



© 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 OTOMATISASI KLASIFIKASI SABUN
BATANG DENGAN METODE CNN DAN
KOMUNIKASI MQTT

Sub Judul:

**Integrasi Sistem Kontrol pada Konveyor Sabun Batang
Menggunakan Komunikasi MQTT**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Rizka Lailiyatul Mulayyinah
2103431040

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:
Integrasi Sistem Kontrol pada Konveyor Sabun Batang
Menggunakan Komunikasi MQTT**

**SKRIPSI
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Terapan

**Rizka Lailiyatul Mulayyinah
2103431040**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN 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 ORSINALITAS

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

Nama : Rizka Lailiyatul Mulayyinah

NIM : 2103431040

Tanda Tangan : 

Tanggal : 4 Juli 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Rizka Lailiyatul Mulayyinah
NIM : 2103431040
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Tugas Akhir : Integrasi Sistem Kontrol pada Konveyor Sabun
Batang Menggunakan Komunikasi MQTT

Telah diuji oleh tim penguji dalam siding tugas akhir pada hari Rabu, 25 Juni 2025 dan dinyatakan Lulus.

Pembimbing

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

Depok, 04 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Skripsi ini berjudul “ Integrasi Sistem Kontrol Pada Konveyor Sabun Batang Menggunakan Komunikasi MQTT”. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak M. Syujak, yang menjadi ayah sekaligus dosen PNJ, yang telah mengajari penulis, menyayangi penulis, serta memberikan semangat hingga akhir hayatnya.
2. Ibu Nur Amilah, sebagai mamah yang selalu menyayangi dan menjadi penyemangat hidup penulis.
3. Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
4. Sulis Setiowati, S.pd., M. Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Instrumentasi dan Kontrol Industri;
5. Yurixa Sakhinatul Putri, S.Si.,M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
6. Sahabat IKI 18, Rekan penelitian Helpfin dan sahabat EC C 21 yang telah banyak membantu, menghibur penulis serta memberi semangat kepada penulis.

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

Depok, 20 Mei 2025

Rizka Lailiyatul Mulayyinah



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

Integrasi Sistem Kontrol Pada Konveyor Sabun Batang Menggunakan Komunikasi MQTT

ABSTRAK

Sistem sortir dan klasifikasi sabun batang otomatis diperlukan untuk meningkatkan efisiensi produksi terutama pada sektor industri kecil dan menengah. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem otomatisasi berbasis komunikasi *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) dengan mengintegrasikan Raspberry Pi, kamera *webcam*, dan mikrokontroler Wemos D1 R32. Raspberry Pi berfungsi sebagai *publisher* yang mendeteksi warna sabun batang menggunakan kamera dan mempublikasikan pesan warna ke broker MQTT. Wemos D1 R32 berperan sebagai *subscriber* yang menerima perintah berdasarkan warna sabun dan mengendalikan dua buah motor servo untuk memisahkan sabun sesuai kategorinya. Pengaktifan aktuator dikondisikan oleh sensor *proximity infrared* agar hanya bekerja saat sabun benar-benar berada pada jalur sortir. Selain itu, Wemos mengirimkan umpan balik berupa pesan ACK_R (merah) dan ACK_G (hijau) ke broker untuk memastikan eksekusi berhasil. Evaluasi sistem dilakukan dengan menganalisis parameter *Quality of Service* (QoS) yaitu *delay*, *throughput*, dan *packet loss* menggunakan perangkat lunak Wireshark. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu melakukan klasifikasi warna sabun dan mengontrol aktuator secara otomatis. Rata-rata *throughput* sebesar 0,32 paket/detik dinilai memadai untuk skala kecil, meskipun ditemukan *delay* sebesar 3,07 detik dan *packet loss* sebesar 19% akibat keterbatasan jaringan dari *mobile hotspot*. Sistem ini memiliki potensi pengembangan lebih lanjut, seperti klasifikasi bentuk objek maupun integrasi ke *platform cloud* untuk monitoring *real-time*..

Kata kunci: MQTT, Raspberry Pi, Klasifikasi Warna

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

Integration of a Control System for Bar Soap Conveyor Using MQTT Communication

ABSTRACT

An automated bar soap sorting and classification system is essential for improving production efficiency, particularly in small and medium-sized industries. This study aims to develop an automation system based on the Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) communication protocol by integrating a Raspberry Pi, webcam, and Wemos D1 R32 microcontroller. The Raspberry Pi functions as a publisher that detects the color of the soap using a webcam and publishes the color information to the MQTT broker. The Wemos D1 R32 acts as a subscriber that receives the command based on the detected color and controls two servo motors to separate the soap accordingly. The activation of actuators is conditioned by infrared proximity sensors to ensure that the servos only operate when the soap is physically present on the sorting path. Additionally, the Wemos sends feedback in the form of ACK_R (red) and ACK_G (green) messages to the broker to confirm successful execution. System performance is evaluated by analyzing Quality of Service (QoS) parameters, including delay, throughput, and packet loss using Wireshark software. The results show that the system is capable of performing automatic color classification and actuator control. The average throughput of 0.32 packets/second is considered sufficient for small-scale applications, although a delay of 3.07 seconds and a packet loss of 19% were observed due to limitations of the mobile hotspot network. This system has the potential to be further developed for shape classification or integration with cloud platforms for real-time monitoring.

Keywords: *MQTT, Raspberry Pi, Color Classification*

**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 SAMPUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORSINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan masalah	3
1.4 Tujuan penelitian	4
1.5 Luaran.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>State of The Art</i>	5
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)	9
2.2.2 <i>Quality Of Service</i> (QoS) dalam Jaringan Komunikasi.....	9
2.2.3 Arduino IDE (Integrated Development Environment).....	11
2.2.4 <i>Software</i> Wireshark.....	11
2.3 Komponen	11
2.3.1 Wemos D1 R32	11
2.3.2 Raspberry pi 4 Model B	12
2.3.3 <i>Sensor Proximity Infrared</i>	13
2.3.4 Motor Servo	14
2.3.5 <i>Webcam</i> USB	14
BAB III PERANCAMAN DAN REALISASI	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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1	Rancangan Alat	16
3.2	Deskripsi alat	16
3.3	Cara Kerja Alat.....	19
3.4	Blok Diagram Alat/Sistem.....	21
3.5	Blok Diagram Sub-sistem.....	22
3.6	Cara Kerja Subsistem	23
3.7	Spesifikasi Alat.....	24
3.8	Realisasi Alat.....	28
3.8.1	Rancang Bangun Alat	28
3.8.2	Realisasi Software.....	29
3.9	Kalibrasi Sensor.....	39
3.9.1	Sensor Proximity Infrared	39
3.9.2	Kamera Webcam.....	44
BAB IV	PEMBAHASAN.....	49
4.1	Pengujian Delay protocol komunikasi MQTT menggunakan software wireshark	49
4.1.1	Deskripsi Pengujian	49
4.1.2	Prosedur Pengujian.....	50
4.1.3	Data Hasil Pengujian.....	51
4.2	Pengujian <i>Throughput protocol</i> komunikasi MQTT menggunakan <i>software</i> wireshark.....	56
4.2.1	Deskripsi Pengujian	56
4.2.2	Prosedur Pengujian.....	57
4.2.3	Data Hasil Pengujian.....	58
4.2.4	Analisis Data Hasil Pengujian.....	58
4.3	Pengujian <i>Packet Loss</i> protocol komunikasi MQTT menggunakan <i>software</i> wireshark.....	59
4.3.1	Deskripsi Pengujian	59
4.3.2	Prosedur Pengujian.....	59
4.3.3	Hasil Data Pengujian.....	61
4.3.4	Analisis Data Pengujian	62
4.4	Pengujian Keandalan Alat	62
4.4.1	Deskripsi Pengujian Keandalan Alat.....	62



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

4.4.2	Daftar Peralatan Pengujian.....	62
4.4.3	Prosedur Pengujian Keandalan Alat.....	63
4.4.4	Data Hasil Pengujian Keandalan Alat.....	64
4.4.5	Analisa Hasil Pengujian Keandalan Alat	67
BAB V PENUTUP.....		68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA.....		70
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		xii
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 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 Yulvi Hidayati.(Yulvi, 2020).....	5
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu oleh Haritoso Lilik dan Anwari Achmad.....	6
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu oleh Riesa Syariful Akbar, Tri Nur Arifin , Erfiana Wahyuningsih , Dodi Rahmawan, Syahdan Awaldi.....	7
Tabel 3. 1 Spesifikasi Komponen Fisik yang Digunakan	24
Tabel 3. 2 Spesifikasi Komponen Hardware yang Digunakan	25
Tabel 3. 3 Data Hasil Uji Sabun Hitam	40
Tabel 3. 4 Data Hasil Uji Sabun Biru	41
Tabel 3. 5 Data Hasil Uji Sabun Hijau.....	42
Tabel 3. 6 Data Hasil Uji Sabun Merah	42
Tabel 3. 7 Data Hasil Uji Sabun Putih	43
Tabel 4. 1 Daftar Peralatan Pengujian Delay	50
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Pengujian melalui Software Wireshark	51
Tabel 4. 3 Data Hasil Perhitungan Delay.....	53
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Total dan Rata-Rata Delay	55
Tabel 4. 5 Daftar Peralatan Pengujian Troughput.....	57
Tabel 4. 6 Daftar Peralatan Pengujian Packet Loss	59
Tabel 4. 7 Daftar Peralatan Pengujian	62
Tabel 4. 8 Data Hasil Uji Sabun Batang Merah.....	64
Tabel 4. 9 Data Hasil Uji Sabun Batang Hijau	65

**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. 2 Tampilan Arduino IDE	11
Gambar 2. 3 Tampilan Wemos D1 R32.....	12
Gambar 2. 4 Raspberry Pi 4 B.....	13
Gambar 2. 5 Sensor Proximity Infrared	13
Gambar 2. 6 Motor Servo MG966R	14
Gambar 2. 7 Kamera Webcam JETE	15
Gambar 3. 1 Desain Alat Secara Keseluruhan	17
Gambar 3. 2 Flowchart Cara Kerja Alat	19
Gambar 3. 3 Blok Diagram Keseluruhan Sistem	21
Gambar 3. 4 Blok Diagram Sub-Sistem.....	22
Gambar 3. 5 Cara Kerja Sub-Sistem.....	23
Gambar 3. 6 Realisasi Alat	28
Gambar 3. 7 Menu File Arduino Ide.....	30
Gambar 3. 8 Preferences Arduino Ide.....	31
Gambar 3. 9 menu tools Arduino ide.....	31
Gambar 3. 10 Boards Manager Arduino Ide.....	32
Gambar 3. 11 Board Wemos.....	32
Gambar 3. 12 Library Manager Arduino Ide	32
Gambar 3. 13 Library Manager Arduino Ide	33
Gambar 3. 14 Library yang Digunakan	33
Gambar 3. 15 Konstanta yang Digunakan	33
Gambar 3. 16 Inisialisasi Pin Dan Variable Kontrol.....	34
Gambar 3. 17 Kode Program Setup Wifi.....	34
Gambar 3. 18 Kode Program Callback MQTT	35
Gambar 3. 19 Kode Program Fungsi Setup() Utama	35
Gambar 3. 20 Kode Program Servo untuk Sabun Merah.....	36
Gambar 3. 21 Kode Program Servo untuk Sabun Hijau	37
Gambar 3. 22 Kode Program Reconnect MQTT	37
Gambar 3. 23 Impor Library MQTT.....	38
Gambar 3. 24 Kode Program Setup MQTT Dan Pengiriman Pesan.....	38
Gambar 3. 25 Kode Program Logika Untuk Klasifikasi.....	39
Gambar 3. 26 Berhasil kalibrasi 10 foto	45
Gambar 3. 27 Visualisasi Deteksi Titik Sudut pada Checkerboard	45
Gambar 3. 28 Citra Checkerboard Setelah Koreksi Distorsi Lensa (Undistorted)	46
Gambar 3. 29 Matriks kamera.....	46
Gambar 3. 30 Koefisien Distorsi.....	47
Gambar 3. 31 Output Konsol Konfirmasi Penyimpanan Parameter Intrinsik Kamera	47
Gambar 4. 1 Grafik Delay.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Revolusi Industri 4.0 menandai era baru dalam sektor industri, di mana teknologi digital diintegrasikan secara menyeluruh ke dalam proses produksi. Salah satu aspek penting dalam perkembangan ini adalah kemampuan perangkat-perangkat fisik seperti sensor, kamera, dan aktuator untuk saling berkomunikasi melalui jaringan secara real-time. Implementasi sistem berbasis komunikasi data ini memungkinkan proses produksi dilakukan secara otomatis, efisien, dan responsif terhadap kebutuhan kualitas dan kecepatan industri modern (Zilham & Gunawan, 2024).

Kemajuan teknologi komunikasi dan kendali telah mendorong otomatisasi industri menuju tingkat efisiensi yang lebih tinggi. Integrasi antara sensor, aktuator, dan mikrokontroler dengan sistem pengolahan data secara real-time melalui jaringan lokal memainkan peran penting dalam mendukung proses produksi dan pemantauan yang lebih akurat, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manusia (Ulum, 2018).

Sabun batang merupakan salah satu produk konsumen dengan permintaan tinggi secara global. Menurut laporan dari Future Market Insights, nilai pasar sabun batang secara global diperkirakan mencapai USD 32,67 miliar pada tahun 2025, dengan pertumbuhan CAGR 4% hingga USD 54 miliar pada tahun 2035, didorong oleh tren produk ramah lingkungan, perawatan kulit, dan kemasan berkelanjutan. Sementara itu, DataIntellect mencatat bahwa pasar sabun secara keseluruhan—baik dalam bentuk batang, cair, maupun foam—telah mencapai USD 38,5 miliar pada 2023 dengan pertumbuhan CAGR 5,2% hingga 2032. Permintaan ini mendorong produsen untuk menjaga kualitas produk secara konsisten, termasuk dalam hal warna dan bentuk yang menjadi bagian dari kontrol mutu.

Untuk membantu menjaga konsistensi kualitas produk, sistem sortir otomatis berbasis kamera dan mikrokontroler dirancang dalam penelitian ini, dengan memanfaatkan komunikasi data menggunakan protokol MQTT. Raspberry Pi

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

digunakan sebagai unit pendeteksi warna sabun melalui kamera, kemudian mengirimkan hasil deteksi ke Wemos D1 R32 yang bertugas mengendalikan dua motor servo berdasarkan klasifikasi warna. Motor servo hanya akan aktif jika sensor proximity mendeteksi adanya sabun yang melewati jalur sortir. Sebagai bagian dari validasi, Wemos mengirimkan pesan balasan (ACK_R atau ACK_G) sebagai konfirmasi ke broker MQTT.

Pemilihan protokol MQTT sebagai dasar komunikasi data merupakan inti dari perancangan sistem ini. MQTT dipilih karena ringan, efisien, dan mendukung arsitektur publish/subscribe yang sesuai untuk perangkat berbasis mikrokontroler. Oleh karena itu, protokol ini menjadi dasar teori utama dalam penelitian ini, khususnya dalam integrasi antara pengolahan visual dan pengendalian aktuator.

Sabun batang yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sabun mandi yang berfungsi sebagai sampel uji representatif untuk proses sortir otomatis berbasis visual. Pemilihan warna merah dan hijau dilakukan sebagai contoh kasus klasifikasi warna. Sistem ini bersifat fleksibel dan dapat disesuaikan untuk berbagai jenis objek maupun variasi warna lainnya sesuai kebutuhan industri konveyor.

Selain perancangan sistem kontrol dan klasifikasi warna, dilakukan pula pengujian kualitas komunikasi data antarkomponen dengan metode Quality of Service (QoS), yang mencakup parameter *throughput*, *delay*, dan *packet loss*. Evaluasi dilakukan dari sisi Raspberry Pi menggunakan perangkat lunak Wireshark untuk menilai kestabilan komunikasi secara lokal.

Berdasarkan uraian tersebut, maka ditetapkan judul tugas akhir ini: “Integrasi Sistem Kontrol pada Konveyor Sabun Batang Menggunakan Komunikasi MQTT.”

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

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi pemilahan sabun batang berdasarkan warna dan bentuk menggunakan kamera dan Raspberry Pi?
2. Bagaimana mengintegrasikan teknologi kamera, Raspberry Pi, dan Wemos D1 R32 menggunakan protokol komunikasi MQTT dalam sistem pemilahan sabun batang?
3. Bagaimana menguji performa komunikasi MQTT dalam sistem dengan menganalisis parameter Quality of Service (QoS) seperti *throughput*, *delay* dan *packet loss* menggunakan Wireshark?

1.3 Batasan masalah

Adapun Batasan masalah pada laporan ini adalah:

1. Sistem hanya memfokuskan pada klasifikasi sabun batang berdasarkan warna. Dan bentuk tidak cacat.
2. Komunikasi data antara Raspberry Pi dan Wemos D1 R32 dilakukan menggunakan protokol MQTT melalui *mobile hotspot*.
3. Sistem aktuasi terdiri dari 2 motor servo dan 2 sensor *proximity infrared* yang dikontrol oleh melalui perintah dari Wemos D1 R32.
4. Data klasifikasi warna hanya ditampilkan secara lokal dan tidak dikirim ke server *cloud*.
5. Sistem tidak membahas aspek keamanan data, koneksi ke server *cloud*, atau penerapan metode machine learning.
6. Pengujian kualitas komunikasi MQTT dilakukan dari sisi Raspberry Pi menggunakan perangkat lunak Wireshark dengan parameter QoS: *throughput*, *delay*, *packet loss*
7. Motor DC konveyor tidak dikendalikan oleh sistem secara otomatis, melainkan diaktifkan secara manual selama proses pengujian berlangsung.

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

1.4 Tujuan penelitian

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

1. Mengintegrasikan kamera webcam, Raspberry Pi, Wemos D1 R32, serta perangkat pendukung (sensor dan motor servo) untuk mendukung proses klasifikasi warna sabun batang menggunakan komunikasi MQTT.
2. Menerapkan protokol MQTT sebagai media komunikasi data antar perangkat.
3. Menguji performa komunikasi MQTT menggunakan parameter Quality of Service (QoS) untuk mengetahui kualitas jaringan pada sisi Raspberry Pi

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan adalah:

1. Tugas Akhir Semester
2. Prototipe sistem sortir sabun batang otomatis berbasis IoT yang dapat mengklasifikasikan sabun berdasarkan warna dan bentuk.
3. Tampilan visual real-time proses klasifikasi warna sabun melalui OpenCV di Raspberry Pi.
4. Integrasi komunikasi data menggunakan protokol MQTT antara Raspberry Pi dan Wemos D1 R32 melalui jaringan lokal.
5. Dokumentasi dan laporan lengkap mengenai perancangan, pemrograman, dan pengujian sistem.

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 penelitian dan pengujian yang telah dilakukan terhadap Integrasi Sistem pada Konveyor Sabun Batang Berbasis Menggunakan Komunikasi MQTT, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah dilakukan integrasi antara kamera webcam, Raspberry Pi, Wemos D1 R32, serta perangkat pendukung seperti sensor dan motor servo untuk mendukung proses klasifikasi warna sabun batang. Komunikasi antara perangkat dilakukan menggunakan protokol MQTT, dan sistem mampu menjalankan proses klasifikasi serta pengaktifan aktuator sesuai warna sabun yang terdeteksi.
2. Proses integrasi antara kamera, Raspberry Pi, dan Wemos D1 R32 melalui protokol komunikasi MQTT telah direalisasikan dengan baik. Raspberry Pi berperan sebagai *publisher* yang memproses gambar dari kamera dan mengirimkan perintah ke Wemos. Wemos D1 R32 berfungsi sebagai *subscriber* yang menerima perintah tersebut, menunggu input dari sensor proximity, dan kemudian mengaktifkan aktuator (servo). Setelah proses sortir selesai, Wemos juga mengirimkan pesan balasan ke broker MQTT sebagai *publisher*.
3. Pengujian performa komunikasi dengan metode Quality of Service (QoS) menunjukkan hasil:
 - Delay rata-rata sebesar : 3.07 detik
 - Packet loss sebesar: 19%
 - Troughput sebesar 0.32 detik

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat melakukan proses klasifikasi dan kontrol aktuator secara otomatis, serta mengirimkan data melalui protokol

MQTT dengan tingkat performa komunikasi yang masih dapat diterima untuk aplikasi berskala kecil, meskipun terdapat keterbatasan akibat media jaringan yang digunakan (mobile hotspot).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran untuk pengembangan dan perbaikan Integrasi Sistem pada Konveyor Sabun Batang Berbasis Menggunakan Komunikasi MQTT sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan keandalan sistem, sebaiknya menggunakan Wi-Fi local seperti *router* atau *access point* guna mengurangi delay dan packet loss dalam komunikasi MQTT
2. Mengintegrasikan sistem dengan platform cloud IoT seperti Thingspeak, Firebase, atau Blynk untuk memungkinkan pemantauan hasil sortir dan performa sistem dari jarak jauh melalui internet.
3. Menambahkan proteksi sistem untuk menangani kegagalan pengiriman data seperti pengulangan pengiriman (*retry*) atau *buffer* pesan sementara.

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 PUSTAKA

- Abilovani, Z. B., Yahya, W., & Bakhtiar, F. A. (2018). Implementasi Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Perangkat IoT. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIIK)*, 2(12), 7521–7527. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Adani, F., & Salsabil, S. (2019). Internet of Things: Sejarah Teknologi Dan Penerapannya. *Isu Teknologi Stt Mandala*, 14(2), 92–99.
- Adlim, M., Sartika Wiguna, A., & Aditya Nugraha, D. (2022). Implementasi Quality of Service (Qos) Dan Penerapan Algoritma Naïve Bayes Pada Jaringan Wifi Universitas Pgri Kanjuruhan Malang. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 469–475. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.4761>
- Akbar, R. S., Arifin, T. N., Wahyuningsih, E., Awaldi, S., Kampus, A., Duren, T., Tanjung, J., Barat, D., No, I. I., Rw, R. T., & Utara, T. D. (2025). *Prototype Mesin Conveyor Pemilah Otomatis Berbasis IoT (Internet of Things) Universitas Dian Nusantara , Jakarta , Indonesia*. 3.
- Ardha Maliki, Joni Warta, & Rafika Sari. (2023). Analisis Sharing Data Wemos D1 R32 Menggunakan Web. *JUMINTAL: Jurnal Manajemen Informatika Dan Bisnis Digital*, 2(2), 207–220. <https://doi.org/10.55123/jumintal.v2i2.2581>
- Bhowmick, D. (2022). Impact of brand design on consumer perception and decision making. *International Journal of Business Forecasting and Marketing Intelligence*, 7(4), 375. <https://doi.org/10.1504/ijbfmi.2022.125791>
- Fadilah, M. D., Hafiz Firdaus, & Riyyan, M. (2023). Implementasi Monero Mining Pada Raspberry Pi 4 Model B. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 8(1), 13–23. <https://doi.org/10.35316/jimi.v8i1.13-23>
- Gustiyo, G. R. (n.d.). *ALAT PEMILAH KENTANG BERDASARKAN BERAT MENGGUNAKAN ARDUINO MEGA 2560*. 1–9.
- Haritoso Lilik, Anwari Achmad, R. R. (2023). *Sistem Penyortir Barang Berdasarkan Pengenalan Pola Bentuk Dan Warna Pada Konveyor Menggunakan Webcam Berbasis Raspberry Pi*. 1(2), 48–58.
- Imron, M., & Setiawan, A. (n.d.). *PEMILAH BARANG LOGAM DAN NON-LOGAM BERBASIS PLC OMRON CPlE-N30SDT-D*.
- Lestari, R. Z., Abdurrohman, M., & Karimah, S. A. (2019). *Implementasi Metode Fuzzy Logic pada Sistem Pemantauan Penggunaan Infus*. 2019.
- Nugraha, R. B., Saragih, Y., & Narpulaela, L. (2021). Implementasi Sensor Proximity Kapasitif Pada Alat Pemberian Pakan Ayam Otomatis. *JE-Unisla*, 6(2), 24. <https://doi.org/10.30736/je-unisla.v6i2.692>
- Pratama, W. R., Yulianti, B., & Sugiharto, A. (2022). Prototipe Smart Parking Modular

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

Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Industri*, 11(1), 52–60. <https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jti/article/view/954>

Tripathi, A., Ajay Kumar, T. V., Dhansetty, T. K., & Selva Kumar, J. (2018). Real time object detection using CNN. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(2), 33–36. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.24.11994>

Tyas, U. M., Buckhari, A. A., Studi, P., Teknologi, P., Pendidikan, P. S., Pembelajaran, P., & Belajar, H. (2023). *Implementasi aplikasi arduino ide pada mata kuliah sistem digital 1,2,3,4. 1*(April).

Ulum, M. B. (2018). DESAIN INTERNET OF THINGS (IoT) UNTUK OPTIMASI PRODUKSI. *Sebatik*, 22(2), 69–73.

Windryani, N. P., Bogi, N., & Mayasari, R. (2019). Analisa Perbandingan Protokol Mqtt Dengan Http Pada Iot Platform Patriot Comparison Analysis Between Mqtt and Http Protocol in Patriot Iot Platform. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 3192–3199.

Wulandari, R. (2016). ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS: UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI). *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 2(2), 162–172. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v2i2.454>

Yulvi, H. (2020). Konveyor cerdas Dengan Fitur Pemilah Berdasarkan Warna, Penimbang Berat, Dan Pemantauan Jumlah Barang Berbasis IoT. *Jurnal Skripsi : Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 1(1), 1–26.

Zilham, A., & Gunawan, R. (2024). Potensi Iot Dalam Industri 4.0. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(2), 1932–1940. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i2.9209>

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 RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Rizka Lailiyatul Mulayyinah, anak ke empat dari empat bersaudara. Lahir di Jakarta, 04 Maret 2002. Lulus dari SDN 03 Beji Timur, Depok pada tahun 2014, SMP N 05 Depok tahun 2017, SMA N 09 Depok pada tahun 2020, dan kemudian melanjutkan kuliah Sarjana Terapan (S. Tr.) di Politeknik Negeri Jakarta, jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri (2021-2025). Penulis dapat dihubungi melalui email: rizka432lailiyatul@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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pengerjaan 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 2 Program Wemos Pada Arduino IDE

```
#include <WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <ESP32Servo.h>

const char* ssid = "Redmi";
const char* password = "11111234";
const char* mqtt_server = "192.168.72.89"; // IP Raspberry

WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);

// Pin setup
#define PROXIMITY_1_PIN 4
#define PROXIMITY_2_PIN 5
#define SERVO_1_PIN 18
#define SERVO_2_PIN 19

Servo servo1;
Servo servo2;

bool allowR = false;
bool allowG = false;
bool waitingForRed = false;
bool waitingForGreen = false;
bool sensor1Triggered = false;
bool sensor2Triggered = false;

unsigned long servo1LastMoved = 0;
unsigned long servo2LastMoved = 0;
const unsigned long ACTIVE_DURATION = 1500;

void setup_wifi() {
  delay(10);
  Serial.println("Menghubungkan ke WiFi...");
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("\nWiFi terhubung, IP: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
  String message = "";
  for (unsigned int i = 0; i < length; i++) {
    message += (char)payload[i];
  }
  message.trim();
  Serial.print("[MQTT] Pesan diterima: ");
  Serial.println(message);
}
```

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

```
if (message == "R") {
    allowR = true;
    waitingForRed = true;
} else if (message == "G") {
    allowG = true;
    waitingForGreen = true;
}
}

void reconnect() {
    while (!client.connected()) {
        Serial.print("Menghubungkan ke MQTT...");
        if (client.connect("ESP32Client")) {
            Serial.println("Terhubung ke MQTT!");
            client.subscribe("sabun/warna");
        } else {
            Serial.print("Gagal, rc=");
            Serial.print(client.state());
            Serial.println(" coba lagi dalam 5 detik");
            delay(5000);
        }
    }
}

void setup() {
    Serial.begin(115200);

    pinMode(PROXIMITY_1_PIN, INPUT);
    pinMode(PROXIMITY_2_PIN, INPUT);

    servo1.setPeriodHertz(50);
    servo2.setPeriodHertz(50);
    servo1.attach(SERVO_1_PIN);
    servo2.attach(SERVO_2_PIN);
    servo1.write(0);
    servo2.write(0);

    setup_wifi();
    client.setServer(mqtt_server, 1883);
    client.setCallback(callback);
}

void loop() {
    if (!client.connected()) {
        reconnect();
    }
    client.loop();

    unsigned long now = millis();
}
```



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

```
// === Merah ===
if (waitingForRed && digitalRead(PROXIMITY_1_PIN) == HIGH && !sensor1Triggered) {
    servo1.write(90);
    servo1LastMoved = now;
    sensor1Triggered = true;
    allowR = false;
    waitingForRed = false;
    client.publish("sabun/status", "ACK_R");
    Serial.println("[ACK] Merah terkirim");
}

if (digitalRead(PROXIMITY_1_PIN) == LOW) sensor1Triggered = false;
if (now - servo1LastMoved > ACTIVE_DURATION) servo1.write(0);

// === Hijau ===
if (waitingForGreen && digitalRead(PROXIMITY_2_PIN) == HIGH && !sensor2Triggered) {
    servo2.write(90);
    servo2LastMoved = now;
    sensor2Triggered = true;
    allowG = false;
    waitingForGreen = false;
    client.publish("sabun/status", "ACK_G");
    Serial.println("[ACK] Hijau terkirim");
}

if (digitalRead(PROXIMITY_2_PIN) == LOW) sensor2Triggered = false;
if (now - servo2LastMoved > ACTIVE_DURATION) servo2.write(0);

delay(10);
}
```

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

Lampiran 3 Program Pada Raspberry Pi

```
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.tfl")
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
        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" # GANTI dari '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}")
```



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

```
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"])

cw.writerow(["Timestamp", "Color"])

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

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

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

```
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)
        }
        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)
```

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

```

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")
        cw.writerow([timestamp, color])
        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")

    history_window.clear()
    print(f"[INFO] Current count → G: {green_count}, R: {red_count}, NG: {ng_count}")

# 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()
cv2.destroyAllWindows()
print("[INFO] Finished.")

```