

# PENERAPAN SISTEM KONTROL KUALITAS DENGAN MENGGUNAKAN MODEL CNN *TRANSFER LEARNING* VGG 19 PADA INSPEKSI KAIN DI INDUSTRI TEKSTIL

Nauval Hernandoko<sup>1</sup>, Pringgo Widyo Laksono\*<sup>2</sup>, dan Cucuk Nur Rosyidi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Teknik Industri, Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta,  
Jalan Ir. Sutami 36A Kentingan, Surakarta, 57126, Indonesia

Email: nauvalhernandoko@student.uns.ac.id<sup>1</sup>, pringgo@ft.uns.ac.id<sup>2</sup>, cucuknur@staff.uns.ac.id<sup>3</sup>

## Abstrak

Industri tekstil dan produk tekstil (TPT) merupakan salah satu industri tertua di Indonesia. Tujuan industri ini dibangun awalnya yaitu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor. Kualitas produk dan produktivitas merupakan menjadi kunci keberhasilan sistem produksi dalam dunia industri. Hasil produk atau jasa yang memiliki kualitas tinggi menjadi faktor utama agar industri tersebut dapat bersaing dalam bisnis serta prospek jangka panjang. Adanya kontrol kualitas secara otomatis akan membantu dalam pekerjaan bagian inspeksi karena dalam industri tekstil proses inspeksi dilakukan tanpa teknik sampling sehingga kualitas inspeksi yang dilakukan manusia akan menurun seiring waktu inspeksi yang semakin banyak. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model klasifikasi *defect* kain dengan akurasi yang tinggi dari VGG19 agar dapat dijadikan sebagai model otomatisasi sistem kontrol kualitas di industri tekstil. VGG19 merupakan salah satu model CNN *transfer learning* yang memiliki 19 *layers* yang terdiri dari 16 *convolutional layer*, 4 *max pooling layer*, 2 *fully connected layer*, dan 1 *softmax layer*. Berdasarkan hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa model CNN VGG19 dapat dijadikan sebagai model untuk otomatisasi proses inspeksi yang dilakukan di industri tekstil karena akurasi *testing* yang mencapai 88% serta tidak terjadinya *overfitting* dalam proses *training validation*.

**Kata kunci:** Tekstil, Kualitas, Inspeksi, CNN, VGG19

## Abstract

*Textile and textile product (TPT) industry is one of the oldest industries in Indonesia. The aim of this industry was initially built, namely to meet domestic and export needs. Product quality and productivity are the keys to the success of production systems in the industrial world. High quality products or services are the main factor so that the industry can compete in business and have long-term prospects. The existence of automatic quality control will help in the inspection work because in the textile industry the inspection process is carried out without sampling techniques so that the quality of inspections carried out by humans will decrease as more and more inspections take place. This research aims to create a fabric defect classification model with high accuracy from VGG19 so that it can be used as a quality control system automation model in the textile industry. VGG19 is a CNN transfer learning model that has 19 layers consisting of 16 convolutional layers, 4 max pooling layers, 2 fully connected layers, and 1 softmax layer. Based on the results of this research, it was found that the CNN VGG19 model can be used as a model for automating the inspection process carried out in the textile industry because the testing accuracy reaches 88% and there is no overfitting in the training validation process.*

**Keywords:** *Textile, Quality, Inspection, CNN, VGG19*

## 1. Pendahuluan

Industri tekstil dan produk tekstil (TPT) merupakan salah satu industri tertua di Indonesia. Tujuan industri ini dibangun awalnya yaitu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor. Seiring perkembangannya industri tekstil berkembang secara pesat, bahkan pada tahun 2018 melaju diatas rata-rata dari industri manufaktur dan merupakan industri yang menyumbang 5,8% dari industri manufaktur. Menurut data BPS tahun 2020 industri tekstil pada tahun 2018

menuju tahun 2019 tumbuh di angka 15,35%. Selain itu proporsi tenaga kerja industri tekstil mencapai rata-rata 21,9%. Indonesia juga merupakan 15 besar eksportir tekstil dunia yang pada tahun 2018 memasok 1,67% komoditas produk di dunia (Pratiwi, 2020). Berdasarkan daftar proyek prioritas strategis RPJMN 2020-2024 industri tekstil salah satu industri sub sektor prioritas di Industri 4.0 yang diharapkan meningkatkan kontribusi dalam PDB menjadi 21%.

---

<sup>1\*</sup> Penulis korespondensi

Kualitas produk dan produktivitas merupakan menjadi kunci keberhasilan sistem produksi dalam dunia industri. Hasil produk atau jasa yang memiliki kualitas tinggi menjadi faktor utama agar industri tersebut dapat bersaing dalam bisnis serta prospek jangka panjang. Perusahaan harus dapat memastikan kualitas dari produk yang dihasilkan sesuai sampai ke tangan konsumen (Putri, 2022).

Produk defect merupakan suatu produk yang tidak sesuai dengan standar, kualitas rendah, dan tidak dapat diterima oleh pelanggan akan menyebabkan bertambahnya cost (Mahbubah, 2021). Maka dari itu, perlu pengendalian kualitas agar produk mendapatkan penggambaran secara karakteristik langsung, seperti performansi dan keandalan. Sehingga mampu memenuhi kepuasan dari pelanggan dan biaya produksi dapat terukur dengan baik (Pratama, 2020).

Sistem pengendalian tanpa sampling menyebabkan proses inspeksi tidak berjalan baik, karena semakin besar jam kerja maka tingkat ketelitian pekerja inspeksi akan menurun.

Model klasifikasi *defect* otomatis dilakukan karena perkembangan teknologi *artificial intelligence* yang seiring gencar dilakukan. Hal tersebut menjadi sebuah tantangan bagi industri khususnya pengembangan otomatisasi pada sistem kontrol kualitas yang bertujuan untuk mengefektifkan kinerja sumber daya manusia pada *quality control*.

Model penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu VGG-19. VGG-19 adalah salah satu model CNN yang merupakan model yang sering digunakan. VGG-19 memiliki 19 *layers* yang terdiri dari 16 *convolutional layer*, 4 *max pooling layer*, 2 *fully connected layer*, dan 1 *softmax layer*. Arsitektur VGG-19 pernah digunakan untuk melatih lebih dari 1 juta gambar dan memiliki kernel berukuran 3x3 serta mempunyai 5 blok dengan berbagai ukuran *convolutional layer* di setiap blok. Terdapat *max pooling* sebagai pemisah antar blok (Singh, 2020). *Deep learning* merupakan algoritma yang tidak memerlukan masukan dari manusia dan algoritma tersebut dapat menentukan fitur-fitur penting dari suatu model tanpa bantuan dari eksternal. Algoritma ini dibuat untuk menangani data dalam jumlah besar dan membantu kegiatan dalam kehidupan sehari-hari (Cabitza et al., 2018).

Penelitian terkait klasifikasi gambar telah banyak dilakukan, seperti klasifikasi tumor otak oleh Iram, et al, klasifikasi *defect* dengan CNN oleh Jung Feng Jin, et al, dan klasifikasi cacat oleh Ioviana menggunakan DenseNet201. Klasifikasi *defect* kain grey menggunakan VGG-19 dirancang untuk memberikan akurasi yang tinggi yang dapat dijadikan sebagai dasar perancangan model otomatisasi proses *quality control* di Industri Tekstil. VGG-19 digunakan karena memiliki kompleksitas layer yang sesuai dengan domain klasifikasi gambar dan model ini masih jarang digunakan untuk klasifikasi *defect* kain di industri tekstil

## 2. Literatur Review

### a. Machine Learning

*Machine learning* dianggap sebagai bagian dari *artificial intelligence* yang melakukan “*learning*” berdasarkan pengalaman sesuai dengan input data yang diperoleh, sekaligus memiliki kemampuan atau kapasitas untuk berkembang melalui algoritma komputasi (Helm et al., 2020).

### b. Deep Learning

*Deep learning* merupakan algoritma yang tidak memerlukan masukan dari manusia dan algoritma tersebut dapat menentukan fitur-fitur penting dari suatu model tanpa bantuan dari eksternal. Algoritma ini dibuat untuk menangani data dalam jumlah besar dan membantu kegiatan dalam kehidupan sehari-hari (Cabitza et al., 2018).

### c. Klasifikasi Gambar

*Image Classification* juga dapat didefinisikan sebagai segmentasi sebuah citra yang membagi citra gambar ke dalam beberapa daerah dengan melihat objek kemiripan atribut, seperti bentuk, warna, dan ukuran. Segmentasi citra merupakan sebuah langkah awal untuk melakukan klasifikasi objek (Utama, 2017).

### d. Transfer Learning

*Transfer learning* digunakan untuk meningkatkan akurasi dan kinerja dari model *deep learning* dan mempercepat pembuatan model tanpa harus membuat dari awal (Ramadhan, 2020). Dalam bidang *machine learning*, *transfer learning* memfokuskan pada pemanfaatan model yang sudah dilatih terhadap suatu *dataset* yang bisa disebut dengan *pretrained network model* (Tan et al., 2018).

### e. Convolutional Neural Network

CNN (*convolutional neural network*) merupakan pengembangan dari *multilayer perceptron* yang termasuk dalam jaringan syaraf tiruan yang didesain untuk mengolah data 2 dimensi, serta merupakan jenis *Deep neural network* karena kedalaman jaringan yang tinggi (Suartika, 2016). VGG-19 adalah salah satu model CNN yang merupakan model yang sering digunakan. VGG-19 memiliki 19 *layers* yang terdiri dari 16 *convolutional layer*, 4 *max pooling layer*, 2 *fully connected layer*, dan 1 *softmax layer*. Arsitektur VGG-19 pernah digunakan untuk melatih lebih dari 1 juta gambar dan memiliki kernel berukuran 3x3 serta mempunyai 5 blok dengan berbagai ukuran *convolutional layer* di setiap blok. Terdapat *max pooling* sebagai pemisah antar blok (Singh, 2020).

### f. Convolutional Layer

*Convolutional layer* merupakan lapisan pertama yang terdiri dari beberapa filter konvolusi yang disusun secara paralel untuk menghasilkan *feature map*. Operasi konvolusi dilakukan dengan mengalikan input dan kernel (Suartika, 2016).

$$f \times g = \sum_m \sum_n f(m, n)g(x - m, y - n) \quad (1)$$

### g. Pooling Layer

*Pooling layer* merupakan lapisan yang digunakan untuk mengurangi spasial fitur konvolusi yang berfungsi

untuk mengurangi daya komputasi yang diperlukan untuk memproses data (Alwanda, 2020).

$$Pool_{ij} = \text{Max}(Conv_{i,j}, Conv_{i+1,j}, Conv_{i,j+1}, Conv_{i+1,j+1}) \quad (2)$$

h. ReLU

ReLU (*rectified Linear Units*) merupakan fungsi aktivasi yang digunakan untuk menghilangkan nilai negatif pada matriks gambar dengan menggantinya menjadi 0 (Pangestu, 2020).

$$ReLU = \begin{cases} x, & (x \geq 0) \\ 0, & (x < 0) \end{cases} \quad (3)$$

i. Fully Connected Layer

Fully connected layer merupakan layer yang digunakan untuk menghubungkan seluruh neuron aktif ke neuron selanjutnya yang mempertimbangkan bias, biasanya digunakan untuk mencari ciri klasifikasi yang mirip pada konvolusi terakhir (Kholik, 2020).

$$y = ReLU(W_x + b) \quad (4)$$

j. Performansi

Performansi merupakan *metrics* yang digunakan dalam *machine learning* untuk menilai hasil dari sebuah model apakah layak atau tidak. Ada beberapa performansi yang digunakan, yaitu akurasi, presisi, recall, dan F1-Score (Nugroho, 2021).

Akurasi mengukur keakuratan suatu model untuk menentukan kinerjanya berdasarkan tingkat kesalahan prediksi yang dibuat oleh model.

$$Accuracy = \frac{TP}{TP+FN+FP+TN} \quad (5)$$

Presisi mengukur nilai kebenaran antar data untuk menentukan data yang diprediksi dengan benar.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (6)$$

Recall digunakan untuk menggambarkan keberhasilan suatu model dalam memprediksi data.

$$recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (7)$$

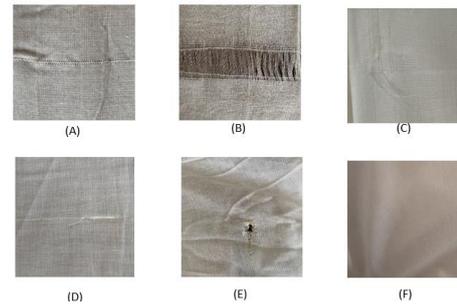
F1 score membandingkan antara presisi dan recall yang dibobotkan.

$$F1 - Score = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (8)$$

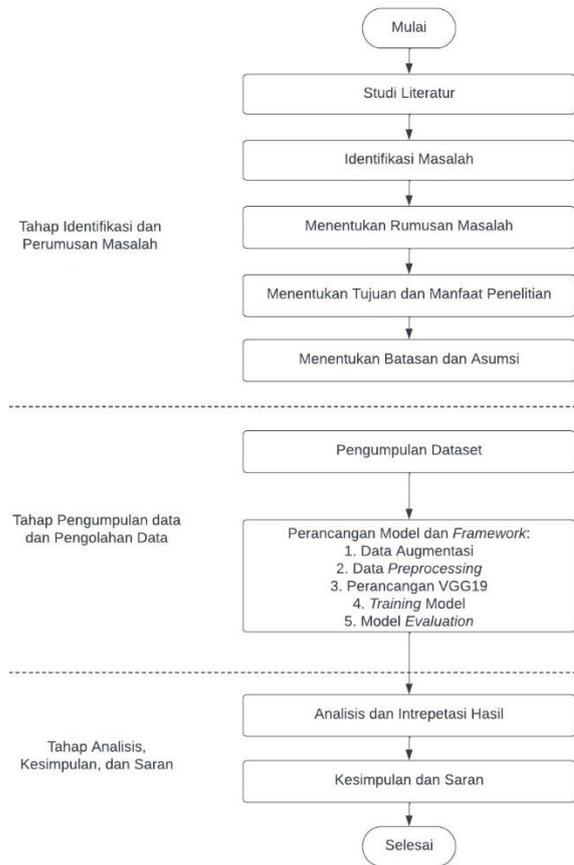
**3. Metode Penelitian**

Terdapat 5 jenis cacat yang telah ditentukan oleh perusahaan, yaitu ada cacat *double pick* (A), cacat jarang (B), cacat *netting* (C), cacat tepi masuk (D), cacat lainnya (E), dan *good product* (F). Jenis cacat dapat

dilihat pada gambar 1 dan tahapan penelitian ditampilkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Jenis Cacat Kain



**Gambar 1.** Flowchart Metodologi Penelitian

Tahap identifikasi dan perumusan masalah merupakan tahap awal yang dimulai dari studi literatur, lalu setelah mendapatkan masalah melakukan identifikasi masalah dan menentukan rumusan masalah, setelah itu menentukan tujuan dan manfaat penelitian serta membuat batasan dan asumsi. Pada tahap ini terdapat beberapa langkah yaitu studi literatur, identifikasi masalah, dan penentuan tujuan dan manfaat penelitian.

Tahap setelah mengidentifikasi dan merumuskan masalah yaitu pengumpulan dan pengolahan data. Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan dataset dan membangun model klasifikasi dari dataset yang sudah didapatkan.

Data yang dikumpulkan berupa gambar, dimana setiap akumulasi dataset memiliki presentase tersendiri,

yaitu untuk *training set* sebesar 80%, *validation set* sebesar 10%, dan *testing set* sebesar 10%. Tabel 1 menunjukkan jumlah masing-masing dataset.

**Tabel 2.** Definisi Notasi dan Penjelasan Tambahan

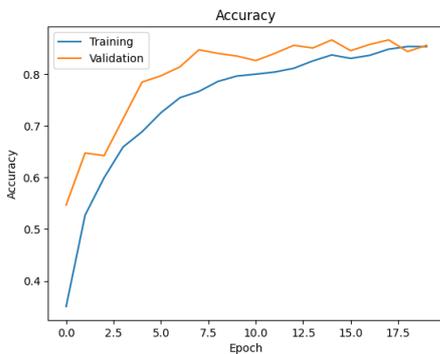
| Kategori     | Training | Validation | Testing |
|--------------|----------|------------|---------|
| Double Pick  | 808      | 100        | 100     |
| Jarang       | 960      | 100        | 100     |
| Netting      | 986      | 100        | 100     |
| Tepi Masuk   | 832      | 100        | 100     |
| Lainnya      | 785      | 100        | 100     |
| Good Product | 964      | 100        | 100     |

Pada tahap ini juga dilakukan proses perancangan model VGG19, yaitu proses *preprocessing*, perancangan VGG19, *training-validation*, *testing*, dan model evaluasi.

Tahap analisis, kesimpulan, dan saran merupakan tahap terakhir dari sebuah penelitian. Tahap ini menjelaskan analisis hasil dan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian penerapan sistem kontrol kualitas dengan menggunakan model CNN *transfer learning* VGG19 pada inspeksi kain di industri tekstil

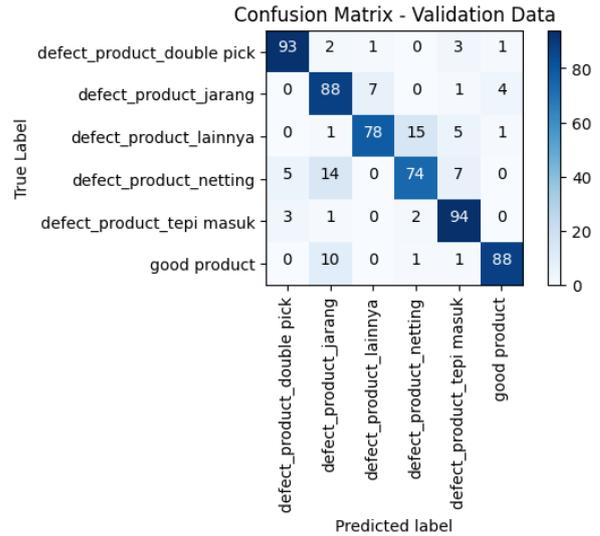
**4. Hasil dan Pembahasan**

Berdasarkan hasil *training*, *validation* dan *testing* model VGG19, diperoleh evaluasi model yang dengan grafik pada gambar 2.



**Gambar 2.** Hasil Training-Validation VGG19

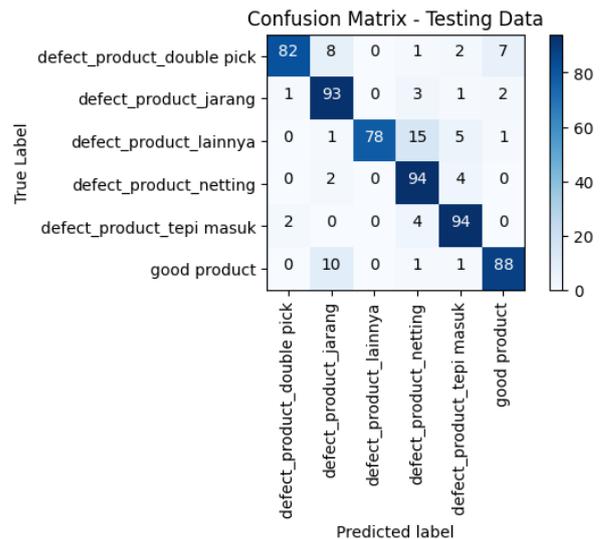
Dari hasil *training* selanjutnya dilakukan proses evaluasi untuk mendapatkan kesimpulan apakah model telah mengklasifikasikan data sesuai dengan klasifikasi sebenarnya. Hasil dari evaluasi dapat dilihat pada *confusion matrix* gambar 3.



**Gambar 3.** Confusion Matrix Klasifikasi VGG19

Hasil diatas menunjukkan bahwa nilai performansi presisi rata-rata semua kategori sebesar 0.86, *recall* sebesar 0.86, dan F-1 *score* sebesar 0.86.

Tahap *testing* merupakan tahap dimana model diuji dengan data baru yang telah dikumpulkan. Dalam penelitian ini, model akan diuji dengan 600 data dimana masing-masing jenis *defect* kain grey terdapat 100 data. Hasil *testing* kemudian dilihat performanya dengan *confusion matrix* untuk mengetahui berapa data yang terprediksi benar dan terprediksi salah. Performansi yang dapat dilihat yaitu akurasi, presisi, *recall*, dan F1-Score. Pada *testing* model *transfer learning* VGG19 dapat dilihat hasil performansi pada *confusion matrix testing* gambar 4.



**Gambar 3.** Confusion Matrix Klasifikasi VGG19

Berdasarkan *transfer learning* model VGG19 dari 600 data yang diambil secara acak, terdapat beberapa data yang diprediksi secara benar, yaitu *defect double pick* sebanyak 82, *defect jarang* sebanyak 93, *defect lainnya* sebanyak 78, *defect netting* sebanyak 94, *defect tepi masuk* sebanyak 94, dan *good product* sebanyak 88.

Sehingga dari hasil tersebut didapatkan akurasi model sebesar 88% dan nilai performansi rata-rata presisi 0.89, rata-rata *recall* 0.88, dan rata-rata *F1-Score* 0.88.

## 5. Kesimpulan

Hasil dari training-validation menunjukkan bahwa model sudah dapat mengenali jenis defect kain grey dan dinyatakan layak berdasarkan nilai akurasi serta nilai loss karena tidak termasuk dalam kategori *overfitting* dan *underfitting*. Dari hasil tersebut maka model VGG19 dapat dilanjutkan ke tahap *testing* untuk menguji model tersebut dengan data baru dan pada tahap *testing* didapatkan nilai performansi model VGG19 yang terdiri atas akurasi, presisi, *recall*, dan *F1 Score*. Nilai akurasi *testing* model VGG19 sebesar 83.3%, nilai rata-rata presisi sebesar 84.9%, nilai rata-rata *recall* sebesar 83.3%, dan nilai rata-rata *F1 Score* sebesar 83.2%.

VGG19 merupakan *transfer learning model* yang menunjukkan bahwa pendekatan ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan kinerja dalam berbagai tugas pembelajaran mesin. Pembelajaran transfer memanfaatkan pengetahuan yang diperoleh dari tugas-tugas sebelumnya untuk meningkatkan kinerja dalam tugas-tugas baru, terutama ketika data yang tersedia terbatas. Penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan model yang telah dilatih sebelumnya di domain berbeda dapat menghasilkan representasi fitur yang lebih baik dan memungkinkan pembelajaran yang lebih cepat dalam tugas-tugas baru

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada pihak PT Iskandar Tex yang telah membantu keberlangsungan penelitian ini dengan bersedia dijadikan tempat pengambilan data penelitian. Selain itu, saya ucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan lancar. Semoga penelitian ini dapat menambah pengetahuan dan wawasan kepada pembaca

## Daftar Pustaka

- Cabitza, F., Locoro, A., & Banfi, G. (2018). Machine learning in orthopedics: A literature review. In *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* (Vol. 6). Frontiers Media S.A.
- Helm, J. M., Swiergosz, A. M., Haeberle, H. S., Karnuta, J. M., Schaffer, J. L., Krebs, V. E., Spitzer, A. I., & Ramkumar, P. N. (2020). Machine Learning and Artificial Intelligence: Definitions, Applications, and Future Directions. In *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* (Vol. 13, Issue 1, pp. 69–76).
- Kholik, A. (2021). Klasifikasi Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Pada Tangkapan Layar Halaman Instagram. *JDMSI*, 2(2), 10–20.
- Mahbubah, A. L. (2021). Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode FMEA dan FTA di Home - Industri Songkok GSA Lamongan. *Serambi Engineering*, 2197-2206.
- Nugroho, N. E. W., & Harjoko, A. (2021). Transliteration of Hiragana and Katakana Handwritten Characters Using CNN-SVM. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 15(3), 221.
- Pangestu,. (2020). Implementasi Algoritma CNN Untuk Klasifikasi Citra Lahan Dan Perhitungan Luas. *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi*, 1(1), 166–174.
- Pratiwi, D. R. (2020). Analisis Daya Saing Industri Tekstil Dan Produk Tekstil (Tpt) Indonesia Di Pasar Asean. *JURNAL BUDGET*, VOL. 5, NO. 2, 44-66.
- Pratama. (2020). Analisis Defect Pada Proses Stranding Dengan Metode Dmaic PT. X. *Jurnal Terapan Teknik Industri*, 58 - 66.
- Pria Utama, G. (2017). Segmentasi Pada Citra Buah Mangga Dengan Menggunakan Aplikasi Matlab. *14(2)*.
- Putri, D. P. (2022). Analisa Pengendalian Kualitas Produk Guna Meminimalkan Defect Pada CV. Cipta Mandiri Sukses. *Journal of Industrial View*, 1-10.
- Rafly Alwanda, M., Putra, R., Ramadhan, K., & Alamsyah, D. (2020). Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle. In *Jurnal Algoritme* (Vol. 1, Issue 1).
- Ramadhan, F. E. (2020). Penerapan Image Classification Dengan Pre-Trained Model Mobilenet Dalam Clie-Side Machine Learning.
- Singh, Satish K. & Roy, P. (2020). Computer Vision and Image Processing. *5th International Conference, CVIP 2020*.
- Suartika, I Wayan., Wijaya, Arya., & Soelaiman, Rully (2016). Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Pada Caltech 101. *Jurnal Teknik ITS*, 5(1).
- Tan, C., Sun, F., Kong, T., Zhang, W., Yang, C., & Liu, C. (2018). *A Survey on Deep Transfer Learning*.