



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM PENYORTIR KERUSAKAN KALENG KEMASAN  
MENGUNAKAN KONVEYOR BERBASIS PENGOLAHAN  
CITRA**

**Sub Judul:**

**Implementasi Algoritma *Histogram of Oriented Gradients* (HOG)  
dan Metode Klasifikasi Random Forest Pada Sistem Penyortir  
Kerusakan Kaleng**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**SKRIPSI**

**AKBAR DAMAS PRATIO**

**2103431015**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM PENYORTIR KERUSAKAN KALENG KEMASAN  
MENGUNAKAN KONVEYOR BERBASIS PENGOLAHAN  
CITRA**

**Sub Judul:**

**Implementasi Algoritma *Histogram of Oriented Gradients* (HOG)  
dan Metode Klasifikasi Random Forest Pada Sistem Penyortir  
Kerusakan Kaleng**

**SKRIPSI**

**AKBAR DAMAS PRASTIO**

**2103431015**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI KONTROL INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK 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 ORISINALITAS**

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

Nama : Akbar Damas Prastio

NIM : 2103431015

Tanda Tangan :

Tanggal : 10 Juli 2025

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



**Hak Cipta :**

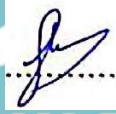
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

Tugas Akhir diajukan oleh :

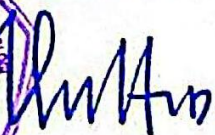
Nama : Akbar Damas Prastio  
NIM : 2103431015  
Program Studi : Instrumentasi Dan Kontrol Industri  
Judul Tugas Akhir : Implementasi Algoritma *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dan Metode Klasifikasi Random Forest Pada Sistem Penyortir Kerusakan Kaleng

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 1 Juli 2025 dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing : Ihsan Auditia Akhinov, S.T., M.T. (  )  
NIP.198904052022031003

Depok, 14 Juli 2025

Disahkan oleh  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

  
Dr Murie Dwiyanti, S.T., M.T.  
NIP. 197803312003122002



**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

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan, Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri. Skripsi ini berjudul “Implementasi Algoritma *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dan Metode Klasifikasi Random Forest Pada Sistem Penyortir Kerusakan Kaleng”. Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan ilmu pengetahuan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Murie Dwiyantri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
2. Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng., selaku Kepala Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Ihsan Auditia Akhinov, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini hingga selesai;
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan berupa dukungan material, moral, serta doa
5. Bayu Jala Perwitha selaku rekan satu tim, dan rekan-rekan IKI B-21 yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap kepada Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Depok, 10 Juli 2025

Akbar Damas Prastio



**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

Implementasi Algoritma *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dan Metode Klasifikasi Random Forest Pada Sistem Penyortir Kerusakan Kaleng

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem penyortir kerusakan kaleng kemasan berbasis pengolahan citra menggunakan Raspberry Pi dan webcam. Sistem ini menggunakan algoritma *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) untuk mengekstraksi fitur dari citra kaleng, yang kemudian diklasifikasikan menggunakan metode Random Forest untuk menentukan apakah kaleng termasuk kategori cacat atau tidak. Proses pengambilan citra dilakukan dengan mengambil semua sisi kaleng ketika kaleng bergerak dan berputar di atas konveyor, dengan bantuan sensor proximity sebagai *trigger* webcam untuk melakukan pengambilan gambar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai akurasi yang cukup baik untuk kaleng bagus dan penyok berat, namun masih terdapat tantangan pada deteksi kaleng penyok sedang dengan total akurasi sebesar 87%. Sistem ini berhasil menyortir kaleng secara otomatis dan menampilkan hasil klasifikasi pada layar LCD serta menggerakkan aktuator servo untuk proses sortir. Dengan sistem ini, diharapkan proses quality control dalam industri dapat dilakukan lebih cepat dan akurat.

**Kata Kunci:** *Pengolahan Citra, HOG, Random Forest, Penyortiran Kaleng, Konveyor.*

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## Implementation of Histogram of Oriented Gradients (HOG) Algorithm and Random Forest Classification Method on Can Damage Sorting System

### Abstract

*This research aims to design and implement a can damage sorting system based on image processing using Raspberry Pi and webcam. This system uses the Histogram of Oriented Gradients (HOG) algorithm to extract features from can images, which are then classified using the Random Forest method to determine whether the can is categorized as defective or not. The image capture process is carried out by taking all sides of the can as the can moves and rotates on the conveyor; with the help of a proximity sensor as a trigger for the webcam to take pictures. The test results show that the system is able to achieve fairly good accuracy for cans that are still good and heavily dented, but there are still challenges in detecting cans that are moderately dented cans with a total accuracy of 87%. This system successfully sorts cans automatically and displays the classification results on the LCD screen and drives the servo actuator for the sorting process. With this system, it is hoped that the quality control process in the industry can be carried out faster and more accurately.*

*Keywords: Image Processing, HOG, Random Forest, Can Sorting, Conveyor.*

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



**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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR ISI**

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| HALAMAN JUDUL .....                                    | i   |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....                   | ii  |
| LEMBAR PENGESAHAN.....                                 | iii |
| KATA PENGANTAR.....                                    | iv  |
| ABSTRAK .....                                          | v   |
| ABSTRACT .....                                         | vi  |
| DAFTAR ISI .....                                       | vii |
| DAFTAR TABEL .....                                     | x   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                    | xi  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                  | xii |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                | 1   |
| 1.1 Latar Belakang .....                               | 1   |
| 1.2 Perumusan Masalah .....                            | 2   |
| 1.3 Tujuan .....                                       | 3   |
| 1.4 Luaran .....                                       | 3   |
| 1.5 Batasan Masalah.....                               | 3   |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                           | 5   |
| 2.1 State of The Art .....                             | 5   |
| 2.2 Pengendalian Mutu ( <i>Quality Control</i> ) ..... | 8   |
| 2.3 Pengolahan Citra Digital.....                      | 9   |
| 2.4 OpenCV .....                                       | 10  |
| 2.5 <i>Histogram of Oriented Gradients</i> (HOG) ..... | 11  |
| 2.6 Machine Learning .....                             | 12  |
| 2.7 Metode Klasifikasi Random Forest.....              | 13  |
| 2.8 Konveyor .....                                     | 14  |



**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

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 2.9 Komponen Yang Digunakan.....                                    | 15 |
| 2.9.1 Raspberry Pi.....                                             | 15 |
| 2.9.2 Arduino AtMega 2560.....                                      | 15 |
| 2.9.3 Webcam.....                                                   | 16 |
| 2.9.4 Servo MG90S .....                                             | 16 |
| 2.9.5 LCD ( <i>liquid crystal display</i> ).....                    | 17 |
| 2.9.6 OLED ( <i>organic light emitting diode</i> ).....             | 17 |
| 2.9.7 Sensor Proximity E18.....                                     | 18 |
| 2.9.8 Konveyor.....                                                 | 18 |
| 2.9.9 Power Supply 12V.....                                         | 19 |
| BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI .....                             | 20 |
| 3.1 Rancangan Alat .....                                            | 20 |
| 3.1.1 Deskripsi Alat .....                                          | 20 |
| 3.1.2 Cara Kerja Alat .....                                         | 23 |
| 3.1.3 Spesifikasi Alat.....                                         | 25 |
| 3.1.4 Diagram Blok Alat.....                                        | 28 |
| 3.1.5 Cara Kerja Sub-Sistem.....                                    | 29 |
| 3.1.6 Diagram Blok Sub-Sistem .....                                 | 32 |
| 3.1.7 Wiring Diagram Sistem.....                                    | 33 |
| 3.2 Realisasi Alat.....                                             | 34 |
| 3.2.1 Realisasi Alat Sistem Penyortir Kerusakan Kaleng Kemasan..... | 34 |
| 3.2.2 Realisasi Program Sistem Menggunakan Algoritma HOG.....       | 35 |
| BAB IV PEMBAHASAN .....                                             | 39 |
| 4.1 Pengujian Keakuratan Sensor Proximity.....                      | 39 |
| 4.1.1 Deskripsi Pengujian.....                                      | 39 |
| 4.1.2 Daftar Peralatan Pengujian .....                              | 39 |



## © 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                                                                           |      |
|---------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.1.2 Prosedur Pengujian.....                                             | 39   |
| 4.1.4 Data Hasil Pengujian .....                                          | 40   |
| 4.1.5 Analisis Data Hasil Pengujian .....                                 | 40   |
| 4.2 Pengujian Akurasi Deteksi Pada Kaleng Menggunakan Algoritma HOG ..... | 40   |
| 4.2.1 Deskripsi Pengujian.....                                            | 40   |
| 4.2.2 Daftar Peralatan Pengujian .....                                    | 41   |
| 4.2.3 Prosedur Pengujian.....                                             | 41   |
| 4.2.4 Data Hasil Pengujian.....                                           | 42   |
| 4.2.5 Analisis Data Hasil Pengujian .....                                 | 42   |
| 4.3 Pengujian Probabilitas Sistem Metode Klasifikasi Random Forest .....  | 46   |
| 4.3.1 Deskripsi Pengujian.....                                            | 46   |
| 4.3.2 Daftar Peralatan Pengujian .....                                    | 46   |
| 4.3.3 Prosedur Pengujian.....                                             | 46   |
| 4.3.4 Data Hasil Pengujian.....                                           | 47   |
| 4.3.5 Analisis Data Hasil Pengujian .....                                 | 48   |
| BAB V.....                                                                | 50   |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                       | 50   |
| 5.2 Saran .....                                                           | 50   |
| DAFTAR PUSTAKA.....                                                       | 51   |
| LAMPIRAN .....                                                            | xiii |



**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

**DAFTAR TABEL**

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu oleh (Zebua & Rosyani, 2024) .....            | 5  |
| Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu Oleh (Irawan et al., 2023) .....              | 6  |
| Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu oleh (Kusumawardani & Karningsih, 2021) ..... | 7  |
| Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Hardware</i> Yang Digunakan .....                   | 25 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi Mekanik Alat .....                                     | 27 |
| Tabel 4.1 Daftar Peralatan Pengujian.....                                    | 39 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Jarak Sensor Proximity .....                       | 40 |
| Tabel 4.3 Daftar Peralatan Pengujian.....                                    | 41 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian Klasifikasi Kaleng .....                           | 42 |
| Tabel 4.5 Daftar Peralatan Pengujian.....                                    | 46 |
| Tabel 4.6 Hasil Pengujian Nilai Probabilitas Sistem .....                    | 47 |

**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

**DAFTAR GAMBAR**

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Citra berskala abu dan pikselnya .....         | 10 |
| Gambar 2.2 Ekstraksi Fitur HOG .....                      | 11 |
| Gambar 2.3 Skematik Diagram Algoritma Random Forest ..... | 14 |
| Gambar 2.4 Raspberry Pi 4 .....                           | 15 |
| Gambar 2.5 Arduino Atmega 2560 .....                      | 16 |
| Gambar 2.6 Webcam Nemesis A80 .....                       | 16 |
| Gambar 2.7 Servo MG90 .....                               | 17 |
| Gambar 2.8 LCD 16 x 2 .....                               | 17 |
| Gambar 2.9 OLED Display .....                             | 18 |
| Gambar 2.10 Sensor Proximity E18 .....                    | 18 |
| Gambar 2.11 Konveyor .....                                | 19 |
| Gambar 2.12 PSU 12V .....                                 | 19 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Sistem .....           | 20 |
| Gambar 3.2 Flowchart Cara kerja Alat .....                | 24 |
| Gambar 3.3 Block Diagram Sistem .....                     | 28 |
| Gambar 3.4 Flowchart Cara Kerja Sub-Sistem .....          | 30 |
| Gambar 3.5 Flowchart Akuisisi Data Kaleng .....           | 30 |
| Gambar 3.6 Flowchart Training Data Kaleng .....           | 31 |
| Gambar 3.7 Block Diagram Sub Sistem .....                 | 32 |
| Gambar 3.8 Wiring Diagram Sistem .....                    | 33 |
| Gambar 3.9 Tampak Depan Alat .....                        | 34 |
| Gambar 3.10 Tampak Atas Alat .....                        | 34 |
| Gambar 4.1 Uji Coba Kaleng Bagus .....                    | 42 |
| Gambar 4.2 Ekstraksi Fitur HOG Kaleng Bagus .....         | 43 |
| Gambar 4.3 Uji Coba Kaleng Penyok Sedang .....            | 43 |
| Gambar 4.4 Ekstraksi Fitur HOG Kaleng Penyok Sedang ..... | 44 |
| Gambar 4.5 Uji Coba Kaleng Penyok Berat .....             | 44 |
| Gambar 4.6 Ekstraksi Fitur HOG Kaleng Penyok Berat .....  | 45 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                        |      |
|----------------------------------------|------|
| Lampiran 1 Daftar Riwayat Penulis..... | xiii |
| Lampiran 2 Dokumentasi Alat.....       | xiv  |
| Lampiran 3 Kode Program.....           | xv   |



### 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

**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

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pengendalian mutu (*quality control*) merupakan suatu proses yang pada dasarnya bertujuan menjadikan suatu entitas sebagai penilai kualitas dari seluruh aspek yang terlibat dalam proses produksi. Tugas dari *quality control* meliputi pemantauan, pengujian, serta pemeriksaan terhadap setiap tahapan produksi. Tujuan utama dari *quality control* adalah mencegah terjadinya produk yang tidak memenuhi standar kualitas yang ditetapkan (*second quality*) secara berkelanjutan, serta mampu mengontrol, menyaring, dan mengevaluasi mutu, sehingga dapat memberikan kepuasan kepada konsumen dan menghindarkan kerugian bagi perusahaan (Yul et al., 2017).

Menurut (Dr. Juharni, 2017) Pengendalian kualitas merupakan sebuah proses yang mencakup pengembangan, perancangan, produksi, hingga pelayanan terhadap produk dengan tujuan menghasilkan produk bermutu tinggi yang paling ekonomis, bermanfaat, dan mampu memberikan kepuasan maksimal kepada pelanggan. Pengendalian kualitas sangat penting dilakukan agar produk yang dihasilkan sesuai dengan harapan dan kebutuhan konsumen. Selain itu, pengendalian kualitas juga menjadi faktor penting dalam menjaga daya saing produk di tengah ketatnya persaingan industri saat ini.

Fungsi utama kemasan yaitu sebagai wadah dan pelindung produk agar terhindar dari kerusakan atau penurunan kualitas, menjaga mutu serta keamanan produk, dan memastikan produk tetap berada dalam kondisi yang sama seperti saat diproduksi hingga akhir masa simpannya (Jimenez et al., 2018). Kebutuhan akan penggunaan alat penyortir barang didalam dunia industri secara otomatis, cepat, serta presisi dalam pendistribusian barang semakin tinggi sehingga diperlukannya suatu sistem komputer yang dapat digunakan untuk memisahkan barang tersebut. Selain itu, penggunaan alat ini dapat menghemat biaya produksi karena proses penyortiran dilakukan secara otomatis dan tidak memerlukan banyak pekerja, di lain sisi apabila proses



**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

penyortiran dilakukan secara manual maka tidak lepas dengan adanya *human error* seperti pekerja yang kelelahan maupun kurang teliti dalam menyortir barang (Pratama Dimas S, 2022).

Menurut (Munantri et al., 2020) Pengolahan citra digital adalah ilmu yang mempelajari hal-hal berkaitan dengan perbaikan kualitas terhadap suatu gambar (meningkatkan kontras, perubahan warna, restorasi citra), transformasi gambar (translasi, rotasi transformasi, skala, geometrik), melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*) yang optimal untuk tujuan analisis, melakukan penyimpanan data yang sebelumnya dilakukan reduksi dan kompresi, transmisi data, dan waktu proses data. Proses yang banyak dilakukan dalam image processing adalah mengubah citra berwarna menjadi citra *grayscale*. Hal ini dilakukan dengan menyederhanakan model citra berwarna (RGB) yang terdiri dari tiga layer matrik yaitu *R-layer*, *G-layer* dan *B-layer*. Algoritma *Histogram of Oriented Gradients* merupakan deskripsi fitur yang digunakan dalam image processing maupun *computer vision* yang bertujuan untuk mendeteksi suatu objek (Lumban, 2015). Metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) merupakan salah satu teknik pengambilan fitur yang bertujuan untuk mengambil informasi penting dari sebuah citra. Cara kerja metode ini, yaitu dengan mengevaluasi histogram lokal yang sudah ternormalisasi secara baik dari distribusi gradien citra dalam grid yang padat (Gunadarma & Wardani, 2019).

Berdasarkan hal tersebut, maka akan dirancang sebuah sistem penyortir yang dapat mendeteksi kerusakan kaleng kemasan dengan memanfaatkan metode pengolahan citra menggunakan algoritma *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) yang diimplementasikan pada perangkat raspberry pi menggunakan webcam sebagai input sensornya. Sistem ini dirancang dengan harapan dapat meminimalkan kesalahan (*human error*) dalam proses produksi.

## 1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

- a. Bagaimana merancang sistem penyortir kerusakan kaleng kemasan berbasis pengolahan citra?



#### 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

- b. Bagaimana kinerja algoritma *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) untuk mengekstraksi fitur bentuk dalam mendeteksi kerusakan penyok pada kaleng kemasan?
- c. Seberapa efektif sistem yang dirancang dalam membedakan antara kaleng kemasan yang cacat (penyok) dan tidak cacat?

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang dan membangun sistem yang mampu menyortir kerusakan (penyok) pada kaleng kemasan berbasis pengolahan citra.
- b. Menerapkan algoritma *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) untuk deteksi bentuk dan mampu mendeteksi kerusakan (penyok) pada kaleng kemasan.
- c. Mengevaluasi kinerja sistem dalam mengklasifikasikan kerusakan penyok pada kaleng serta menurunkan resiko distribusi produk cacat, sehingga kualitas produk terjamin.

### 1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari pembuatan skripsi ini sebagai berikut.

1. Laporan Tugas Akhir
2. Publikasi Jurnal
3. Prototipe sistem penyortir kerusakan kaleng kemasan berbasis pengolahan citra

### 1.5 Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini, terdapat Batasan masalah yaitu:

1. Sistem hanya dilatih untuk mengenali dua jenis objek yaitu kaleng yang cacat (penyok) dan Bagus
2. Sistem belum dapat membedakan antara kaleng dan objek lain yang

memiliki bentuk serupa, karena keterbatasan dataset dan tidak adanya proses klasifikasi multiobjek.

3. Sistem kurang mampu dalam mendeteksi penyok minor pada kaleng



## © 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil, pembahasan dan pengujian yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, terdapat beberapa kesimpulan yang penulis dapatkan sebagai berikut:

1. Integrasi komponen perangkat keras seperti Raspberry Pi, webcam, sensor proximity, serta konveyor dan servo berhasil berfungsi dalam mendeteksi, mengklasifikasi, dan menyortir kaleng secara otomatis.
2. Implementasi algoritma ekstraksi fitur HOG dapat membedakan ciri permukaan kaleng cacat (penyok) dan tidak cacat (bagus) berdasarkan variasi arah dan intensitas gradien
3. Sistem penyortir kerusakan kaleng kemasan berbasis pengolahan citra dengan algoritma *Histogram of oriented Gradients* (HOG) dan metode klasifikasi Random Forest dapat mendeteksi dan mengklasifikasi kondisi kaleng bagus, penyok sedang, dan penyok berat dengan menunjukkan performa yang cukup baik, dengan rata-rata akurasi klasifikasi mencapai 87%.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil, pembahasan dan pengujian yang telah dilakukan pada tugas akhir ini. Adapun beberapa saran untuk pengembangan sistem penyortir kerusakan kaleng kemasan agar menjadi lebih baik sebagai berikut:

1. Menambahkan lebih banyak dataset untuk kaleng yang penyok sedang agar sistem beserta algoritma dapat mengenali lebih banyak variasi bentuk kaleng untuk menambah akurasi pada sistem.
2. Peningkatan resolusi dan sudut pandang kamera untuk memperoleh citra yang lebih tajam dan kaya informasi, sehingga fitur HOG yang dihasilkan lebih representatif.
3. Metode penggabungan gambar perlu dibuat agar lebih presisi saat kamera menangkap gambar kaleng.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfanz, R., Zhalifunnas, R. A., Umyati, A., Herlina, L., & Fahrizal, R. (2024). Pengenalan dan Implementasi Sistem Proteksi Motor Induksi pada Industri Pembangkit Listrik di Kota Cilegon Article history. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat (ELDIMAS)*, 2(1), 30–41.
- Dinata Rozzi Kesuma, & Hasdyna Novia. (2020). Machine Learning. In *Machine Learning* (pp. 1–23).
- Dr. Juharni, M. S. (2017). *Buku Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management)* (Vol. 1). www.penerbitsahmedia.co.id
- Gunadarma, A., & Wardani, K. R. R. (2019). Penerapan Histogram of Oriented Gradients, Principal Component Analysis dan AdaBoost untuk Sistem Pengenalan Wajah. *Jurnal Telematika*, 13(2), 93–98. <https://doi.org/10.61769/telematika.v13i2.225>
- Irawan, K., Saputra, I., Muttaqin, M. R., & Hermanto, T. I. (2023). Klasifikasi Citra Mutu Kemasan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur. *Jurnal Ilmiah Komputer*, 19 No.2, 613–622.
- Jimenez, A., Ramos, M., Valdés, A., Flores, Y., Martínez, A., Mellinas, C., Pelegrín, C. J., Solaberrieta, I., & Garrigós, M. D. C. (2018). Analysis of the Approach To Companies of Students of Food Technology. From Theory To Practice. In *EDULEARN18 Proceedings* (Vol. 1, Issue July 2021). <https://doi.org/10.21125/edulearn.2018.1892>
- Julian, F., Kardiman, & Fauji, N. (2022). Sistem Pengendalian Kualitas (Quality Control) Pada Proses Fabrikasi Project “Refinery Development Master Plan (RDMP)”.” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(15), 228–237. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7049124>
- Kusumawardani, R., & Karningsih, P. D. (2021). Detection and Classification of Canned Packaging Defects Using Convolutional Neural Network. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 4(1), 1–11. <https://doi.org/10.21070/prozima.v4i1.1280>
- Lumban, B. C. (2015). Deteksi Senyum Menggunakan Fitur Gabor dan Histograms of Oriented Gradients pada Bagian Mulut, Hidung, dan Mata. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 1(2), 43–49. <https://doi.org/10.54914/jtt.v1i2.37>
- M, N., & Sari, M. N. (2023). Analisis Total Quality Control Sebagai Upaya Untuk Meminimalisir Resiko Kerusakan Produk. *JEKPEND: Jurnal Ekonomi Dan Pendidikan*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.26858/jekpend.v6i1.40081>
- Marpaung, F., Aulia, F., & Nabila, R. C. (2022). *Computer Vision Dan Pengolahan Citra Digital*. www.pustakaaksara.co.id
- Maulana, A., Auliattunnajah, F., Rosidin, N., Ramadien Rizki Darmawan, M., & Rosyani, P. (2024). Implementasi OpenCV dengan Metode Image Thresholding pada Gambar. *Jurnal Artificial Inteligent Dan Sistem Penunjang*

### 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



**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

- Keputusan*, 2(1), 27–32. <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aidanspk>
- Munantri, N. Z., Sofyan, H., & Florestiyanto, M. Y. (2020). Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Umur Pohon. *Telematika*, 16(2), 97. <https://doi.org/10.31315/telematika.v16i2.3183>
- Pratama Dimas S. (2022). Rancang Bangun Conveyor Penyortir Mur Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Metode ContourArea. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(02), 246–254.
- Salman, H. A., Kalakech, A., & Steiti, A. (2024). Random Forest Algorithm Overview. *Babylonian Journal of Machine Learning*, 2024, 69–79. <https://doi.org/10.58496/bjml/2024/007>
- Sulistiyanti, S. R., Setyawan, A., & Komarudin, M. (2016). *PENGOLAHAN CITRA Dasar dan contoh penerapannya*. [http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_SISTEM\\_PEMBETUNGAN\\_TERPUSAT\\_STRATEGI\\_MELESTARI](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI)
- Wicaksono, A., & Yuamita, F. (2022). Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Meminimalkan Cacat Kaleng Di PT XYZ. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 1(3), 145–154. <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i3i3.44>
- Xing, W., Deng, N., Xin, B., Liu, Y., Chen, Y., & Zhang, Z. (2019). Identification of Extremely Similar Animal Fibers Based on Matched Filter and HOG-SVM. *IEEE Access*, 7, 98603–98617. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2923225>
- Yul, O. :, Tampai, S., Sumarauw, J. S. B., Pondaag, J. J., Ekonomi, F., Bisnis, D., Universitas, J. M., & Ratulangi, S. (2017). Implementation of Quality Control on Clean Water Production in Pt. Air Manado. *Jurnal EMBA*, 5(2), 1644–1652.
- Zebua, E. T. P., & Rosyani, P. (2024). Perancangan Deteksi Objek Kendaraan Bermotor Berbasis OpenCV Python menggunakan Metode HOG-SVM untuk Analisis Lalu Lintas Cerdas. *Jurnal AI Dan SPK : Jurnal Artificial Inteligent Dan Sistem Penunjang Keputusan*, 2(1), 16–26.

**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

### LAMPIRAN 1 Daftar Riwayat Penulis



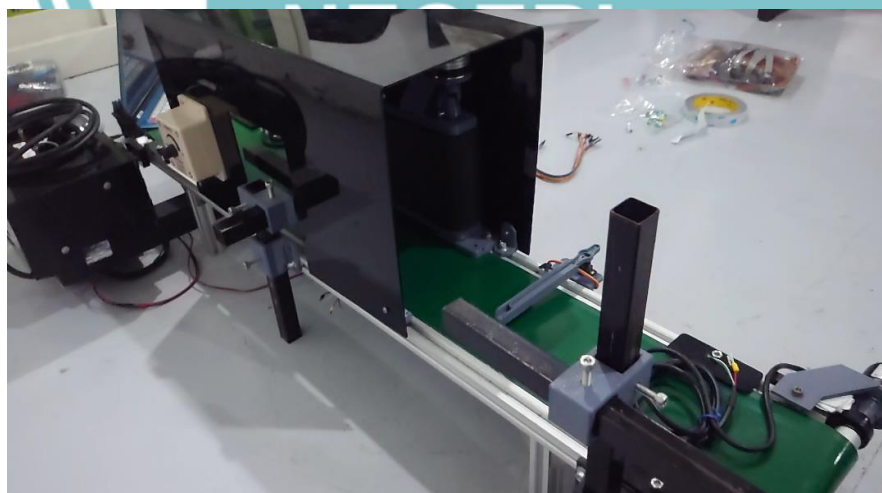
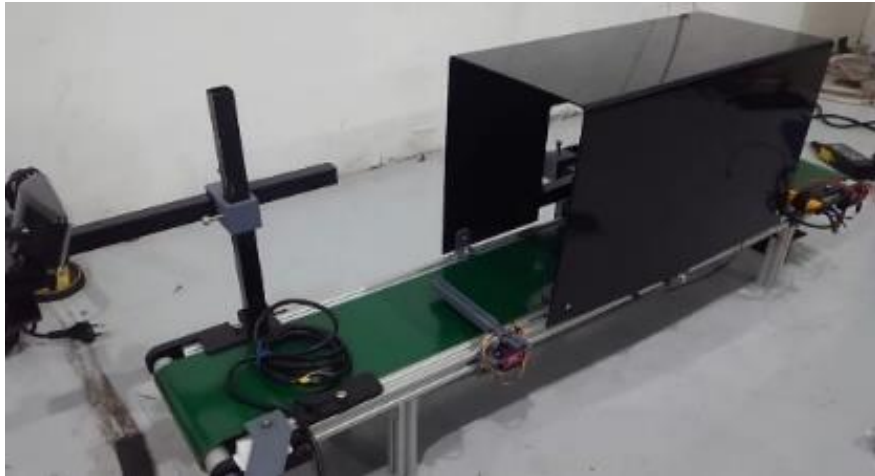
Penulis bernama Akbar Damas Prastio, lahir di Bekasi pada 10 Februari 2002. Latar belakang pendidikan formal penulis adalah bersekolah di SDN Sumur Batu 02 lulus pada tahun 2014. Melanjutkan ke SMPN 12 Bekasi lulus pada tahun 2017. Kemudian melanjutkan ke SMA Darul Munir Bekasi lulus pada tahun 2020. Lalu penulis melanjutkan studi ke jenjang perkuliahan Sarjana Terapan (S.Tr) di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro program studi Instrumentasi dan Kontrol Industri (2021 - 2025). Penulis dapat dihubungi melalui email [damasprastio@gmail.com](mailto:damasprastio@gmail.com)

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## © Hak Cipta milik 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LAMPIRAN 3 Kode Program

```
import cv2
import time
import os
import numpy as np
import pickle
import RPi.GPIO as GPIO
from skimage.feature import hog
from skimage.color import rgb2gray
import atexit
import matplotlib
matplotlib.use('Agg')
import matplotlib.pyplot as plt

# ===== LOAD MODEL =====
BASE_DIR = os.path.dirname(os.path.abspath(__file__))
MODEL_PATH = os.path.join(BASE_DIR, "train_model-kaleng.pkl")

try:
    with open(MODEL_PATH, "rb") as f:
        model = pickle.load(f)
        print("Model berhasil dimuat.")
except FileNotFoundError:
    print(f"Error: File model tidak ditemukan di: {MODEL_PATH}")
    exit()

# ===== GPIO SETUP =====
PROXIMITY_PIN = 17
SERVO_PIN = 18
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(PROXIMITY_PIN, GPIO.IN)
GPIO.setup(SERVO_PIN, GPIO.OUT)
servo = GPIO.PWM(SERVO_PIN, 50)
```



## © 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

servo.start(0)

# ===== LCD SETUP =====

import I2C_LCD_driver

lcd = None

try:
    lcd = I2C_LCD_driver.lcd()
    print("LCD berhasil diinisialisasi.")
except Exception as e:
    print(f"LCD tidak tersedia: {e}")

# ===== CLEANUP =====

def cleanup():
    print("Membersihkan GPIO dan resources...")
    try:
        servo.stop()
    except Exception as e:
        print(f"Error saat servo.stop(): {e}")
    try:
        GPIO.cleanup()
    except Exception as e:
        print(f"Error saat GPIO.cleanup(): {e}")
    try:
        cv2.destroyAllWindows()
    except Exception as e:
        print(f"Error saat destroyAllWindows(): {e}")

atexit.register(cleanup)

# ===== FUNGSI TAMBAHAN =====

count_defect_free = 0

count_defective = 0
  
```



## © 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
def update_lcd():
    if lcd:
        lcd lcd_display_string(f"defect-free :{count_defect_free:<3}", 1)
        lcd lcd_display_string(f"defective :{count_defective:<3}", 2)

def gerakan_servo():
    print("Kaleng cacat terdeteksi - menggerakkan servo...")
    for duty in np.arange(2.5, 12.6, 0.5):
        servo.ChangeDutyCycle(duty)
        time.sleep(0.05)
    time.sleep(0.5)
    for duty in np.arange(12.5, 2.4, -0.5):
        servo.ChangeDutyCycle(duty)
        time.sleep(0.05)
    servo.ChangeDutyCycle(0)

def preprocess_image(image):
    resized = cv2.resize(image, (96, 128))
    gray = rgb2gray(resized)
    features = hog(gray, pixels_per_cell=(8, 8), cells_per_block=(2, 2), block_norm='L2-
Hys')
    return features

# ===== CAMERA SETUP =====
cap = cv2.VideoCapture(0)
if not cap.isOpened():
    print("Gagal membuka kamera.")
    raise SystemExit

cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 1280)
cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 720)

# ===== DIREKTORI PENYIMPANAN =====
```



## © 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

save_dir = "data_kaleng"
hog_vis_dir = "data_hasil_HOG"
os.makedirs(save_dir, exist_ok=True)
os.makedirs(hog_vis_dir, exist_ok=True)

saved_count = 0
roi_sizes = [(100, 200), (100, 210), (100, 220), (100, 250), (100, 280)]

print("Menunggu sensor proximity untuk mengambil gambar dan klasifikasi...")
update_lcd()

# ===== LOOP UTAMA =====
try:
    while True:
        ret, frame = cap.read()
        if not ret:
            break

        h, w = frame.shape[:2]
        cx, cy = w // 2, h // 2

        # Tampilkan ROI
        x1, y1 = cx - 50, cy - 100
        x2, y2 = cx + 50, cy + 100
        cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)
        cv2.putText(frame, "ROI Preview", (x1, y1 - 10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,
0.6, (0, 255, 0), 2)
        cv2.imshow("Live Kamera dengan ROI", frame)
        key = cv2.waitKey(1) & 0xFF
        if key == ord('q'):
            break

    if GPIO.input(PROXIMITY_PIN) == GPIO.LOW:

```



## © 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

print("Sensor aktif. Mengambil 5 gambar...")
image_list = []

for i in range(5):
    roi_w, roi_h = roi_sizes[i]
    time.sleep(0.1)
    for _ in range(5):
        cap.grab()
    ret, frame = cap.read()
    if not ret:
        print("Gagal membaca frame.")
        break

    x1 = cx - roi_w // 2
    y1 = cy - roi_h // 2
    x2 = cx + roi_w // 2
    y2 = cy + roi_h // 2

    roi = frame[y1:y2, x1:x2]
    roi_resized = cv2.resize(roi, (100, 200))
    fname = os.path.join(save_dir, f"frame_{saved_count}_{i+1}.jpg")
    cv2.imwrite(fname, roi_resized)
    image_list.append(roi_resized)
    print(f"Gambar {i+1} disimpan: {fname} (ROI {roi_w}x{roi_h}) → resize
100x200")

# === Simpan HOG per ROI ===
gray_roi = rgb2gray(cv2.resize(roi_resized, (100, 200)))
_, hog_roi_image = hog(gray_roi,
                        pixels_per_cell=(8, 8),
                        cells_per_block=(2, 2),
                        block_norm='L2-Hys',
                        orientations=9,

```



## © 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

```

visualize=True,
feature_vector=True)

plt.figure(figsize=(6, 3))
plt.subplot(1, 2, 1)
plt.imshow(gray_roi, cmap='gray')
plt.title(f'ROI {i+1} Grayscale')

plt.subplot(1, 2, 2)
plt.imshow(hog_roi_image, cmap='gray')
plt.title(f'ROI {i+1} HOG')

plt.tight_layout()
hog_roi_file = os.path.join(hog_vis_dir, f'hog_roi_{saved_count}_{i+1}.png')
plt.savefig(hog_roi_file)
plt.close()
print(f"HOG ROI {i+1} disimpan: {hog_roi_file}")
# === Selesai simpan HOG ROI ===

if image_list:
    combined = np.hstack(image_list)
    pano_file = os.path.join(save_dir, f'panorama_{saved_count}.jpg')
    cv2.imwrite(pano_file, combined)

# === HOG dari panorama ===
gray_combined = rgb2gray(cv2.resize(combined, (100, 200)))
_, hog_image = hog(gray_combined,
                    pixels_per_cell=(8, 8),
                    cells_per_block=(2, 2),
                    block_norm='L2-Hys',
                    orientations=9,
                    visualize=True,
                    feature_vector=True)

```



## © 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
plt.figure(figsize=(8, 4))
plt.subplot(1, 2, 1)
plt.imshow(gray_combined, cmap='gray')
plt.title('Grayscale')

plt.subplot(1, 2, 2)
plt.imshow(hog_image, cmap='gray')
plt.title('HOG')

plt.tight_layout()
hog_vis_file = os.path.join(hog_vis_dir, f'hog_vis_{saved_count}.png')
plt.savefig(hog_vis_file)
plt.close()
print(f"Visualisasi HOG panorama disimpan: {hog_vis_file}")
# === Selesai simpan HOG panorama ===

# === Klasifikasi ===
processed = preprocess_image(combined)
prediction = model.predict([processed])[0]
proba = model.predict_proba([processed])[0]

labels_map = {0: "defect-free", 1: "Defective"}
label = labels_map[prediction]
color = (0, 255, 0) if label == "defect-free" else (0, 0, 255)

result_image = combined.copy()
cv2.putText(result_image, f"Prediction: {label}", (10, 30),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.8, color, 2)
cv2.putText(result_image, f"Confidence: {proba[prediction]:.2f}", (10, 60),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.8, color, 2)

klasifikasi_file = os.path.join(save_dir, f'klasifikasi_{saved_count}.jpg')
```



## © 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

cv2.imwrite(klasifikasi_file, result_image)
print(f"Hasil klasifikasi disimpan: {klasifikasi_file}")

cv2.imshow("Hasil Klasifikasi", result_image)
cv2.waitKey(1000)

if label == "Defective":
    count_defective += 1
    gerakan_servo()
else:
    count_defect_free += 1

update_lcd()
saved_count += 1
print("Menunggu kaleng berikutnya...")

except KeyboardInterrupt:
    print("Program dihentikan oleh pengguna.")
  
```

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**