



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM OTOMATISASI KLASIFIKASI SABUN BATANG
DENGAN METODE CNN DAN KOMUNIKASI MQTT

Sub Judul:

**Sistem Deteksi Warna, Bentuk dan Penghitungan Otomatis Sabun
Batang Berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN)**

SKRIPSI

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Helpfin Cristine Sinaga
2103431031

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL
INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK Negeri Jakarta
2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM OTOMATISASI KLASIFIKASI SABUN BATANG
DENGAN METODE CNN DAN KOMUNIKASI MQTT

Sub Judul:

**Sistem Deteksi Warna, Bentuk dan Penghitungan Otomatis Sabun
Batang Berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Terapan

Helpfin Cristine Sinaga
2103431031

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL
INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIN NEGERI JAKARTA
2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORSINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Helpfin Cristine Sinaga

NIM : 2103431031

Tanda Tangan



Tanggal : 4 Juli 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Helpfin Cristine Sinaga
NIM : 2103431031
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Tugas Akhir : Sistem Deteksi Warna, Bentuk dan Penghitungan Otomatis Sabun Batang Berbasis Convolutional Neural Network (CNN)

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada (Isi Hari dan Tanggal) dan dinyatakan .

Pembimbing I

Yurixa Sakhinatul Putri,
S.Si.,M.T.,
NIP. 199607072024062002

(... )

POLITEKNIK
NEG

Depok 4 Juli 2023

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T

NIP. 19780331200322002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang berjudul *“Penghitungan dan Pengelompokan Sabun Batang dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN)”* ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Terapan di Politeknik. Penulis menyadari bahwa pencapaian ini tentu bukan hasil usaha pribadi semata, melainkan berkat dukungan, arahan, dan bantuan dari banyak pihak sejak masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Sulis Setiowati, S.pd., M. Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Instrumentasi dan Kontrol Industri sekaligus Dosen Pembimbing penulis;
3. Yurixa Sakhinatul Putri, S.Si.,M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
4. Rekan penelitian Rizka Lailiyatul Mulayyinah, Disya Cahya Fajrina yang membantu saya, dan teman-teman lain yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa yang akan datang.

Depok, 4 Juli 2022

Helpfin Cristine Sinaga



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Perancangan Sistem Otomatisasi Produksi Sabun Batang Pada Konveyor Berbasis CNN

ABSTRAK

Penelitian ini membahas perancangan dan implementasi sistem otomatisasi klasifikasi sabun batang berbasis Convolutional Neural Network (CNN) dan komunikasi MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). Sistem ini dirancang untuk mengidentifikasi warna, bentuk, serta menghitung jumlah sabun batang secara otomatis pada jalur produksi industri. Proses klasifikasi dilakukan menggunakan kamera yang terhubung ke perangkat Raspberry Pi, dengan bantuan metode CNN untuk menganalisis citra sabun secara real-time. Dataset citra sabun dikategorikan ke dalam tiga kelas dan dengan jumlah, yaitu sabun merah, sabun hijau, dan sabun tidak layak (NG) yang mencakup cacat warna atau bentuk. Data citra melalui tahap preprocessing dan augmentasi guna meningkatkan performa model serta mengurangi *overfitting*. Pelatihan model dilakukan dengan menggunakan data citra terstruktur dan dibagi menjadi data latih, validasi, dan uji. Pada pengujian terbaik, yaitu percobaan keempat, sistem mencapai akurasi sebesar 88% dengan jumlah epoch optimal sebanyak 15 epoch. Model juga memperoleh nilai macro precision sebesar 92%, macro recall sebesar 80%, dan macro F1-score sebesar 84%. Hasil dari precision per kelas (AP) yaitu pada kelas NG dengan nilai 0.9404 (94.04%), green 0.9764 (97.64%), dan red 0.946 (94.61%). Dengan data seperti itu maka dihasilkan nilai rata-rata (mAP) sebesar 0.954 (95.43%) dengan rata-rata per kelas yang menunjukkan tidak adanya ketimpangan antar kelas. Selain itu, pada pengujian realtime di atas konveyor sebanyak 50 kali, sistem berhasil mencapai tingkat akurasi deteksi sabun sebesar 62%. Sistem ini menunjukkan potensi dalam penerapan teknologi computer vision, CNN, dan MQTT untuk mendukung efisiensi serta efektivitas proses produksi secara otomatis di lingkungan industri manufaktur.

Kata kunci: Klasifikasi, Convolutional Neural Network, Preprocessing, Sabun, Otomasi industri

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

This research discusses the design and implementation of an automated classification system for bar soap using Convolutional Neural Network (CNN) and MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) communication. The system is designed to identify color, shape, and automatically count bar soap units on an industrial production line. The classification process is carried out using a camera connected to a Raspberry Pi device, utilizing the CNN method to analyze soap images in real-time. The soap image dataset is categorized into three classes, namely red soap, green soap, and non-acceptable (NG) soap, which includes defects in color or shape. The image data undergoes preprocessing and augmentation to improve model performance and reduce overfitting. The model training is performed using structured image data, which is split into training, validation, and testing sets. In the best test scenario, which occurred during the fourth trial, the system achieved an accuracy of 88% with an optimal number of 15 training epochs. The model also obtained a macro precision of 92%, macro recall of 80%, and a macro F1-score of 84%. The average precision (AP) for each class was 94.04% for NG, 97.64% for green, and 94.61% for red. These results produced a mean Average Precision (mAP) of 95.43%, indicating balanced performance across all classes. Furthermore, in real-time testing conducted over a conveyor belt with 50 trials, the system achieved a soap detection accuracy rate of 62%. This system demonstrates the potential of applying computer vision, CNN, and MQTT technologies to enhance the efficiency and effectiveness of automated production processes in industrial manufacturing environments.

Keywords: Classification, Convolutional Neural Network, Preprocessing, Soap, Automation Industry

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORSINALITAS	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan masalah	4
1.4 Tujuan penelitian.....	4
1.5 Luaran	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 State of The Art	6
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Pengaruh Kualitas Produk.....	8
2.2.2 Machine Learning	10
2.2.3 Deep Learning	10
2.2.4 Convolutional Layer	12
2.2.5 Pooling Layer.....	12
2.2.6 Dense Layer	13
2.2.7 Dropout	13
2.2.8 Python.....	14
2.2.9 TensorFlow.....	14
2.2.10 Tensorflow Lite (TFlite)	15
2.2.11 Keras	16



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2.12	Raspberry Pi 4B	16
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI		20
3.1	Rancangan Alat	20
3.2	Deskripsi alat	20
3.3	Cara Kerja Alat	23
3.4	Blok Diagram Alat/Sistem	24
3.5	Blok Diagram Sub-sistem	26
3.6	Deskripsi Alat Subsistem	27
3.7	Flowchart Training Data	28
3.8.	Flowchart Real-Time camera	29
3.9.	Spesifikasi Alat.....	29
3.10	Realisasi Alat.....	33
3.10.1	Rancang Bangun Alat	33
3.11	Pengumpulan <i>dataset</i>	34
3.12	Precroprocessing dataset	35
3.13	Pembagian Dataset	36
3.14	<i>Data Augmentation</i>	37
3.15	Konfigurasi Hyperparameter dan Arsitektur.....	39
3.16	Konfigurasi Arsitektur.....	40
3.17	Fungsi Aktivasi.....	41
3.18	Proses Training dan Validation.....	42
3.18.1.	Proses Training dan Validasi	42
3.18.2.	Perhitungan Performa	43
3.18.3.	<i>Early Stopping</i>	44
3.18.4.	<i>Reduce on Plateau and Saving model</i>	45
3.19.	<i>Realtime Camera</i>	46
3.19.1.	Inisialisasi Model	46
3.19.2.	Fungsi	46
3.19.3.	<i>Frame Dectection</i>	47
3.19.4.	Validasi deteksi dengan <i>Sliding window</i>	48
3.19.5.	Visualisasi dan Logging hasil	49
3.19.6.	Fungsi tambahan Threshold.....	50



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV PEMBAHASAN.....	51
4.1 Pengujian 1.....	51
4.1.1 Deskripsi Pengujian	51
4.1.2 Prosedur Pengujian.....	51
4.1.3 Prosedur Pengujian.....	52
4.1.4 Analisis Data Hasil Pengujian.....	53
4.2 Pengujian 2.....	65
4.2.1 Prosedur Pengujian.....	66
4.2.2 Prosedur Pengujian.....	66
4.2.3 Analisis Data Hasil Pengujian.....	68
BAB V PENUTUP.....	70
5.1. Simpulan.....	70
5.2. Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN.....	lxxv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	lxxv

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu Oleh Andy Suryowinoto dan Affan Zihar Wirandi	6
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu Oleh Teja Kusuma, Agus Virgono, Agung Nugroho Jati.....	7
Tabel 2. 3 Peneliti Terdahulu Oleh Mariza Wijayanti, Yuli Fitriyani, Adam Huda Nugraha, Indah Tri Handayani, Abdul Muchlis	7
Tabel 3. 1 Tabel parameter model	39
Tabel 4. 1 Daftar Peralatan Pengujian Delay	52
Tabel 4. 2 Data Hyparameter	53
Tabel 4. 3 Dataset Pengujian 1	53
Tabel 4. 4 Nilai Precision, Recall, dan F1-Score	55
Tabel 4. 5 Dataset Pengujian 2	56
Tabel 4. 6 Precision, Recall, dan F1-Score pengujian kedua	58
Tabel 4. 7 Dataset Pengujian 3	60
Tabel 4. 8 Precision, Recall dan F1-Score pengujian ketiga.....	61
Tabel 4. 9 Dataset Pengujian 4	63
Tabel 4. 10 Precision, Recall, F1-Score pengujian keempat.....	64
Tabel 4. 11 Daftar Peralatan Pengujian Delay	66
Tabel 4. 12 Tabel Pengujian real-time kamera	67

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Raspberry pi 4b	17
Gambar 3. 1 Desain alat secara keseluruhan.....	21
Gambar 3. 2 Flowchart cara kerja alat	23
Gambar 3. 3 Blok Diagram Keseluruhan Sistem	25
Gambar 3. 4 blok diagram sub-sistem	26
Gambar 3. 5 Flowchart Training data	28
Gambar 3. 6 Flowchart Real Time.....	29
Gambar 3. 7 Realisasi Alat	33
Gambar 3. 8 Struktur direktori.....	35
Gambar 3. 9 Pembagian dataset.....	37
Gambar 3. 10 Augmentasi data.....	38
Gambar 3. 11 Arsitektur CNN	40
Gambar 3. 12 Model CNN.....	41
Gambar 3. 13 proses compile.....	42
Gambar 3. 14 Proses Training	43
Gambar 3. 15 Evaluate data	44
Gambar 3. 16 EarlyStopping.....	45
Gambar 3. 17 Checkpoint Model.....	45
Gambar 3. 18 Inisialisasi Model	46
Gambar 3. 19 Klasifikasi kelas sabun	46
Gambar 3. 20 Frame detection.....	48
Gambar 3. 21 Validasi Deteksi dengan Sliding Window	48
Gambar 3. 22 Logging hasil deteksi	50
Gambar 3. 23 Threshold fungsi.....	50
Gambar 4. 1 Hasil Training percobaan pertama	54
Gambar 4. 2 Akurasi dan Loss Training dan Validasi	54
Gambar 4. 3 Confusion Matrix percobaan 1.....	55
Gambar 4. 4 Epoch pada pengujian kedua	57
Gambar 4. 5 Accuracy dan Loss percobaan kedua	57
Gambar 4. 6 Confusion matrix pengujian kedua	58
Gambar 4. 7 Confusion Matriks pada percobaan ketiga	60
Gambar 4. 8 Accuracy dan Loss percobaan ketiga	61
Gambar 4. 9 Epoch pengujian ketiga.....	61
Gambar 4. 10 Accuracy dan Loss percobaan keempat	63
Gambar 4. 11 Confusion Matrix percobaan keempat	63
Gambar 4. 12 Epoch pengujian keempat	64



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis.....	lxxv
Lampiran 2 Dokumentasi Alat.....	lxxvi
Lampiran 3 Program Training data CNN	lxxvii
Lampiran 4 Program Evaluasi/Pengambilan data CNN.....	lxxix
Lampiran 5 Program Deteksi dan Perhitungan secara Real-time CNN	lxxxi





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Camera Vision atau Computer Vision adalah teknologi yang memungkinkan sistem komputer untuk menangkap, memproses, dan memahami informasi visual dari lingkungan melalui kamera. Dalam konteks industri manufaktur, teknologi ini berperan penting dalam otomatisasi proses inspeksi kualitas dan pemantauan produk secara real-time. Camera vision dapat digunakan untuk mengenali warna, bentuk, hingga cacat permukaan pada produk, dan menjadi salah satu elemen kunci dalam sistem kendali mutu berbasis kecerdasan buatan.

Image Processing (pemrosesan citra) adalah teknik yang digunakan untuk mengolah gambar digital agar dapat diinterpretasikan oleh sistem komputer. Dalam sistem penyortiran sabun, image processing digunakan untuk meningkatkan kualitas visual gambar (misalnya kontras dan ketajaman), serta melakukan segmentasi terhadap area penting seperti batas tepi sabun atau perbedaan warna. Segmentasi ini penting untuk mengidentifikasi dan membedakan sabun dengan warna atau bentuk yang menyimpang.

Warna adalah fitur terpenting dari sebuah objek. Ada banyak kasus di mana pelacakan objek cukup dengan menggunakan warna saja. Misalkan pelacakan bola berwarna jingga di tengah lapangan hijau, maka fitur warna adalah pilihan terbaik (Kurniawan, 2018). Perkembangan teknologi visual yang sangat pesat beberapa tahun terakhir telah menghadirkan perangkat-perangkat canggih seperti kamera untuk object tracking, yang kini banyak digunakan dalam berbagai bidang termasuk industri.

Teknologi vision berbasis warna telah berkembang pesat dan kini memainkan peran penting dalam otomatisasi industri. Salah satu contohnya adalah Smart Vision, yang memungkinkan pengenalan objek berdasarkan karakteristik visual seperti warna, bentuk, dan pola. Penggunaan Smart Vision dapat diterapkan di berbagai sektor industri seperti pada industri sabun batang. Teknologi ini menjadi sangat penting karena proses pemilahan produk berdasarkan warna sering kali dilakukan secara manual. Metode manual ini memakan waktu, rentan terhadap kesalahan manusia



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(human error), dan tidak efisien dalam kapasitas produksi (Suryowinoto dan Wirandi, 2021).

Dengan kemajuan dalam bidang Deep Learning, terutama penggunaan Convolutional Neural Network (CNN), proses pengenalan dan klasifikasi citra menjadi jauh lebih akurat dan efisien. CNN mampu mengekstrak fitur-fitur penting dari gambar seperti kontur, tekstur, dan pola warna, yang memungkinkan sistem untuk mengenali objek secara otomatis. Dalam sistem deteksi sabun otomatis, CNN tidak hanya digunakan untuk mengidentifikasi sabun berdasarkan warna dan bentuk, tetapi juga untuk menghitung jumlah unit sabun yang melewati kamera secara real-time.

Model-model CNN seperti Fully Convolutional Network (FCN) dan U-Net, yang awalnya banyak dikembangkan dalam dunia medis untuk segmentasi, kini telah terbukti sangat efektif untuk inspeksi visual produk dalam industri manufaktur—termasuk deteksi cacat, pengukuran bentuk, dan klasifikasi berdasarkan warna atau tekstur. Misalnya, penelitian “Fully Convolutional Networks for Surface Defect Inspection in Industrial Environment” menunjukkan bagaimana FCN dapat digunakan untuk mengembangkan kerangka inspeksi cacat permukaan yang generik dan reusable, dapat digunakan end-to-end tanpa memerlukan desain fitur manual untuk tiap jenis produk.

Seiring berkembangnya kebutuhan terhadap efisiensi dan konsistensi kualitas produk, teknologi computer vision mulai diintegrasikan dalam proses penyortiran otomatis di lini produksi. Pada industri sabun batang, di mana visual produk seperti warna dan bentuk menjadi indikator penting kualitas. Kesalahan pencampuran warna atau cacat bentuk dapat mengindikasikan bahwa produk termasuk kategori reject, sehingga perlu dipisahkan dari jalur utama produksi untuk menjaga standar kualitas perusahaan.

Berdasarkan laporan Future Market Insights, pasar sabun batang (bar soap) global diperkirakan mencapai nilai sekitar USD 32,67 miliar pada tahun 2025 dan tumbuh dengan CAGR sekitar 4 % hingga mencapai USD 54 miliar pada tahun 2035, didorong oleh tren produk ramah lingkungan, perawatan kulit, serta kemasan berkelanjutan. Sementara itu, DataIntellect mencatat bahwa pasar sabun secara



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

keseluruhan—termasuk batang, cair, dan foam—mencapai sekitar USD 38,5 miliar pada tahun 2023 dengan CAGR 5,2 % hingga 2032, mencerminkan peningkatan kesadaran kebersihan yang didorong oleh pandemi dan permintaan terhadap produk higienis. Hal ini yang menjadi dorongan dalam produksi sabun dengan pertumbuhan kualitas produk yang konsisten dan bermutu.

Dengan demikian, integrasi camera vision, image processing, dan CNN dalam proses deteksi otomatis sabun batang merupakan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi produk cacat, dan memastikan akurasi penghitungan dalam rantai produksi industri modern. Hal ini yang mendorong penulis untuk mengembangkan sistem deteksi warna dan bentuk sebagai alat klasifikasi dalam sortir sabun. Penelitian ini mengklasifikasikan sabun ke dalam tiga kategori utama, yaitu sabun berwarna merah, hijau, dan kategori NG (tidak layak). Pada kategori NG, terdapat tiga jenis kecacatan yang diamati, yaitu retak, bentuk terpotong, dan warna pudar. Penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam industri manufaktur terutama dalam sistem klasifikasi dan sortir warna dan bentuk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka perumusan masalah dalam penulisan ini antara lain:

1. Bagaimana merancang sistem penglihatan mesin (machine vision) yang mampu mendeteksi dan menghitung jumlah sabun batang pada lintasan conveyor secara otomatis?
2. Bagaimana mengimplementasikan metode penghitungan objek otomatis dengan bantuan algoritma CNN dan image processing untuk mendapatkan jumlah sabun batang secara real time?
3. Bagaimana penerapan metode Convolutional Neural Network (CNN) dapat digunakan untuk mengelompokkan sabun batang berdasarkan warna atau bentuk secara akurat?
4. Seberapa tinggi tingkat akurasi sistem dalam melakukan penghitungan dan pengelompokan sabun batang menggunakan metode CNN?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Apa saja kendala yang dapat memengaruhi kinerja model CNN dalam proses pengolahan citra sabun, seperti pencahayaan atau posisi kamera?

1.3 Batasan masalah

Adapun Batasan masalah pada laporan ini adalah:

1. Sistem hanya difokuskan pada deteksi, penghitungan, dan pengelompokan sabun batang berdasarkan warna atau bentuk fisik yang tampak pada permukaan sabun.
2. Data yang digunakan berupa gambar sabun batang yang diambil dari satu arah (top-view) menggunakan kamera statis.
3. Model CNN yang digunakan, dibangun dan diuji menggunakan dataset citra hasil pengambilan gambar dari simulasi percobaan.
4. Pengujian sistem dilakukan dalam lingkungan yang terkendali, dengan variasi cahaya dengan range 55-70 lux.
5. Pengelompokan tidak mencakup parameter kimia atau berat sabun, hanya berdasarkan visual appearance.

1.4 Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem vision berbasis kamera yang mampu mendeteksi sabun batang pada lintasan produksi secara otomatis.
2. Mengembangkan model CNN yang mampu melakukan pengelompokan sabun batang berdasarkan ciri visual seperti warna atau bentuk.
3. Mengimplementasikan metode penghitungan objek otomatis dengan bantuan algoritma CNN dan image processing untuk mendapatkan jumlah sabun batang secara real time.
4. Menguji performa dan akurasi model CNN dalam mendeteksi dan mengelompokkan sabun batang dengan berbagai variasi data citra.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Mengevaluasi efektivitas sistem dalam kondisi pencahayaan dan posisi objek yang bervariasi, untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi performa sistem.

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan adalah:

1. Tugas Akhir Semester
2. Merancang purwarupa sistem pemilahan, pengelompokan, dan penghitungan produksi sabun batang pada konveyor berbasis komunikasi MQTT dengan metode CNN.
3. Conveyor deteksi warna sabun otomatis dengan camera diharapkan sistem ini dapat membantu mahasiswa untuk pembelajaran lebih lanjut tentang camera vision.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1.Simpulan

Dari pengujian dan perancangan alat yang telah penulis lakukan dapat menarik kesimpulan, diantaranya :

- A. Pembuatan sebuah model deteksi bentuk dan warna dapat dideteksi dengan metode CNN dan dengan kamera FHD yang terintegrasi dengan Raspberry Pi 4B. Perhitungan dan pendeteksian juga berjalan secara otomatis dan seiringan. Sistem ini dapat mendeteksi sabun berdasarkan warna (merah dan hijau) serta sabun dengan kategori NG (terpotong, pudar, dan cacat bentuk). Pembuatan model itu sendiri juga menggunakan library seperti *TensorFlow* dan Keras untuk membantu mengaplikasikan deep learning dan CNN. Library tersebut akan membantu dalam beberapa proses pembuatan model seperti untuk konfigurasi hyperparameter serta proses training dan testing.
- B. Untuk mendapatkan model yang good fit dilakukan pengujian untuk mencari epoch dan monitoring terhadap nilai akurasi dan loss baik pada data pelatihan maupun data validasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan penerapan Early Stopping, proses pelatihan dapat dihentikan secara otomatis saat model tidak mengalami peningkatan performa, sehingga dapat mencegah terjadinya *overfitting*. Jika dibandingkan dengan pengujian pertama dengan pengujian ke 2-4 penggunaan earllystop pada training dapat menghindari *overfitting* pada model. Pengujian kedua dan seterusnya bertujuan untuk mendapatkan nilai akurasi dalam mendeteksi data baru sehingga penggunaan epoch dengan jumlah yang cukup juga dapat membuat model melakukan prediksi secara lebih stabil dan akurat. Pengambilan dataset yang konstan juga memengaruhi kinerja model dalam mendeteksi data uji yang baru. Hasil dari pengujian keempat mengindikasikan bahwa model tidak memiliki *overfitting* namun juga cukup dalam mendeteksi sabun secara real-time.
- C. Algoritma CNN dipadukan dengan teknik image processing untuk menghitung jumlah sabun batang secara real time. Sistem ini melakukan pendeteksian dan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

perhitungan secara simultan, tanpa intervensi manual. Namun kendala lainnya seperti pencahayaan diatas 70 lux dan dibawah 50 lux memiliki kemungkinan dalam mendeteksi tidak adanya barang. Hal ini dibantu dengan adanya sistem Treshold yang membuat sistem mendeteksi dengan lebih akurat berdasarkan lingkungan yang ingin ditentukan.

- D. Berdasarkan nilai akurasi yang kecil dalam 50 kali percobaan diatas konveyor dan menghasilkan nilai akurasi sebesar 62% masih tergolong kecil dalam pengujian. Kendala utama yang memengaruhi sistem berasal dari pencahayaan, jenis kamera dan posisi deteksi kamera. Intesitas yang beragam dapat menyebabkan penurunan akurasi deteksi dan klasifikasi. Penyesuaian lingkungan diperlukan dalam pengolahan sistem secara realtime.
- E. Variasi pencahayaan, jenis kamera, dan posisi deteksi terbukti memengaruhi performa sistem. Penyesuaian intensitas cahaya dan penataan posisi kamera sangat penting untuk memaksimalkan akurasi deteksi dan klasifikasi sabun batang secara andal.

5.2.Saran

Dari pengujian dan perancangan alat yang telah penulis lakukan, berikut beberapa saran untuk pembuatan model klasifikasi sabun, diantaranya

- A. Perlu dilakukan pengembangan dataset yang lebih besar dan beragam, terutama untuk kelas NG, variasi NG yang beragam dapat dikembangkan lagi dalam dataset. Kemudian keseimbangan dataset juga akan sangat berpengaruh dalam sistem deteksi. Dataset yang konstan akan menghasilkan nilai akurasi yang baik terhadap sistem deteksi.
- B. Lingkungan yang bervariasi, termasuk pengaturan pencahayaan yang berubah-ubah, untuk menguji ketahanan model terhadap kondisi nyata di industri manufaktur. Hal ini juga perlu dikembangkan dalam segi variasi dalam deteksi secara realtime.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- C. Penambahan sistem, fungsi dan arsitektur yang lebih kompleks dapat membantu klasifikasi dalam bentuk NG yang lebih beragam dan kompleks. Meskipun layer yang dikembangkan penulis sudah cukup dalam deteksi warna dan bentuk (NG terpotong) hal ini dapat dikembangkan lebih lanjut jika menggunakan klasifikasi yang lebih kompleks.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Adekeye, E. O., Shafik, M. & Ozioko, O. (2024). An advanced product inspection and sorting system using artificial intelligence. *MATEC Web of Conferences*, 401, 08009. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202440108009>
- Gou, H. & Varis, P. (t.t.). *TensorFlow Lite Heterogeneous Execution with TI Deep Learning Offload*.
- Maesaroh, S., Ageng, S., Afiyati, A. & Yusuf, M. (2024). *Bahasa Pemrograman Python*. <https://www.researchgate.net/publication/381376588>
- Marpaung, F., Aulia, F., Suryani SKom, N. & Cyra Nabila SKom, R. (2022). *COMPUTER VISION DAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL*. www.pustakaaksara.co.id
- Mienye, I. D. & Swart, T. G. (2024). A Comprehensive Review of Deep Learning: Architectures, Recent Advances, and Applications. *Information (Switzerland)*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/info15120755>
- Mondal, B. (2025). "Machine Learning and Optical Sorting Systems: A Theoretical Exploration of Integration and Intelligence." 2–18. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12167.10404>
- Nguyen, G., Dlugolinsky, S., Bobák, M., Tran, V., López García, Á., Heredia, I., Malík, P. & Hluchý, L. (2019). Machine Learning and Deep Learning frameworks and libraries for large-scale data mining: a survey. *Artificial Intelligence Review*, 52(1), 77–124. <https://doi.org/10.1007/s10462-018-09679-z>
- Philip Kotler, G. A. (2021). *Principles of Marketing* (18th ed.). Pearson Education.
- Pratiwi, H. A., Cahyanti, M. & Lamsani, M. (2021). IMPLEMENTASI DEEP LEARNING FLOWER SCANNER MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK. *Sebatik*, 25(1), 124–130. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v25i1.1297>
- Rafly Alwanda, M., Putra, R., Ramadhan, K. & Alamsyah, D. (2020). Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle. Dalam *Jurnal Algoritme* (Vol. 1, Nomor 1).
- Raharjo, B. (2022). *P Y YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK*.
- Raspberry Pi (Trading) Ltd. (2024). *DATASHEET Raspberry Pi 4 Model B*. <https://www.raspberrypi.org>
- Sadli, A., Stikes,) & Persada Takalar, T. (2018). SIMULASI PENGENALAN KARAKTER MENGGUNAKAN NEURAL NETWORK PADA MATLAB (SIMULATION OF CHARACTER RECOGNITION USING NEURAL NETWORK IN MATLAB). Dalam *IJCCS: Vol. x, No.x* (Nomor 1).



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Surya Mahendra, G., Daniel Adolf Ohmyer, Mk., Najirah Umar, Mp., Loso Judijanto, M., Ayuliamita Abadi, Ms. & Budi Harto, Mp. (2024). *TREN TEKNOLOGI AI*.
www.buku.sonpedia.com

Weny Indah Kusumawati & Adisaputra Zidha Noorizki. (2023). Perbandingan Performa Algoritma VGG16 Dan VGG19 Melalui Metode CNN Untuk Klasifikasi Varietas Beras. *Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication*, 4(2).
<https://doi.org/10.52435/complete.v4i2.387>

Wira, J. & Putra, G. (2020). *Pengenalan Konsep Pembelajaran Mesin dan Deep Learning Edisi 1.4 (17 Agustus 2020)*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup



Helpfin Cristine Sinaga

Lahir di Wonosobo, 14 Juli 2003. Anak pertama dari dua bersaudara. Tinggal di Kabupaten Serang, Kramatwatu. Lulus dari SD Mardi Yuana Cilegon pada tahun 2015, SMPN 1 Kramatwatu pada tahun 2018, dan SMAN 3 Kota Serang pada tahun 2021. Saat ini sedang menempuh Pendidikan Sarjana Terapan pada Program Instrumentasi dan Kontrol Industri di Politeknik Negeri Jakarta. Penulis dapat dihubungi melalui email helpfincristines@gmail.com.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Dokumentasi Alat



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Program Training data CNN

```
import os
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras import layers, models, callbacks
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.utils.class_weight import compute_class_weight
import numpy as np

# === Directories ===
base_dir = "soap_dataset"
train_dir = os.path.join(base_dir, "train")
val_dir = os.path.join(base_dir, "val")

# === Data Generators ===
train_datagen = ImageDataGenerator(
    rescale=1.0 / 255,
    rotation_range=20,
    width_shift_range=0.15,
    height_shift_range=0.15,
    zoom_range=0.2,
    horizontal_flip=True,
    brightness_range=[0.8, 1.2]
)

val_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1.0 / 255)

train_gen = train_datagen.flow_from_directory(
    train_dir,
    target_size=(64, 64),
    batch_size=32,
    class_mode='categorical',
    shuffle=True
)

val_gen = val_datagen.flow_from_directory(
    val_dir,
    target_size=(64, 64),
    batch_size=32,
    class_mode='categorical',
    shuffle=False
)

# == Print class indices ==
print("Class indices:", train_gen.class_indices)
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
# === Compute Class Weights ===
labels = list(train_gen.class_indices.keys()) # ['green', 'NG', 'red']
class_weights = compute_class_weight(
    class_weight='balanced',
    classes=np.unique(train_gen.classes),
    y=train_gen.classes
)
class_weight_dict = dict(zip(np.unique(train_gen.classes), class_weights))
print("Class weights:", class_weight_dict)

# === CNN Model ===
model = models.Sequential([
    layers.Input(shape=(64, 64, 3)),

    layers.Conv2D(64, (3, 3), padding='same', activation='relu'),
    layers.BatchNormalization(),
    layers.MaxPooling2D(2, 2),

    layers.Conv2D(128, (3, 3), padding='same', activation='relu'),
    layers.BatchNormalization(),
    layers.MaxPooling2D(2, 2),

    layers.Conv2D(256, (3, 3), padding='same', activation='relu'),
    layers.BatchNormalization(),
    layers.MaxPooling2D(2, 2),

    layers.Flatten(),
    layers.Dense(128, activation='relu'),
    layers.Dropout(0.5),
    layers.Dense(3, activation='softmax')
])

model.compile(
    optimizer='adam',
    loss='categorical_crossentropy',
    metrics=['accuracy']
)

model.summary()

# === Callback: Only Reduce LR ===
reduce_lr = callbacks.ReduceLROnPlateau(monitor='val_loss', patience=3,
factor=0.5, verbose=1)
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
# === Training ===
history = model.fit(
    train_gen,
    validation_data=val_gen,
    epochs=30,
    callbacks=[reduce_lr],
    class_weight=class_weight_dict
)

# === Save Model ===
model.save("soap_model.keras")

# === Plot Training ===
plt.figure(figsize=(12, 5))

plt.subplot(1, 2, 1)
plt.plot(history.history['accuracy'], label='Train Accuracy')
plt.plot(history.history['val_accuracy'], label='Val Accuracy')
plt.title('Accuracy')
plt.xlabel('Epoch')
plt.ylabel('Accuracy')
plt.legend()

plt.subplot(1, 2, 2)
plt.plot(history.history['loss'], label='Train Loss')
plt.plot(history.history['val_loss'], label='Val Loss')
plt.title('Loss')
plt.xlabel('Epoch')
plt.ylabel('Loss')
plt.legend()

plt.tight_layout()
plt.savefig('training_curves_v2.png')
plt.show()
```

Lampiran 4 Program Evaluasi/Pengambilan data CNN

```
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
import numpy as np
from sklearn.metrics import confusion_matrix, classification_report,
average_precision_score
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

# === Load your trained model (.keras format) ===
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
model = tf.keras.models.load_model("soap_modelnew22.keras")

# === Prepare the test data generator ===
test_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1.0 / 255)

test_generator = test_datagen.flow_from_directory(
    'dataset/test',      # Replace with your test directory
    target_size=(64, 64), # Match your model input size
    batch_size=32,
    class_mode='categorical',
    shuffle=False        # Important for accurate predictions
)

# === Evaluate model on test data ===
loss, accuracy = model.evaluate(test_generator)
print(f"\n Test Accuracy: {accuracy * 100:.2f}%")

# === Get Predictions and True Labels ===
predictions = model.predict(test_generator)
predicted_classes = np.argmax(predictions, axis=1)
true_classes = test_generator.classes

# === Get class labels and label indices ===
class_labels = list(test_generator.class_indices.keys())
label_indices = list(test_generator.class_indices.values())

# === Classification Report ===
print("\n Classification Report:")
print(classification_report(
    true_classes,
    predicted_classes,
    target_names=class_labels,
    labels=label_indices,
    zero_division=0
))

# === Confusion Matrix ===
cm = confusion_matrix(true_classes, predicted_classes, labels=label_indices)
plt.figure(figsize=(6, 4))
sns.heatmap(cm, annot=True, fmt='d', cmap='Blues',
            xticklabels=class_labels,
            yticklabels=class_labels)
plt.xlabel('Predicted')
plt.ylabel('True')
plt.title('Confusion Matrix')
plt.tight_layout()
plt.show()

# === Average Precision and mAP Calculation ===
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
y_true_onehot = tf.keras.utils.to_categorical(true_classes,
num_classes=len(class_labels))
ap_per_class = average_precision_score(y_true_onehot, predictions, average=None)
map_score = np.mean(ap_per_class)

print("\n Average Precision (AP) per Class:")
for cls, ap in zip(class_labels, ap_per_class):
    print(f" - {cls}: {ap:.4f}")

print(f"\n Mean Average Precision (mAP): {map_score:.4f}")

# === Optional: Per-Image Prediction Log ===
print("\n Per-Image Predictions:")
filenames = test_generator.filenames
for i in range(len(filenames)):
    true_label = class_labels[true_classes[i]]
    predicted_label = class_labels[predicted_classes[i]]
    print(f"Image: {filenames[i]} | True: {true_label} | Predicted: {predicted_label}")
```

Lampiran 5 Program Deteksi dan Perhitungan secara Real-time CNN

```
import cv2
import csv
import time
import numpy as np
import paho.mqtt.client as mqtt
import tensorflow as tf
from collections import deque

# === Load TFLite model ===
interpreter =
tf.lite.Interpreter(model_path="/home/admin/tfenv/Colordetection/soap_model22.tflite")
interpreter.allocate_tensors()
input_details = interpreter.get_input_details()
output_details = interpreter.get_output_details()
CLASS_NAMES = ["Red", "Green", "NG"]
CONFIDENCE_THRESHOLD = 0.8

def classify_soap(image_crop):
    try:
        resized = cv2.resize(image_crop, (64, 64))
        input_tensor = np.expand_dims(resized.astype(np.float32) / 255.0, axis=0)
        interpreter.set_tensor(input_details[0]['index'], input_tensor)
        interpreter.invoke()
        output = interpreter.get_tensor(output_details[0]['index'])[0]
        predicted_class = np.argmax(output)
        confidence = output[predicted_class]
        label_map = {0: 1, 1: 0, 2: 2} # Red->Green, Green->Red, NG
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
return label_map[predicted_class], confidence, output
except Exception as e:
    print(f"[!] Classification error: {e}")
    return -1, 0.0, [0.0, 0.0, 0.0]

# === MQTT Setup ===
MQTT_BROKER = "192.168.72.89" #'localhost'
MQTT_PORT = 1883
MQTT_TOPIC = "sabun/warna"

mqtt_client = mqtt.Client()
try:
    mqtt_client.connect(MQTT_BROKER, MQTT_PORT, 60)
    mqtt_client.loop_start()
    print("[MQTT] Connected to broker.")
except Exception as e:
    print(f"[!] MQTT connect error: {e}")

def send_command(command):
    try:
        result = mqtt_client.publish(MQTT_TOPIC, command, qos=1)
        print(f"[MQTT] Sent command: {command} → result={result.rc}")
    except Exception as e:
        print(f"[!] MQTT publish error: {e}")

# === Camera & Detection Setup ===
cap = cv2.VideoCapture(0)
time.sleep(2)
backSub = cv2.createBackgroundSubtractorMOG2(history=200, varThreshold=100,
detectShadows=False)

count_zone = 240 # 480 // 2
backoff_frames = 5
last_count_frame = -backoff_frames
green_count = red_count = ng_count = 0
history_window = deque(maxlen=5)
frame_no = 0

# CSV log
csvf = open("detections.csv", "w", newline="")
cw = csv.writer(csvf)
cw.writerow(["Timestamp", "Color", "Total"])

print("[INFO] Starting detection...")

while True:
    ret, frame = cap.read()
    if not ret:
        print("[!] Camera read failed.")
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
break

frame = cv2.resize(frame, (640, 480))
frame_no += 1

if frame_no < 30:
    cv2.imshow("Soap", frame)
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break
    continue

fg = backSub.apply(frame)
_, fg = cv2.threshold(fg, 244, 255, cv2.THRESH_BINARY)
fg = cv2.morphologyEx(fg, cv2.MORPH_OPEN, np.ones((3, 3), np.uint8))

contours, _ = cv2.findContours(fg, cv2.RETR_EXTERNAL,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
cv2.imshow("FG Mask", fg)

detected_color = None
best_cnt = None
best_area = 0

for cnt in contours:
    area = cv2.contourArea(cnt)
    if area < 1500:
        continue
    x, y, w, h = cv2.boundingRect(cnt)
    if not (0.8 < w / h < 2.5):
        continue
    if area > best_area:
        best_area = area
        best_cnt = cnt

if best_cnt is not None:
    x, y, w, h = cv2.boundingRect(best_cnt)
    margin = 10
    x1, y1 = max(0, x - margin), max(0, y - margin)
    x2, y2 = min(frame.shape[1], x + w + margin), min(frame.shape[0], y + h + margin)
    crop = frame[y1:y2, x1:x2]
    cid, conf, _ = classify_soap(crop)

    if conf >= CONFIDENCE_THRESHOLD:
        detected_color = CLASS_NAMES[cid]
        color_map = {
            "Green": (0, 255, 0),
            "Red": (0, 0, 255),
            "NG": (0, 255, 255)
        }
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
clr = color_map.get(detected_color, (255, 255, 255))
cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), clr, 2)
cv2.putText(frame, f"{detected_color} ({conf:.2f})", (x1, y1 - 10),
            cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.6, clr, 2)

if detected_color:
    history_window.append(detected_color)
else:
    history_window.clear()

if len(history_window) == history_window.maxlen and len(set(history_window)) ==
1:
    cx, cy, _, _ = cv2.boundingRect(best_cnt)
    cy_center = cy + h / 2 if best_cnt is not None else 0

    if frame_no - last_count_frame >= backoff_frames and cy_center > count_zone:
        color = history_window[0]
        timestamp = time.strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S")
        print(f"[COUNT] {color} at {timestamp}")

        if color == "Green":
            green_count += 1
            send_command("G")
        elif color == "Red":
            red_count += 1
            send_command("R")
        else:
            ng_count += 1
            send_command("NG")

        total = green_count + red_count + ng_count

        cw.writerow([timestamp, color, total])
        print(f"[COUNT] {color} at {timestamp}")
        print(f"Current count → G: {green_count}, R: {red_count}, NG: {ng_count}")

        history_window.clear()

# Display frame
cv2.line(frame, (0, count_zone), (640, count_zone), (255, 255, 0), 2)
cv2.putText(frame, f"G: {green_count} R: {red_count} NG: {ng_count}",
            (10, 30), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (255, 255, 255), 2)
cv2.imshow("Soap", frame)

if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord("q"):
    break

# Cleanup
cap.release()
```

```
csvf.close()
cv2.destroyAllWindows()
print("Finished.")
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

