebut, apabila wajah yang diprediksi salah atau tidak terdeteksi wajah pada citra yang diunggah oleh mahasiswa maka sistem akan memberi peringatan kepada mahasiswa untuk melakukan unggah citra lagi. Pada aplikasi juga diberikan pengecekan lokasi dari device, sehingga mahasiswa hanya bisa melakukan presensi apabila lokasi ketika mahasiswa melakukan presensi ada di Universitas Surabaya, meskipun sistem dapat dengan benar memprediksi wajah mahasiswa. Gambar dari implementasi model pada aplikasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Presensi Berhasil dan Gagal.

Daftar Pustaka

- Adusumalli, H., Kalyani, D., Sri, R. K., Pratapteja, M., & Rao, P. V. R. D. P. (2021). Face Mask Detection Using OpenCV. *Proceedings of the 3rd International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks, ICICV 2021*, 1304–1309. <https://doi.org/10.1109/ICICV50876.2021.9388375>
- Bayat, O., Aljawarneh, S., Carlak, H. F., International Association of Researchers, Institute of Electrical and Electronics Engineers, & Akdeniz Üniversitesi. (2017). *Proceedings of 2017 International Conference on Engineering & Technology (ICET'2017) : Akdeniz University, Antalya, Turkey, 21-23 August, 2017*.
- Cengil, E., Çınar, A., & Özbay, E. (2017, October). Image classification with caffe deep learning framework. In *2017 International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)* (pp. 440-444). IEEE.
- Endrianti, F., Setiawan, W., & Wihardi, Y. (2018). Sistem Pencatatan Kehadiran Otomatis di Ruang Kelas Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal Aplikasi dan Teori Ilmu Komputer*, 1(1),40-44.
- Fitra Maulana, F., & Rochmawati, N. (2019). *Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network*.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (Richard E. (n.d.). *Digital image processing*.
- Hartiwi, Y., Rasywir, E., Pratama, Y., Jusia, P. A., Dinamika, U., & Jambi, B. (2020). *Eksperimen Pengenalan Wajah dengan fitur Indoor Positioning System menggunakan Algoritma CNN*. 22(2). <https://doi.org/10.31294/p.v21i2>
- Hartono, I., Noertjahyana, A., & Santoso, L. W. (2022). Deteksi Masker Wajhdengan Metode Convolutional Neural Network. *Jurnal Infra*, 10(1), 203-209.
- Hosseini, M., Bani-Hani, D., & Lam, S. S. (2022). Leukocytes Image Classification Using Optimized Convolutional Neural Networks. *Expert Systems with Applications*, 205. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117672>
- Ihwan, A. (2013). *Metode Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik Untuk Estimasi Curah Hujan Bulanan di Ketapang Kalimantan Barat*.
- Jatmika, S., Aprilianto, T., & Idris, M. (2020). *Positif : Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi EKSTRAKSI FITUR UNTUK MENGIDENTIFIKASI MARGA TANAMAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BACKPROPAGATION*.
- Jayaraman, U., Gupta, P., Gupta, S., Arora, G., & Tiwari, K. (2020). Recent development in face recognition. *Neurocomputing*, 408, 231–245. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.08.110>
- Khilwani Ibrahim, N., Kasmuri, E., Jalil, N. A., Adili Norasikin, M., Salam, S., & Riduwan Md Nawawi, M. (2013). License Plate Recognition (LPR): A Review with Experiments for Malaysia Case Study. *JSCSE*, 3(3).<https://doi.org/10.7321/jscse.v3.n3.15>
- Khunafa Qudsi, N., Asmara, R. A., Syulistyo, A. R., Studi, P., Informatika, T., Informasi, J. T., &

Malang, P. N. (2019). *Identifikasi Citra Tulisan Tangan Digital Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)*.

- Maeda-Gutiérrez, V., Galván-Tejada, C. E., Zanella-Calzada, L. A., Celaya-Padilla, J. M., Galván-Tejada, J. I., Gamboa-Rosales, H., Luna-García, H., Magallanes-Quintanar, R., Guerrero Méndez, C. A., & Olvera-Olvera, C. A. (2020). Comparison of convolutional neural network architectures for classification of tomato plant diseases. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(4).<https://doi.org/10.3390/app10041245>
- Mbunge, E., Simelane, S., Fashoto, S. G., Akinnuwesi, B., & Metfula, A. S. (2021). Application of deep learning and machine learning models to detect COVID-19 face masks - A review. In *Sustainable Operations and Computers* (Vol. 2, pp. 235–245). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2021.08.001>
- Mehindra Prasmatio, R., Rahmat, B., & Yuniar, I. (2020b). ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK. In *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi (JIFoSI)* (Vol. 1, Issue 2).
- O'Shea, K., & Nash, R. (2015). *An Introduction to Convolutional Neural Networks*. <http://arxiv.org/abs/1511.08458>
- Pang, B., Nijkamp, E., & Wu, Y. N. (2020). Deep Learning With TensorFlow: A Review. In *Journal of Educational and Behavioral Statistics* (Vol. 45, Issue 2, pp. 227–248). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.3102/1076998619872761>
- Prasetya, A., Ihsanto, E., & Dani, A. W. (2021). Rancang Bangun Pendeteksi Wajah Bermasker Dan Tidak Bermasker Dalam Absensi Di Masa Pandemi COVID-19 Menggunakan Convolutional Neural Network. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(2), 80. <https://doi.org/10.22441/jte.2021.v12i2.006>
- Satwikayana, S., Wibowo, S. A., & Vendyansyah, N. (2021). SISTEM PRESENSI MAHASISWA OTOMATIS PADA ZOOM MEETING MENGGUNAKAN FACE RECOGNITION DENGAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK BERBASIS WEB. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 5, Issue 2).
- Sharma, S., Sharma, S., & Athaiya, A. (2020). ACTIVATION FUNCTIONS IN NEURAL NETWORKS. In *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology* (Vol. 4). <http://www.ijeast.com>
- Sumarni, Y. (2020). Pandemi Covid-19: Tantangan ekonomi dan bisnis. *Al-Intaj: Jurnal Ekonomi Dan Perbankan Syariah*, 6(2), 46-58.
- Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., Sermanet, P., Reed, S., Anguelov, D., Erhan, D., Vanhoucke, V., & Rabinovich, A. (2014). *Going Deeper with Convolutions*. <http://arxiv.org/abs/1409.4842>
- Tan, X., Chen, S., Zhou, Z. H., & Zhang, F. (2006). Face recognition from a single image per person: A survey. *Pattern recognition*, 39(9), 1725-1745.
- Umar, R., & Nurrahim, A. (2020). *Rancang Bangun Klasifikasi Citra Dengan Teknologi Deep Learning Berbasis Metode Convolutional Neural Network*. <https://www.mathworks.com/discovery/convolutional-neural-network.html>
- Widiyono, A. (2020). Efektifitas Perkuliahan Daring (Online) pada Mahasiswa PGSD di Saat Pandemi Covid 19. *Jurnal Pendidikan*, 8(2).