PEMANFAATAN PROTOKOL KOMUNIKASI MQTT DALAM SISTEM SORTIR BUAH JERUK BERDASARKAN WARNA KULIT BUAH

VITUS SANDY SYAHPUTRA DEWA
H1051181036

SKRIPSI

JURUSAN REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PEMANFAATAN PROTOKOL KOMUNIKASI MQTT DALAM SISTEM SORTIR BUAH JERUK BERDASARKAN WARNA KULIT BUAH

VITUS SANDY SYAHPUTRA DEWA
H1051181036

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer pada
Program Studi Rekayasa Sistem Komputer

JURUSAN REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Pemanfaatan Protokol Komunikasi MQTT Dalam Sistem Sortir Buah Jeruk Berdasarkan Warna Kulit Buah
Nama Mahasiswa	: Vitus Sandy Syahputra Dewa
NIM	: H1051181036
Jurusan/Program Studi	: Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	: 14 Juli 2025
SK Pembimbing	: No.2284/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 7 Agustus 2024
SK Penguji	: No.2168/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 14 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs.	Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs.
NIP. 198607012014042001	NIP. 198003192015042001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Uray Ristian, S.Kom., M.Kom.	Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom.
NIP. 199012012019031017	NIP. 199007232023211017

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs.	Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs.
NIP. 198607012014042001	NIP. 198003192015042001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031O

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Vitus Sandy Syahputra Dewa
NIM	: H1051181036
Program Studi/ Jurusan	: Rekayasa Sistem Komputer
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 14 Juli 2025



Vitus Sandy Syahputra Dewa
NIM. H1051181036

Pemanfaatan Protokol Komunikasi MQTT Dalam Sistem Sortir Buah Jeruk Berdasarkan Warna Kulit Buah

ABSTRAK

Bisnis Jeruk dalam proses penyortiran masih secara tradisional atau yang dilakukan secara manual oleh petani. Cara ini memakan waktu lama, tenaga kerja besar, dan produksi yang tidak optimal. Penelitian dalam pemanfaatan protokol MQTT dalam sistem sortir buah jeruk berdasarkan warna kulit buah untuk meningkatkan efisiensi data. Sistem dirancang menggunakan sensor TCS3200 untuk mendeteksi tingkat kematangan buah dengan kategori: mentah, setengah matang, matang, dan tidak sesuai. Sensor inframerah untuk menghitung jumlah buah yang telah disortir. Data dikirim melalui NodeMCU ESP32 sebagai *publisher* ke *broker* HiveMQ, lalu diproses dan ditampilkan pada antarmuka *website* sebagai *subscriber*. Hasil menunjukkan nilai *response time* rata – rata 491,81 ms. Nilai ini menunjukkan waktu yang layak dalam melakukan penyortiran antara pengiriman dan penerimaan data pada sistem sortir buah jeruk. Sensor TCS3200 mencapai akurasi keberhasilan sensor sebesar 76,7% dan *error* relatif sebesar 23,3% untuk tingkat kematangan buah. Sistem sortir buah jeruk dengan menggunakan protokol MQTT mempunyai sistem berpotensi dalam otomasi dengan komunikasi data *real – time* yang kurang efektif.

Kata kunci: Sistem Sortir Buah, Warna Jeruk, MQTT, Waktu Respon.

Utilization of MQTT Communication Protocol in A Citrus Sorting System Based on Fruit Skin Color

ABSTRACT

The sorting process of oranges is still traditionally carried out manually by farmers, which consumes a significant amount of time, requires substantial labor, and results in suboptimal production. This study explores the implementation of the MQTT protocol in an orange sorting system based on the skin color of the fruit to improve data efficiency. The system is designed using the TCS3200 sensor to detect the ripeness level of the fruit, categorized as unripe, semi-ripe, ripe, and unsuitable. An infrared sensor is used to count the number of sorted fruits. Data is transmitted via a NodeMCU ESP32 as a publisher to the HiveMQ broker, then processed and displayed on a web interface as a subscriber. The results show an average response time of 491.81 ms, indicating a feasible delay between data transmission and reception in the orange sorting system. The TCS3200 sensor achieved a classification accuracy of 76.7% and a relative error of 23.3% in determining fruit ripeness. The orange sorting system using the MQTT protocol demonstrates potential for automation with real-time data communication, although with limited effectiveness.

Keywords: Fruit Sorting System, Orange Color, MQTT, Response Time.

PRAKATA

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas hikmat dan segala berkat yang telah diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**Pemanfaatan Protokol Komunikasi MQTT Dalam Sistem Sortir Buah Jeruk Berdasarkan Warna Kulit Buah**", sebagai syarat bagi penulis untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom.) pada Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. Sebagai penghargaan dari penulis, izinkanlah penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Tedy Rismawan S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer.
3. Bapak Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs., sebagai dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan banyak waktu dalam bimbingan, motivasi, saran dan arahan dalam penyusunan skripsi.
4. Ibu Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs., sebagai dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, motivasi, pengarahan, semangat dan pengingat dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Uray Ristian, S.Kom., M.Kom., sebagai dosen Penguji Pertama yang telah banyak memberikan masukan, dan saran dalam penulisa skripsi.
6. Bapak Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom., sebagai dosen Penguji Kedua yang telah banyak memberikan masukan, dan saran dalam penulisa skripsi.
7. Bapak Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs., selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama masa perkuliahan dan masa penyusunan skripsi.
8. Bapak dan Ibu dosen serta staff Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Univeristas Tanjungpura.
9. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa mendoakan, memberi

dukungan, semangat, kasih serta bantuan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi.

10. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Jurusan/Program Studi Rekayasa Sistem Komputer Angkatan 2018 (Intel Core) yang selalu memberi bantuan dan saran dalam pengerjaan skripsi. Terkhusus rekan-rekan HIMDKOP, Mella Geovani S.Kom, Egi Adhardi S.Kom, Oktavianus Doni S.Kom, Fadli S.Kom, Adrianus Domi S.Kom, Yaspin Taqiudin S.Kom, Abimanyu Indra Ardiansyah S.Kom, Muhammad Fahrizal S.Kom, Sahari Azhar S.Kom, Muhammad Riski Bariandi S.Kom, Catur Indrawan S.Kom, Arbi Yudatama S.Kom, Hafiz Adlan Afrigi Subri S.Kom, Muhammad Fikri Fadhil S.Kom, Hadiyan Fahmi Hariadi S.Kom dan Yusdi Qomarullah S.Kom.
11. Teman-teman seperjuangan Bayu Riesta, Mustofa Jamil, Okhari Kafriandeni, Siaudila Anisa Dewi Septiana, dan Uray Rafli Andika yang telah banyak memberikan inspirasi dan semangat mengerjakan skripsi ini.
12. Teman-teman dari Panca Setya Angelina, Fortunata Eva Genora dan Lady Yubilea Abli yang memberikan semangat dan motivasi dalam mengerjakan skripsi ini.
13. Saudari Ratna Komala Kusuma Ningrum yang telah banyak memberikan motivasi dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta doa selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan khususnya ilmu computer.

Pontianak, 14 Juli 2025

Vitus Sandy Syahputra Dewa
NIM. H1051181036

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN……ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK……...iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR KODE PROGRAM xiii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB 2 DASAR TEORI 7
2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu 7
2.2 Protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) 11
2.3 *Response Time* 12
2.4 *Internet of Things* (IoT) 12
2.5 Galat 13
2.6 Citra 13
2.7 Jeruk 14
2.7 NodeMCU ESP32 16
2.8 Sensor TCS3200 16
2.9 Sensor Inframerah 17
2.10 Motor *Servo* 17
2.11 Konveyor 17
2.12 Arduino IDE 18
2.13 HiveMQ 19
2.14 *Cloud Server* 19
2.15 Laravel 19
2.16 MySQL 20
2.17 *Website* 20
BAB 3 METODE PENELITIAN 21
3.1 Studi Literatur 22

3.2 Pengumpulan Data 22
3.3 Analisis Kebutuhan 22
3.3.1 Kebutuhan Perangkat Keras 22
3.3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 23
3.4 Perancangan Sistem 23
3.4.1 Perancangan Sistem Perangkat Keras 23
3.4.2 Perancangan Sistem Perangkat Lunak 24
3.5 Implementasi 24
3.5.1 Implementasi Perangkat Keras 24
3.5.2 Implementasi Perangkat Lunak 24
3.6 Pengujian Sistem 25
3.7 Kesimpulan dan Saran 25
BAB 4 PERANCANGAN 26
4.1 Deskripsi Sistem 26
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 29
4.3 Perancangan Perangkat Keras 32
4.3.1 Perancangan Sistem Pembacaan Warna Kulit Buah Jeruk Dengan Sensor Warna TCS3200 33
4.3.2 Perancangan Sistem Pembacaan Jumlah Buah Dengan Sensor Inframerah. 35
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 38
4.4.1 Perancangan Perangkat Lunak NodeMCU ESP32 38
4.4.2 Perancangan Perangkat Lunak Sensor TCS3200 40
4.4.3 Perancangan Perangkat Lunak Sensor Inframerah 42
4.4.4 Perancangan *Publisher* MQTT 43
4.4.5 Perancangan *Subscriber* MQTT 44
4.4.6 Perancangan *Database* 45
4.5 Perancangan Perangkat Antarmuka *Website* 47
4.5.1 Halaman *Dashboard* 47
4.5.2 Halaman Data Riwayat 48
4.6 Perancangan Pengujian *Black Box* 50
BAB 5 IMPLEMENTASI PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN 51
5.1 Implementasi Sistem 51
5.1.1 Implementasi MQTT 51
5.1.2 Implementasi Sistem Pembacaan Warna Kulit Buah Jeruk 53
5.1.3 Implementasi Sistem Pembacaan Jumlah Buah Jeruk 55
5.1.4 Implementasi Antarmuka *Website* 55
5.2 Kode Program 59
5.2.1 Kode Program *Publisher* MQTT 59
5.2.2 Kode Program *Subscriber* MQTT 62

5.2.3 Kode Perhitungan *Response Time* 65
5.2.4 Kode Program Sistem Pembacaan Sensor TCS3200..... 65
5.2.5 Kode Program Sistem Pembacaan Sensor Inframerah 67
5.3 Pengujian Sistem 70
5.3.1 Pengujian Sistem Pembacaan Warna Kulit Buah Jeruk..... 70
5.3.2 Pengujian *Broker* Menggunakan Protokol MQTT 74
5.3.3 Pengujian *Response Time* Pengiriman Data Menggunakan Protokol MQTT 75
5.3.4 Pengujian *Black Box* 86
5.4 Pembahasan 87
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN..... 92
6.1 Kesimpulan 92
6.2 Saran 92
DAFTAR PUSTAKA 93
LAMPIRAN..... 98
1. Lampiran Tabel Data Riwayat 98
2. Lampiran Kode Program NodeMCU ESP32 I 110
3. Lampiran Kode Program NodeMCU ESP32 II.....116
4. Lampiran Kode Program NodeMCU ESP32 III 122
5. Lampiran Kode Program MQTT 128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur Komunikasi *Publish/Subscribe* 11
Gambar 2.2 Jeruk 15
Gambar 2.3 NodeMCU ESP32 16
Gambar 2.4 Sensor TCS3200 16
Gambar 2.5 Sensor Inframerah 17
Gambar 2.6 Motor *Servo* 17
Gambar 2.7 Konveyor 18
Gambar 2.8 Tampilan Arduino IDE 18
Gambar 3.1 Metode Penelitian 21
Gambar 4.1 Rancangan Awal Sistem Sortir Buah Jeruk Berdasarkan Warna Kulit Buah 26
Gambar 4.2 Tampilan rancangan alat dilihat dari atas 27
Gambar 4.3 Diagram Blok Sistem 28
Gambar 4.4 Arsitektur Sistem Sortir Buah Jeruk 29
Gambar 4.5 Rancangan Alur Data Komunikasi 31
Gambar 4.6 Perancangan Sistem Pembacaan Sensor TCS3200 pada warna kulit buah 34
Gambar 4.7 Perancangan Sistem Sensor Inframerah dan NodeMCU ESP32 Pada Buah Jeruk 36
Gambar 4.8 *Flowchart* Sistem pada NodeMCU ESP32 Tingkat Kematangan ... 39
Gambar 4.9 *Flowchart* ESP32 Perhitungan Buah Mentah dan Setengah Matang (a) serta Perhitungan Buah Matang dan Tidak Sesuai (b) 40
Gambar 4.10 Perancangan Perangkat Lunak Sensor TCS3200 41
Gambar 4.11 *Flowchart* Kerja Sistem pada Sensor Inframerah 43
Gambar 4.12 Perancangan *Publisher* MQTT 44
Gambar 4.13 Perancangan *Subscriber* MQTT 45
Gambar 4.14 Halaman *Dashboard* 48
Gambar 4.15 Halaman Data Riwayat 49
Gambar 5.1 Alat Penyortiran Buah Jeruk Tampak Kiri 52
Gambar 5.2 Alat Penyortiran Buah Tampak Kanan 52
Gambar 5.3 Implementasi Sistem Pembacaan Warna RGB 54
Gambar 5.4 Implementasi Sistem Pembacaan Jumlah Buah 55
Gambar 5.5 Antarmuka *Dashboard* pada Bagian Sortir Tingkat Kematangan Buah 56
Gambar 5.6 Tampilan Grafik *Response Time* Pada Halaman *Dashboard* 57
Gambar 5.7 Halaman Data Riwayat 58
Gambar 5.8 Buah Jeruk Mentah (a), Buah Jeruk Setengah Matang (b) dan Buah Jeruk Matang (c) 71
Gambar 5.9 Tampilan *Broker* HiveMQ 74
Gambar 5.10 Pengujian *Broker* MQTT menggunakan MQTT Explorer 75
Gambar 5.11 Tampilan *Dashboard* Pada *Website* 83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu 7
Tabel 2.2 Kalibrasi Warna Buah Jeruk 14
Tabel 4.1 Penggunaan Pin Sistem Pembacaan Warna Buah Jeruk 34
Tabel 4.2 Penggunaan Pin Sistem Pembacaan Keberadaan Buah Jeruk untuk Mentah dan Setengah Matang 37
Tabel 4.3 Penggunaan Pin Sistem Pembacaan Keberadaan Buah Jeruk untuk Matang dan Tidak sesuai 37
Tabel 4.4 Perancangan Tabel *Log* Data Buah 46
Tabel 4.5 Perancangan Pengujian *Black Box* 50
Tabel 5.1 Hasil Kalibrasi Sensor TCS3200 53
Tabel 5.2 Hasil Pengambilan Sampel Sensor TCS3200 71
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Buah Jeruk Mentah 72
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Buah Jeruk Setengah Matang 73
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Buah Jeruk Matang 73
Tabel 5.6 Data Pengujian *Response Time* Pada Buah Mentah 76
Tabel 5.7 Data Pengujian *Response Time* Pada Buah Setengah Matang 78
Tabel 5.8 Data Pengujian *Response Time* Pada Buah Matang 81
Tabel 5.9 Data Pengujian *Response Time* Pada Buah Tidak Sesuai 82
Tabel 5.10 Hasil Pengujian *Response Time* 84
Tabel 5.11 Pengujian *Black Box* 87

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 *Library PubSubClient MQTT* 59
Kode Program 5.2 Konfigurasi MQTT *Broker* 60
Kode Program 5.3 Konfigurasi *Topic* 60
Kode Program 5.4 Konfigurasi Publikasi Data Sensor TCS3200, Tingkat Kematangan dan Aktivitas ESP32 61
Kode Program 5.5 Konfigurasi Koneksi Antara *Subscriber* Dengan *Broker* 63
Kode Program 5.6 Konfigurasi *Subscribe* Topik 64
Kode Program 5.7 Perhitungan Nilai *Response Time* 65
Kode Program 5.10 Pin Data Sensor TCS3200 66
Kode Program 5.11 Kondisi Tingkat Kematangan Buah 66
Kode Program 5.12 Pin Data Sensor Inframerah 67
Kode Program 5.13 Pembacaan Sensor Inframerah Pada Buah Mentah dan Buah Setengah Matang 68
Kode Program 5.14 Pembacaan Sensor Inframerah Pada Buah Matang dan Buah Tidak Sesuai 69

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jeruk adalah salah satu tanaman *hortikultura* yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena sangat diminati oleh Masyarakat (Fajri dkk., 2023). Jeruk terdiri dari berbagai jenis, seperti jeruk siam, jeruk manis, jeruk besar, jeruk nipis, jeruk purut, dan jeruk ponsil. Jeruk siam memegang peran penting dalam buah jeruk, dengan perkiraan sekitar 60% kebutuhan buah jeruk dipenuhi oleh jeruk siam. Jeruk siam memiliki keunggulan berupa manis, aroma harum, dan kandungan air yang tinggi. Jeruk siam (*Citrus Nobilis*) banyak dibudidayakan di Indonesia (Rahmadewi dkk., 2019).

Bisnis jeruk masih terhambat oleh proses pemisahan buah masih tradisional atau yang dilakukan secara manual oleh petani. Cara ini memakan waktu lama, tenaga kerja besar, dan menghasilkan ketersediaan buah yang rendah serta kualitas produksi yang tidak optimal. Penanganan panen yang tepat dan cermat menjadi kunci untuk menghasilkan buah jeruk berkualitas tinggi, sehingga meningkat nilai jual, terutama untuk buah yang diekspor (Tarsono dkk., 2018).

Buah jeruk memiliki tiga tahap kematangan yang dibedakan berdasarkan warnanya, yaitu hijau, hijau kekuning-kuningan, dan kuning. Masing-masing tahap kematangan memiliki rasa yang khas. Jeruk hijau umumnya memiliki rasa asam, meskipun ada juga yang manis. Jeruk hijau kekuning-kuningan memiliki rasa manis yang lebih dominan dengan sedikit rasa asam dan kandungan air yang lebih banyak. Sedangkan jeruk kuning memilliki rasa manis, namun terkadang ada yang hambar dan kadar airnya lebih sedikit. Tingkat kematangan ini perlu diperhatikan dalam memilih jeruk yang sesuai dengan selera (Darminta dkk., 2017). Berdasarkan permasalahan warna buah jeruk, penelitian ini bertujuan menciptakan alat sortir berdasarkan warna kulit buah.

Protokol MQTT, yang merupakan protokol pesan ringan dan standar, berperan penting dalam komunikasi antar perangkat dalam *Internet of Things* (IoT). Protokol ini salah satu perangkat untuk bertukar informasi secara efisien melalui

jaringan, bahkan ketika *bandwith* terbatas atau koneksi tidak stabil. Sehingga ideal untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT) yang membutuhkan konsumsi daya rendah dan penggunaan jaringan yang minimal (Islamy & Wisudawati, 2023). Pada pengiriman data setiap jam, secara keseluruhan MQTT tetap lebih stabil dan memiliki *response time* yang lebih cepat dibandingkan dengan HTTP. Meskipun demikian, terdapat beberapa kasus di mana terjadi lonjakan *response time* pada protokol MQTT (Ristian dkk., 2023).

Adapun Penelitian terkait berjudul "Analisa Perbandingan Protokol MQTT Dengan HTTP Pada IoT *Platform* Patriot". Penelitian ini menggunakan beberapa parameter untuk menguji performa kedua protokol, yaitu *delay*, *throughput*, dan *packet loss*. MQTT dipilih karena dirancang untuk perangkat dengan kemampuan terbatas, *bandwith* rendah, *latency* tinggi, dan jaringan yang kurang andal. Penelitian ini menyimpulkan bahwa MQTT lebih efisien dan andal dibandingkan HTTP dalam kondisi *bandwith* rendah dan *latency* tinggi. Protokol MQTT berhasil diimplementasikan pada IoT *platform* patriot dengan konfigurasi yang sesuai, menghubungkan *publisher* dan *subscriber* melalui *broker* (Windryani dkk., 2019).

Penelitian selanjutnya dengan judul "*Trainer* Kit Sistem Distribusi dan Sortir Buah Jeruk Berdasarkan Berat dan Warna". Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem otomatis untuk penyortiran buah jeruk berdasarkan berat dan warna, yang biasanya dilakukan secara manual. Sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega, konveyor, motor *servo*, motor DC, sensor *loadcell*, sensor warna TCS3200, dan sensor inframerah untuk mendeteksi dan mengelompokkan buah jeruk secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi, dengan *error rate* rata-rata sebesar 98% untuk sensor warna dan 99.8% untuk sensor loadcell (Dwisaputra dkk., 2023).

Penelitian selanjutnya dengan judul "Pengujian Stress *Testing* MQTT dan API pada Sistem *Monitoring* Suhu Tubuh, Detak Jantung, Saturasi Oksigen, dan Tekanan Darah Berbasis *Internet of Things*". Penelitian ini bertujuan untuk menguji ketahanan dan keandalan alat monitoring kesehatan berbasis IoT. Sistem ini dirancang untuk memantau parameter kesehatan seperti suhu tubuh, detak jantung, saturasi oksigen, dan tekanan darah secara *real – time* menggunakan protokol

MQTT dan API untuk komunikasi data. Dalam penelitian ini ada beberapa aspek yang difokuskan dalam pengujian seperti pengujian protokol MQTT, pengujian API, pengujian data *publish* dan *subscribe*, serta pengujian alat dan aplikasi (Aditya dkk., 2022).

Penelitian selanjutnya berjudul "Implementasi Perancangan Klasifikasi Kualitas Buah Jeruk Berdasarkan Warna". Penelitian ini menggunakan metode K-*Nearest Neighbor* (K-NN) bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem klasifikasi kualitas buah jeruk berdasarkan warna untuk meningkatkan kualitas jeruk yang dihasilkan di Desa Doulu, Kecamatan Brastagi, Kabupaten Karo, Sumatera Utara. Alat dan teknik yang digunakan seperti *Unified Modeling Language* (UML) untuk perancangan sistem, *Visual Studio Code* sebagai *platform* pengembangan aplikasi, dan SQL *server* untuk penyimpanan data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode K-NN efektif dalam meningkatkan akurasi klasifikasi, dengan nilai K optimal ditemukan pada K=2 dan K=9, yang memberikan persentase akurasi tertinggi (Sidik dkk., 2023).

Berdasarkan beberapa uraian penelitian terdahulu, maka penelitian ini akan dirancang sebuah sistem yang dapat melakukan sortir buah jeruk berdasarkan warna kulit buah dengan memanfaatkan protokol komunikasi MQTT. Sistem akan menggunakan sensor warna untuk mendeteksi variasi warna kulit jeruk dan mengirimkan data tersebut melalui protokol MQTT ke unit pemrosesan pusat. Di sana, data akan dianalisis untuk penyortiran buah jeruk ke dalam kategori yang sesuai, seperti mentah, setengah matang, matang dan tidak sesuai.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang, dapat diidentifikasikan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana *response time* yang dihasilkan untuk pemanfaatan protokol komunikasi MQTT dalam sistem sortir buah jeruk berdasarkan warna kulit buah?
2. Berapa tingkat akurasi dalam sortir buah jeruk menggunakan sensor TCS3200?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui *response time* yang optimal untuk pemanfaatan protokol MQTT pada sistem sortir buah jeruk berdasarkan warna kulit buah.
2. Mengetahui tingkat akurasi dalam menyortir buah jeruk menggunakan sensor TCS3200.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan protokol MQTT.
2. Jeruk yang dipakai dalam penelitian ini adalah jenis jeruk siam Pontianak.
3. Sistem yang diterapkan merupakan pengembangan dari Sistem Penyortiran Buah Jeruk Pontianak Berdasarkan Warna Kulit Buah Berbasis Mikrokontroler yang sudah ada.
4. Jeruk yang disortir menjadi 4 status kematangan, yaitu mentah, setengah matang, matang dan tidak sesuai.
5. Perangkat keras pada sistem yang digunakan adalah NodeMCU ESP32, motor *servo*, dan konveyor.
6. Sensor yang digunakan pada sistem adalah sensor warna TCS3200 dan sensor inframerah.
7. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE, *Visual Studio Code*, dan MQTT *explorer* untuk pengembangan sistem ini.
8. Buah jeruk dideteksi satu per satu.
9. Hasil sortir buah terbagi menjadi empat kelompok yaitu mentah, setengah matang, matang dan tidak sesuai.
10. Aplikasi yang digunakan adalah aplikasi berbasis *website*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah menunjukkan bahwa penggunaan protokol MQTT dapat meningkatkan efisien komunikasi data dalam sistem IoT, yang memudahkan transfer data warna kulit buah jeruk secara *real – time* dengan komunikasi ringan dalam pengiriman. Selain itu, keandalan protokol MQTT

memastikan sistem dapat menangani sensor dan perangkat secara efektif, sementara latensi yang rendah mempercepat analisis dan proses sortir. Data yang dikirim melalui protokol MQTT dapat disimpan dan dianalisis untuk memahami pola warna pada kualitas buah, membantu pengambilan keputusan yang lebih baik. Protokol MQTT sebagai solusi ideal untuk meningkatkan akurasi sensor, keandalan dan efisiensi dalam pengoperasian pada sistem sortir buah jeruk berbasis IoT.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terdiri dari 6 bab yang dirancang untuk menjelaskan dan menjelaskan dan menguraikan masalah secara menyeluruh dalam rangka menyelesaikan penelitian ini. Adapun struktur penulisan tugas akhir mencakup:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab pendahuluan mencakup latar belakang yang menjelaskan alasan diadakannya penelitian ini, perumusan masalah, batasan-batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistemika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab landasan teori membahas teori-teori dasar yang mendukung penelitian ini. Teori-teori yang disajikan mencakup teori Protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT), *Response Time, Internet of Things,* Galat, Citra, Jeruk, NodeMCU ESP32, Sensor TCS3200, Sensor Inframerah, Motor *Servo*, Konveyor, Arduino IDE, HiveMQ, *Cloud Server*, Laravel, MySQL, dan *Website*. Teori-teori yang dijelaskan dalam bab ini didasarkan pada refrensi pustaka, termasuk buku, jurnal, dan artikel ilmiah yang mendukung penelitian ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab metode penelitian menjelaskan prosedur kegiatan penelitian yang dilakukan agar proses pengerjaan tugas akhir dapat berjalan secara sistematis. Isi yang dibahas dalam metode peneliti ini meliputi diagram alir, studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, analisis, kesimpulan, dan saran.

BAB 4 PERANCANGAN

Bab perancangan menjelaskan langkah-langkah yang diambil dalam merancang sistem penelitian, meliputi perancangan arsitektur sistem, perangkat

keras, perangkat lunak, perancangan perangkat antarmuka dan perancangan pengujian *black box*. Perancangan perangkat keras meliputi desain sistem pembacaan sensor TCS3200, sensor inframerah, serta keseluruhan rangkaian perangkat keras. Selanjutnya pada perancangan perangkat lunak mencakup perancangan untuk NodeMCU ESP32, pembacaan sensor TCS3200, sensor inframerah, perancangan protokol komunikasi MQTT seperti *publisher* dan *subscriber*, serta perancangan *database*, selanjutnya pada perancangan antarmuka *website* meliputi halaman *dashboard* dan halaman data riwayat serta terakhir perancangan pengujian *black box*.

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

Bab implementasi, pengujian, dan pembahasan menguraikan langkah-langkah yang dilakukan dalam mengimplementasikan, menguji, dan membahas sistem. Bab ini mencakup, implementasi sistem yang telah dirancang seperti penggunaan sensor, kode program, pengujian sistem pembacaan warna kulit buah jeruk, pengujian *broker*, pengujian nilai *response time* delpada protokol MQTT dalam penyortiran, pengujian *black box* dan pembahasan.

BAB 6 PENUTUP

Bab penutup menyajikan kesimpulan yang ditarik dari pembahasan masalah yang telah diuraikan dalam bab-bab sebelumnya, serta memberikan saran-saran untuk penelitian di masa mendatang agar dapat dilakukan dengan lebih baik.